



HAL
open science

Projet CHIMERE 21, rapport sur la naturalisation des débits. Vers une estimation des débits naturels sur le bassin versant de la Meuse

Morgane Terrier, Guillaume Thirel, Charles Perrin

► To cite this version:

Morgane Terrier, Guillaume Thirel, Charles Perrin. Projet CHIMERE 21, rapport sur la naturalisation des débits. Vers une estimation des débits naturels sur le bassin versant de la Meuse. [Rapport de recherche] INRAE. 2018. hal-03267959

HAL Id: hal-03267959

<https://hal.inrae.fr/hal-03267959v1>

Submitted on 22 Jun 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Projet CHIMERE 21

Vers une estimation des débits naturels sur le
bassin versant de la Meuse

Morgane Terrier, Charles Perrin, Guillaume Thirel

12/09/2018



Table des matières

Table des figures	2
Table des tableaux	2
1 Introduction.....	3
1.1 Besoins en débits naturels	3
1.2 Objectifs du rapport	3
2 Description succincte des influences sur le bassin	5
3 Sélection de stations hydrométriques.....	9
4 Les activités anthropiques et leurs influences	12
4.1 Aperçu général des influences	12
4.2 Données identifiées.....	14
4.2.1 Rappel des besoins en données	14
4.2.2 AEP et STEP.....	15
4.2.3 Canaux.....	16
4.2.4 Barrages-réservoirs	17
4.2.5 Exhaures minières	17
4.2.6 Industries.....	17
4.3 Synthèse des points d'influences considérés.....	18
5 Quels débits naturels ?.....	20
5.1 Influencées cumulées.....	20
5.2 Seuil d'influence en étiage	20
5.3 Identification des stations significativement influencées en étiage	21
5.4 Traitements réalisés	22
5.5 Synthèse sur l'ensemble des stations	25
6 Conclusion	27
7 Remerciements.....	28
8 Bibliographie	29
Annexe 1 – Description des méthodes de naturalisation.....	30
Annexe 2 – Fiches stations.....	35
Annexe 3 - Consommation des industries présentes sur le bassin versant de la Meuse.....	53

Table des figures

Figure 1 : Complexe de la centrale de Revin Saint Nicolas Les Mazures (Source : Géoportail)	5
Figure 2 : Représentation schématique des trois canaux traversant le bassin de la Meuse (canal de la Meuse, canal des Ardennes, canal de la Marne au Rhin) (Source : VNF).....	6
Figure 3 : Carte des zones ennoyées des réservoirs miniers (en bleu) (Source : Ollagnier et Hidalgo, 2011)	8
Figure 4 : Chronologie de l'ennoyage progressif des réservoirs miniers (en bleu) (Source : Ollagnier et Hidalgo, 2011).....	8
Figure 5 : Localisation des stations hydrométriques et contours des bassins versants associés.....	10
Figure 6 : Carte des tronçons significativement influencés par des activités anthropiques sur le bassin de la Meuse avec du sud au nord, la Méholle, l'Othain et la Bar (Comité de bassin Rhin-Meuse 2012).	13
Figure 7 : Copie d'écran de la base SIERM de l'AERM	14
Figure 8 : Evolution de la population sur les bassins du Rhin et de la Meuse (Comité de bassin Rhin-Meuse 2012).....	16
Figure 9 : Carte de l'emplacement de toutes les influences considérées sur le bassin de la Meuse.....	19
Figure 10 : Comparaison des séries d'évaporation modélisées à Chooz par rapport aux valeurs enregistrées (Source : J. Gailhard, EDF-DTG)	23
Figure 11 : Exemple de sortie graphique utilisée pour l'analyse visuelle des chroniques (de haut en bas : débits, températures et précipitations, évapotranspiration potentielle, débits en échelle logarithmique) ..	24
Figure 12 : Distinction des périodes pré et post-influence	30
Figure 13 : Illustration du principe de la méthode de naturalisation de bilan sur ouvrage	31
Figure 14 : Illustration du principe de la méthode de naturalisation d'extension de séries.....	31
Figure 15 : Illustration du principe de la méthode de naturalisation de reconstitution de séries.....	32
Figure 16 : Illustration du principe de la méthode des bassins appariés	32
Figure 17 : Illustration du principe de la méthode de régionalisation par proximité spatiale.....	33

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des stations hydrométriques considérées	9
Tableau 2 : Principales agglomérations sur le bassin versant de la Meuse	12
Tableau 3 : Liste des points de prélèvement AEP en rivière considérés	15
Tableau 4 : Liste des stations d'épuration considérées	15
Tableau 5 : Nombre de points d'influence considérés par bassin	20
Tableau 6 : Valeur des VCN7 _s sur les stations du bassin de la Meuse	21
Tableau 7 : Comparaison des seuils de significativité des influences et des influences totales amont.....	22
Tableau 8 : Tableau récapitulant les résultats des différentes analyses produites	26
Tableau 9 : Synthèse des données en entrée selon les différentes méthodes de naturalisations (Terrier, 2016).....	34
Tableau 10 : Industries présentes sur le bassin de la Meuse et ayant une consommation négative sur la période 2012-2014.	53
Tableau 11 : Industries présentes sur le bassin de la Meuse et ayant une consommation positive sur la période 2012-2014.	54
Tableau 12 : Industries présentes sur le bassin de la Meuse et ayant une consommation nulle sur la période 2012-2014.....	54

1 Introduction

Le projet CHIMERE21 cherche à répondre aux préoccupations croissantes des gestionnaires de l'eau de la partie française du bassin vis-à-vis des conséquences possibles des changements climatiques. Plus spécifiquement, l'objectif est d'actualiser et d'affiner les diagnostics existants sur les impacts du changement climatique sur les ressources en eau de la Meuse (et de la Chiers, un de ses principaux affluents en France) durant le 21^e siècle. De fortes attentes existent notamment sur la quantification de l'évolution des basses eaux, qui pourrait être critique pour différents secteurs d'activité (navigation, production énergétique, industrie). Ces travaux doivent également permettre aux gestionnaires français d'avoir des éléments quantitatifs actualisés pour les discussions avec les autres partenaires internationaux du bassin, notamment dans le cadre de la Commission internationale de la Meuse .

1.1 Besoins en débits naturels

Pour répondre à ces questions, le projet prévoit de mettre en place une chaîne de modélisation hydroclimatique complexe, avec une approche multi-modèles à différents niveaux de cette chaîne pour mieux quantifier les incertitudes associées. La plupart de ces modèles utilisent des données observées pour estimer leurs paramètres. C'est le cas en particulier des modèles hydrologiques conceptuels utilisés dans le projet. Ces modèles permettent de faire un lien entre des forçages climatiques (principalement précipitations et températures) et les débits écoulés aux stations hydrométriques d'intérêt. Les modèles sélectionnés pour le projet ne prennent pas en compte les transferts et les utilisations de l'eau liés à des activités humaines et simulent des conditions naturelles. Leurs simulations doivent donc être comparées à des observations de débit naturel, c'est-à-dire hors influences de type prélèvements, rejets ou ouvrages pouvant exister en amont de la station cible.

Or, bien que certains petits sous-bassins puissent être considérés comme encore naturels, avec des influences nulles ou négligeables, la plupart des sous-bassins de la Meuse comportent des activités utilisant l'eau, avec des prélèvements ou rejets liés en particulier à la navigation, l'industrie, l'adduction en eau potable et l'assainissement, les exhaures miniers et la production électrique. Les débits mesurés sur le bassin comportent donc la trace de ces influences.

Dès lors, il convient de mettre en place des stratégies pour estimer les débits naturels, sur la base des débits influencés observés et de la connaissance des influences. Les débits naturels estimés, ou débits naturalisés, serviront ensuite de référence pour la modélisation du cycle hydrologique naturel du bassin versant.

1.2 Objectifs du rapport

L'objectif de ce rapport est de présenter la démarche suivie dans le cadre du projet pour évaluer le niveau d'influence sur les différentes stations d'intérêt et, le cas échéant, estimer les débits naturels. Il s'agit de produire des séries journalières de débit naturel sur une période couvrant la période de référence choisie dans le projet (période 1970-2016).

L'utilisation des méthodes de naturalisation pour évaluer l'impact anthropique est déjà répandue dans de nombreuses études (Naik et Jay 2005; Mittal et al. 2015). Les débits naturalisés peuvent également être utilisés pour estimer la ressource en eau future, comme c'est le cas de l'étude sur la Seine de Dorchies et al. (2014) ou encore le projet Explore 2070 (Chazot et al. 2012; Chauveau et al.

2013) qui avait pour but d'évaluer la ressource en eau de la France à l'horizon 2070. L'Annexe 1 présente succinctement les principales méthodes de naturalisation actuellement disponibles (bilan sur ouvrage, bassins appariés, modélisation hydrologique appliquée pour la reconstitution ou l'extension de série, ou en régionalisation).

Dans la suite, nous présentons les données collectées, leur analyse et la démarche adoptée pour produire des séries exploitables pour le projet.

2 Description succincte des influences sur le bassin

Une description physiographique, climatique et hydrologique (hors influences) du bassin versant de la Meuse est fourni dans la section III du rapport intermédiaire du projet CHIMERE21 (et le sera dans le rapport final à l'issue du projet), à laquelle il faut se reporter pour obtenir ces informations. Ici, nous ne donnerons qu'une description des influences présentes sur le bassin.

Le bassin versant présente assez peu d'infrastructures hydrauliques de nature à modifier fortement le régime des eaux. Il n'y a pas de grands ouvrages de régulation sur le bassin. On peut néanmoins citer quelques barrages-réservoirs implantés sur des affluents de la Meuse :

- un barrage sur la Vierre, affluent de la Semois, situé sur la commune de Chiny en Belgique (capacité de 1,5 hm³)¹, qui est géré principalement pour la production hydroélectrique. Il s'agit d'un ouvrage au fil de l'eau, dont la cote est assez stable dans le temps. Le gestionnaire de la retenue et la DREAL (communications personnelles) jugent l'impact à l'aval limité ;
- le complexe hydro-électrique de la centrale de Revin Saint Nicolas Les Mazures², sur la Faux, petit affluent rive gauche de la Meuse avec une confluence au niveau de Revin (voir Figure 1). Il s'agit d'une station de transfert d'énergie par pompage-turbinage d'une puissance de 800 MW. L'aménagement comprend deux bassins (bassin supérieur des Marquisades de 8.5 hm³ et bassin inférieur de Whitaker de 9 hm³), le tout étant alimenté par le lac artificiel des Vieilles Forges (5 hm³).

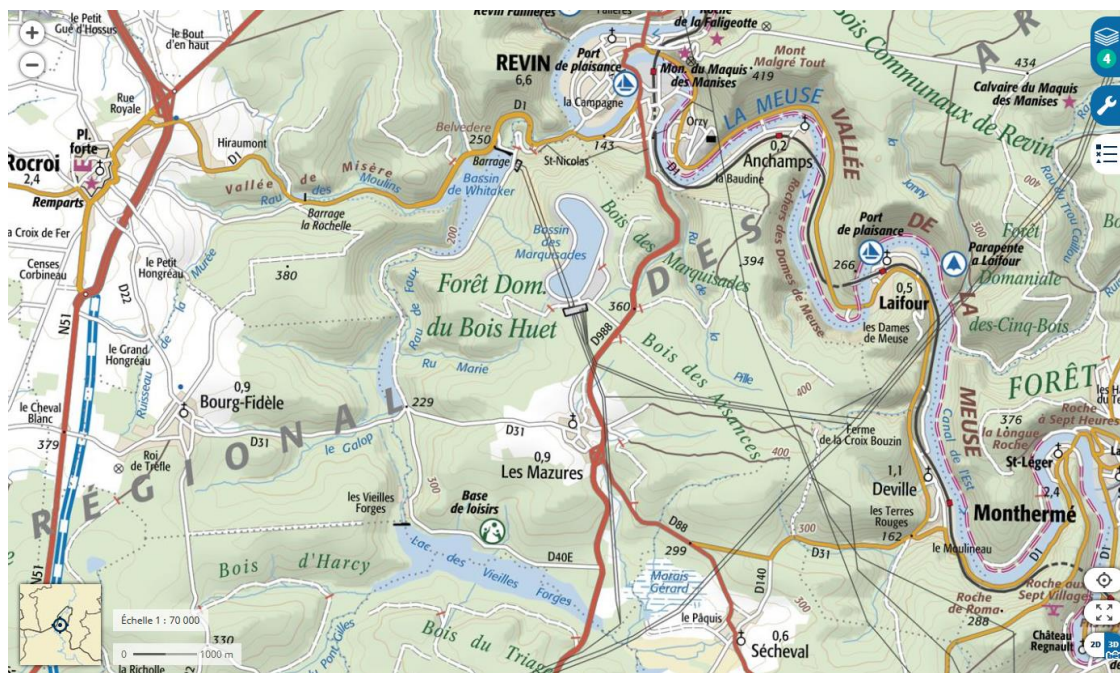


Figure 1 : Complexe de la centrale de Revin Saint Nicolas Les Mazures (Source : Géoportail)

¹ <http://www.semois-chiers.be/wp-content/uploads/2014/08/InfEau-Semois-Chiers-n%C2%B05.pdf>

² https://www.edf.fr/sites/default/files/Hydraulique/Revin/documents/les_amenagements_hydroelectriques_de_revin-saint_nicolas-les_mazures.pdf

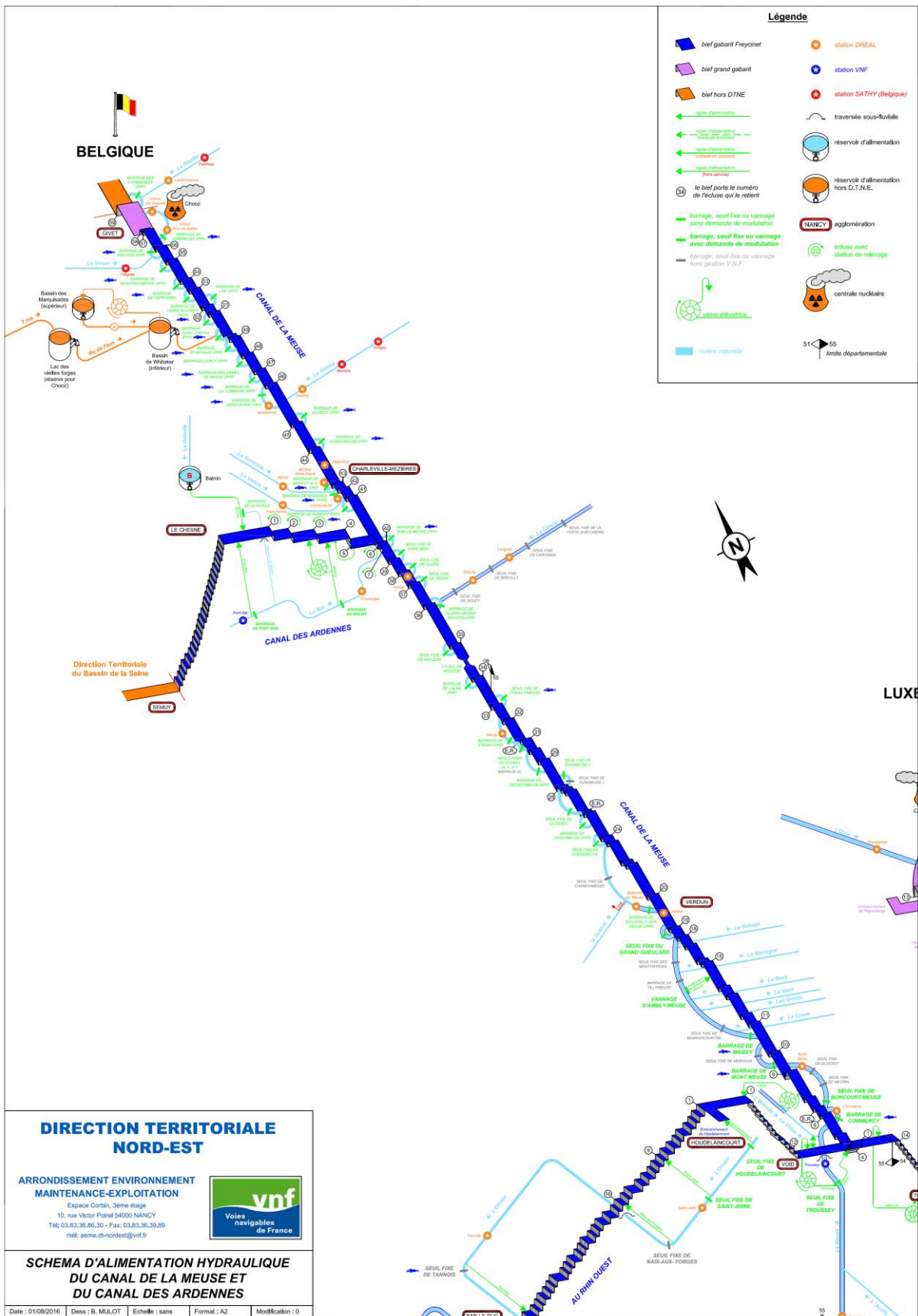


Figure 2 : Représentation schématique des trois canaux traversant le bassin de la Meuse (canal de la Meuse, canal des Ardennes, canal de la Marne au Rhin) (Source : VNF)

Le bassin est également traversé par trois canaux (voir Figure 2) :

- le canal de l'Est (branche Nord), aussi appelé canal de la Meuse, qui longe la Meuse de Givet (à la frontière avec la Belgique) jusqu'à Troussey où il rejoint le canal de la Marne au Rhin. Il est alimenté par plusieurs prises d'eau dans la Meuse (Ambly-sur-Meuse, Troussey) ;
- le canal des Ardennes, qui rejoint le canal de la Meuse en amont de Charleville. Il est alimenté par des prises d'eau dans la Bar, et par le lac artificiel du Bairon ;
- le canal de la Marne au Rhin, qui est rejoint par l'extrémité amont du canal de la Meuse. Il est alimenté par des prises d'eau sur la Méholle (qui se transforme en Vidus ; station de Void-Vacon), petit affluent de la Meuse, et directement dans la Meuse par une usine de relevage (prise d'eau de Troussey) quand le débit devient trop faible sur la Méholle, qui alimente un bief de partage.

Les quantités d'eau prélevées au niveau de ces prises d'eau pour les canaux peuvent être significatives en période d'étiage.

Enfin, une partie du bassin versant sur le bassin de la Chiers a fait l'objet d'une intense exploitation minière. En effet, depuis la deuxième moitié du 19^e siècle, le nord de la Lorraine a connu une importante activité minière sur le bassin ferrifère, situé principalement dans le nord-ouest mosellan, le nord de la Meurthe-et-Moselle (Pays-Haut) et une frange meusienne³. L'arrêt progressif des exploitations minières à partir des années 1980 et l'envoyage successif des différents réservoirs miniers (voir Figure 3 et Figure 4) ont eu des conséquences sur le fonctionnement hydrogéologique du bassin tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Aujourd'hui, un soutien d'étiage est assuré sur certains cours d'eau, en particulier sur l'Othain, la Moulaine et la Crusnes. Ces systèmes font aujourd'hui l'objet d'un suivi piézométrique détaillé (Ollagnier and Hidalgo, 2011).

Le bassin versant présente également un ensemble d'ouvrages hydrauliques locaux, tels que seuils ou barrages de navigation. S'ils ne sont pas de nature à modifier les volumes en jeu, ils peuvent néanmoins avoir des conséquences locales sur les mesures de débit, comme nous le verrons dans la partie suivante.

³ « Réseau piézométrique du bassin ferrifère lorrain » <http://sigesrm.brgm.fr/Reseau-piezometrique-du-bassin-ferrifere-lorrain>

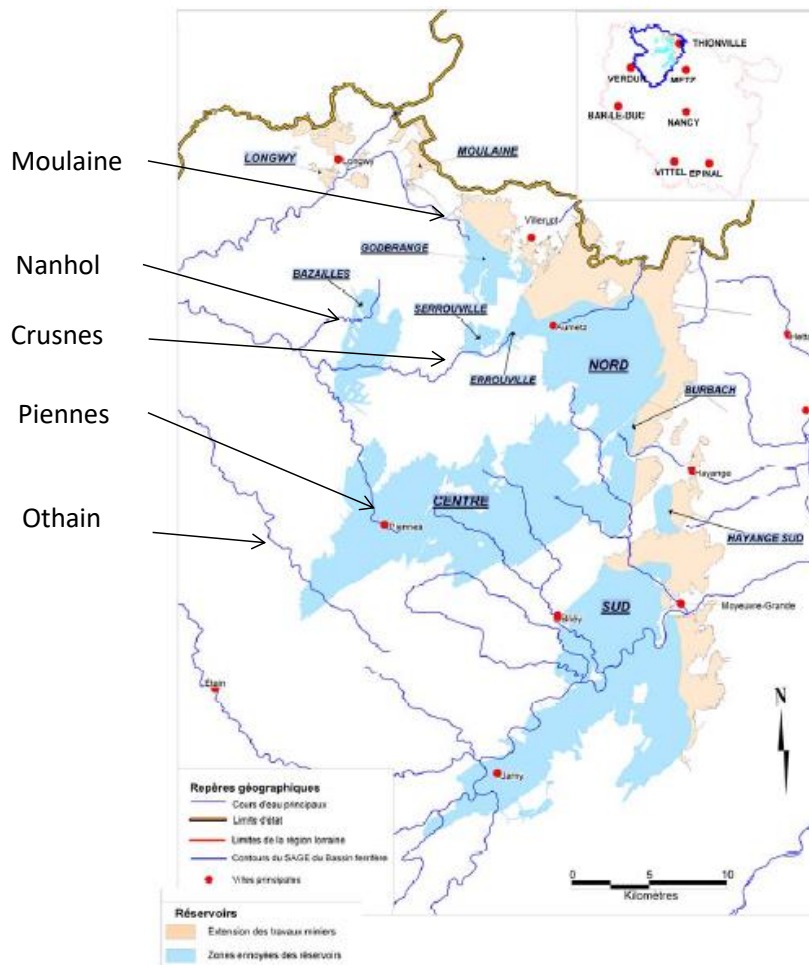


Figure 3 : Carte des zones ennoyées des réservoirs miniers (en bleu) (Source : Ollagnier et Hidalgo, 2011)

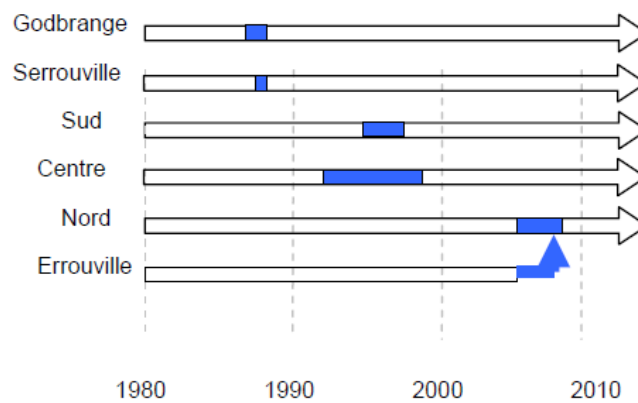


Figure 4 : Chronologie de l'ennoyage progressif des réservoirs miniers (en bleu) (Source : Ollagnier et Hidalgo, 2011)

3 Sélection de stations hydrométriques

Un échantillon de 16 stations cibles, réparties sur le bassin versant, a été sélectionné pour réaliser les simulations (voir liste au Tableau 1 et localisation en Figure 5). Cette sélection a été réalisée sur la base de plusieurs aspects :

- connaissance fine du bassin et de ses enjeux parmi les partenaires du projet (Université de Lorraine, DREAL Grand-Est),
- qualité générale de la station,
- disponibilité en données sur la période de référence du projet (1970-2016),
- couverture spatiale du bassin.

Cet échantillon comprend huit stations sur le cours principal de la Meuse, et huit stations réparties sur les affluents (Mouzon, Vair, Chiers, Vence et Semoy), dont quatre sur la Chiers, le principal affluent. Une station complémentaire, celle de Montcy-Notre-Dame sur la Meuse, apparaît également car il s'agira d'un point de sortie de résultats pour certains modèles (voir rapport intermédiaire pour plus de détails). Cependant, les données à cette station étant jugées peu fiables en étiage comme en crue du fait de la configuration particulière du site et des ouvrages de navigation, elle ne sera pas utilisée comme station de calage et d'évaluation. La station de Verdun (B2360010), initialement sélectionnée, ne présente pas de données exploitables en dehors des pointes de crues. Elle a donc été écartée et remplacée par la station de Belleville. Enfin, la station de Chooz à l'île de Graviat a été déplacée en 2004 sur le site du Trou du Diable pour ne pas subir les influences du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Chooz. Les deux stations seront donc considérées conjointement, et les données mises en cohérences pour ne constituer qu'une seule série dans le cadre du projet.

#	Station	Cours d'eau	Code HYDRO	Superficie [km ²]	Période	Vigicrues	Station étiage AFB	Crue CHIMERE21	Etiage CHIMERE21
1	Goncourt	Meuse	B0220010	368	1971-2018	O	N		O
2	Villars/Circourt-sur-Mouzon	Mouzon	B1092010	401	1968-2018	O	N		O
3	Neufchâteau	Meuse	B1100000	865	1995-2018	O	N	O	
4	Soulosse	Vair	B1282010	440	1969-2018	O	N		O
5	Chalaines	Meuse	B1340010	1728	1973-2018	O	N		O
6	Saint-Mihiel	Meuse	B2220010	2543	1968-2018	O	O		O
7	Belleville	Meuse	B3010010	3201	1993-2018	O	N	O	
8	Stenay	Meuse	B3150020	3915	1963-2018	O	N		O
9	Longlaville	Chiers	B4001010	153	1996-2018	O	N		O
10	Montigny-sur-Chiers	Chiers	B4031010	285	1968-2018	O	N	O	
11	Chauvency-le-Château	Chiers	B4601010	1706	1961-2018	O	N	O	
12	Carignan	Chiers	B4631010	1978	1966-2018	O	O		O
13	Sedan	Meuse	B5020010	6516	1993-2018	O	N		O
14	La Francheville	Vence	B5322010	125	1968-2018	O	O		O
*	Montcy-Notre-Dame	Meuse	B5600010	7796	1972-2018	O	N	O	
15	Haulmé	Semoy	B6111010	1339	1965-2018	O	N		O
16	Chooz [Trou du Diable]	Meuse	B7200000	10181	2004-2018	O	N		O
	Chooz [Ile Graviat]	Meuse	B7200010	10181	1956-2004	O	N		O

Tableau 1 : Liste des stations hydrométriques considérées

Les bassins associés à ces stations présentent des superficies de 125 à 10 180 km² (médiane de 1520 km²). La plupart des stations ont des séries de données remontant aux années 1960 ou 1970. Quatre stations sont cependant plus récentes et ne présentent des séries que depuis le milieu des années 1990 (Neufchâteau, Belleville et Sedan sur la Meuse, Longlaville sur la Chiers).

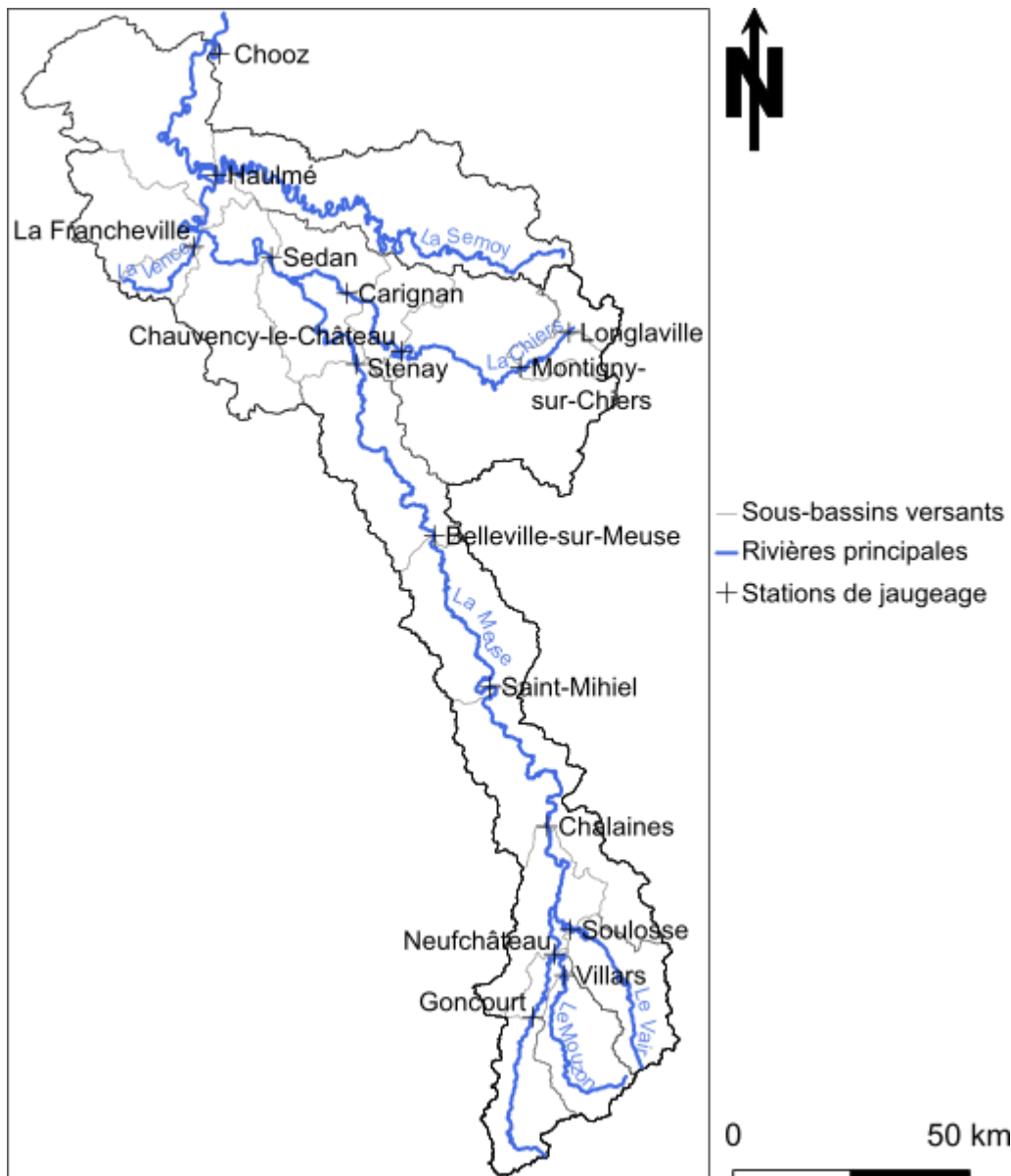


Figure 5 : Localisation des stations hydrométriques et contours des bassins versants associés

Les stations sont toutes en service et sont suivies actuellement par le service hydrométrique de la DREAL Grand-Est. Monsieur Denis Lognon, hydromètre de la DREAL en charge du secteur Meuse, nous a indiqué que, si les stations sont globalement bien suivies, les mesures en étiage sont délicates sur la plupart des stations, en raison de présence importante de végétation qui pousse progressivement dans le fond de la rivière en été et modifie la relation hauteur/débit, et/ou de conditions hydrauliques locales influencées (by-pass de stations, influences aval liées à des seuils et/ou des activités, lits larges avec une faible sensibilité à l'étiage). Cela se traduit notamment sur la plupart des stations par des hydrogrammes assez chahutés en étiage. Des corrections sont apportées par la DREAL pour tenir compte de l'effet de la végétation, mais de l'incertitude subsiste. Notons que la station de Neufchâteau est fortement influencée en étiage par une perte via le ru de l'Abreuvoir, qui court-circuite la station, conduisant à une sous-estimation des débits en étiage.

Toutes les stations font l'objet d'un suivi pour la prévision des crues par le service de prévision des crues (SPC) Meuse-Moselle basé à Metz au sein du réseau Vigicrues (www.vigicrues.gouv.fr).

Trois stations, Saint-Mihiel sur la Meuse, Carignan sur la Chiers et La Francheville sur la Vence, font l'objet d'un suivi dans le cadre de l'Observatoire national des étiages (Onde ; <http://onde.eaufrance.fr/>).

Les deux dernières colonnes du Tableau 1 indiquent les stations qui devraient faire l'objet d'une attention plus particulière sur les crues et les étiages dans le cadre du projet, même si l'analyse des résultats sera réalisée de manière systématique sur toutes les stations.

L'annexe 2 présente pour chaque station une fiche récapitulant les informations principales, que ce soit sur les caractéristiques hydroclimatiques ou sur la qualité de la station et les influences.

4 Les activités anthropiques et leurs influences

Quatre activités principales ont été ciblées dans le cadre de la recherche d'influences :

- Les influences liées à la consommation d'eau urbaine, qu'il s'agisse de prélèvements pour l'adduction en eau potable (AEP) ou de rejets de stations d'épuration ;
- Les prélèvements pour les activités industrielles ;
- Les prises d'eau pour alimenter les canaux de navigation ;
- Les influences liées aux exhaustes minières.

Dans la suite, nous donnons un aperçu général sur ces influences avant de détailler les sources de données utilisées.

4.1 Aperçu général des influences

Dans le cadre de la Directive cadre européenne sur l'eau (DCE), le Comité de Bassin Rhin-Meuse a effectué une analyse des activités humaines et des pressions sur les cours d'eau du bassin de la Meuse (Comité de bassin Rhin-Meuse 2012). En 1999, on y recense environ 470,000 habitants, répartis sur 700 communes, qui consomment annuellement 29 millions de mètres cubes d'eau. Le Tableau 2 recense les principales agglomérations présentes sur le bassin.

Département	Ville	Nombre d'habitants
Ardennes	Bogny-sur-Meuse	5531
Ardennes	Charleville-Mézières	49975
Ardennes	Givet	6736
Ardennes	Nouzonville	6334
Ardennes	Revin	7462
Ardennes	Sedan	19218
Meurthe-et-Moselle	Longuyon	5559
Meurthe-et-Moselle	Longwy	14521
Meurthe-et-Moselle	Mont-Saint-Martin (STEP avec Longwy)	8241
Meuse	Commercy	6324
Meuse	Saint Mihiel	5260
Meuse	Verdun + Belleville/Meuse + Thierville/Meuse	24496
Vosges	Neufchâteau	6615
Vosges	Vittel + Contrexéville	9476

Tableau 2 : Principales agglomérations sur le bassin versant de la Meuse

Malgré la présence de terres cultivables sur la majorité du bassin, l'agriculture irriguée est très peu présente et on ne recense aucun prélèvement à son usage. Selon l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, en 2000, 90% des prélèvements en eau superficielle sur le bassin sont effectués par le secteur de l'énergie. Ces prélèvements servent surtout au refroidissement de la centrale EDF de Chooz, située à l'aval de la partie française du bassin (cf. station hydrométrique de Chooz mentionnée plus haut), sachant qu'une majorité de ces prélèvements sont utilisés en circuit ouvert, c'est-à-dire qu'ils sont restitués à la rivière (le reste étant perdu comme aéroréfrigérant par évaporation). Les autres prélèvements s'élèvent à 9% pour les industries et à 1% pour les collectivités.

Le Comité de bassin Rhin-Meuse (2012) a également effectué une analyse des pressions sur les cours d'eau du bassin. Les origines des perturbations identifiées sur le régime hydrologique des cours d'eau sont :

- les prises d'eau et les restitutions pour la navigation,
- les prises d'eau industrielles,
- les activités des secteurs miniers en Lorraine.

De cette analyse, une carte identifiant les tronçons de débits influencés a été produite par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (Figure 6). Les principaux tronçons jugés influencés en période d'étiage sont :

- la partie aval de la Méholle, en lien avec la prise d'eau pour l'alimentation du canal de la Marne au Rhin,
- le cours de l'Othain, en lien avec les exhaures minières et les soutiens d'étiage associés,
- la Bar, en lien avec la prise d'eau pour l'alimentation du canal des Ardennes et le lac de Bairon.

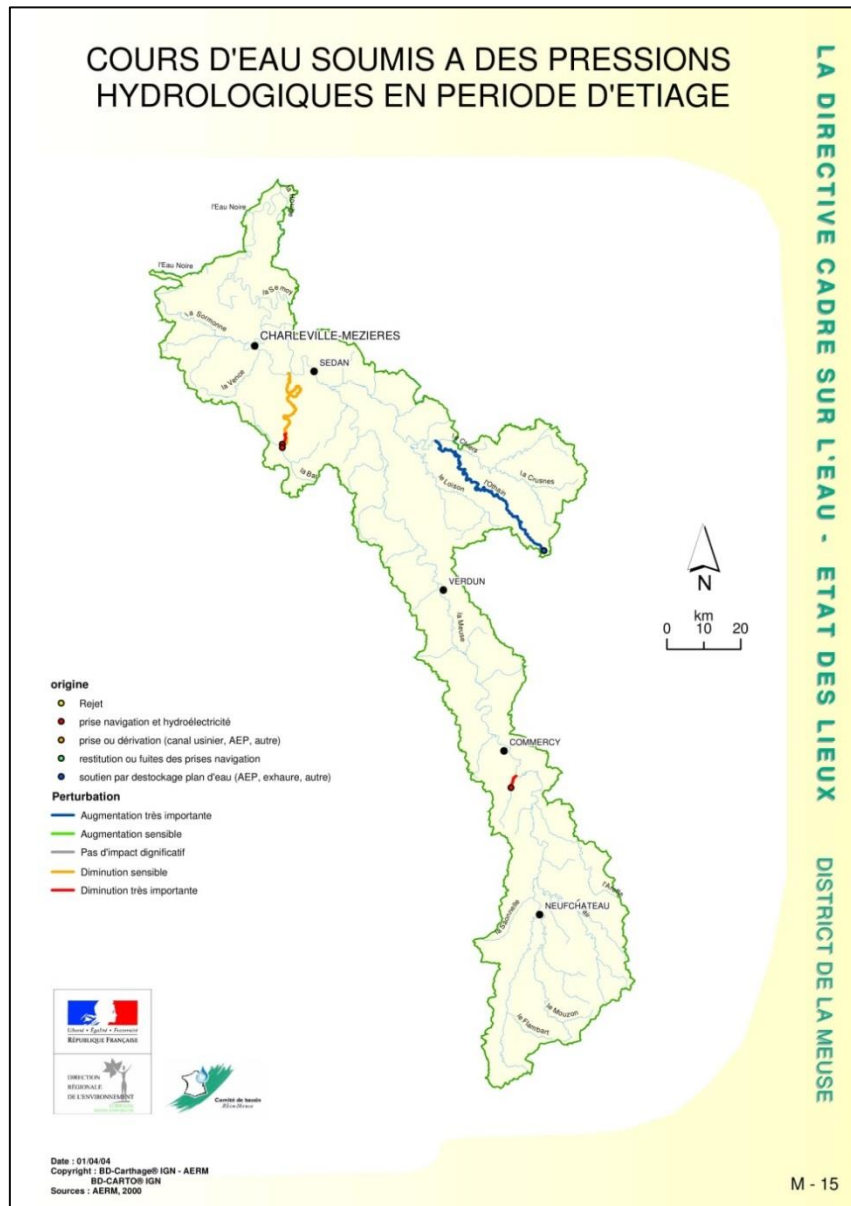


Figure 6 : Carte des tronçons significativement influencés par des activités anthropiques sur le bassin de la Meuse avec du sud au nord, la Méholle, l'Othain et la Bar (Comité de bassin Rhin-Meuse 2012).

Au vu de cette carte des tronçons significativement influencés, les stations sélectionnées dans le projet ne semblent pas directement soumises à ces influences. Cependant, se pose la question du devenir de l'impact de ces influences lorsque l'on se déplace vers l'aval. Cette analyse de l'Agence de l'Eau, réalisée par tronçon, a donc été reprise ici de manière systématique, pour chacune des stations sélectionnées, en exploitant les bases de données disponibles.

4.2 Données identifiées

4.2.1 Rappel des besoins en données

Pour réaliser une analyse détaillée des influences potentielles et procéder, le cas échéant, à une naturalisation des chroniques de débits observés, il est nécessaire de disposer :

- de la localisation et de la date de démarrage des influences,
- de séries de données quantitatives sur les influences, au pas de temps ciblé et sur la période sur laquelle on cherche à faire l'analyse, sachant que les influences ont pu évoluer dans le temps,
- d'informations quantitatives sur la consommation induite par l'usage.

Ces différentes informations sont rarement toutes disponibles. Dans le cas de la Meuse, bien que des bases de données existent, il est rare de disposer d'informations quantitatives détaillées, sur des périodes suffisantes. Rappelons que nous travaillons sur la période 1970-2016, et que plus on remonte dans le temps, moins il existe de données détaillées accessibles. Dans la plupart des cas, seule la localisation de l'influence et des données quantitatives très partielles (large pas de temps et/ou données récentes) ont pu être regroupées, ce qui limite la portée des analyses et oblige à faire des hypothèses ou simplifications parfois fortes.

La principale base de données regroupant les données d'influences sur le bassin est le Système d'information sur l'eau Rhin-Meuse (SIERM - <http://rhin-meuse.eaufrance.fr/>). Cette base de données identifie les points de prélèvements et de rejets présents sur le bassin et regroupe de nombreuses données de quantité et de qualité de l'eau. Les recherches, par commune ou par thème, permettent de trouver l'essentiel des informations suivant différentes rubriques (voir Figure 7).

The screenshot displays the SIERM website interface. At the top, there is a navigation bar with links for 'NewLetter de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse', 'Partenaires', 'Actualités', 'Téléchargement', and 'FAQ'. Below this is a search bar with the text 'Recherche de documentation...'. The main navigation menu includes 'Données', 'Eaux superficielles', 'Eaux souterraines', 'Pressions', 'Santé publique', 'Economie', and 'Zonages & Référentiels'. The search tool is titled 'Outil de recherche multithématiques' and has 'COMMUNES' selected under 'Recherchez par:'. Below the search tool, there are two steps: '1 Sur quelles communes recherchez vous des données ?' and '2 Liste des éléments disponibles'. The 'SITUATION GÉOGRAPHIQUE' section shows 'HYDROGRAPHIE (13 cours d'eau, 0 plan(s) d'eau, 4 entité(s) hydrogéologique(s) dans la zone de recherche)' and 'ZONAGES DCE (5 masse(s) d'eau cours d'eau, 0 masse(s) d'eau plan d'eau, 4 masse(s) d'eau souterraine(s) dans la zone de recherche)'. The 'DONNÉES DISPONIBLES' section lists various data categories: 'COURS D'EAU : QUALITÉ DES EAUX (1 dans la zone de recherche & 6 à proximité)', 'COURS D'EAU : DÉBITS (0 dans la zone de recherche & 0 à proximité)', 'PLANS D'EAU : QUALITÉ DES EAUX (0 dans la zone de recherche)', 'ZONES HUMIDES (2 dans la zone de recherche)', 'EAUX SOUTERRAINES : QUALITÉ DES EAUX (36 dans la zone de recherche & 79 à proximité)', 'EAUX SOUTERRAINES : PIÉZOMÉTRIE (0 dans la zone de recherche & 1 à proximité)', 'REJETS URBAINS (1 dans la zone de recherche)', 'REJETS INDUSTRIELS (0 dans la zone de recherche)', 'SANTÉ PUBLIQUE', 'ECONOMIE', and 'AUTRES DONNÉES'.

Figure 7 : Copie d'écran de la base SIERM de l'AERM

4.2.2 AEP et STEP

Nous avons ainsi pu identifier et regrouper à partir de cette base les principaux points de prélèvements AEP en rivière et les principaux points de rejets de stations d'épuration. Ces données quantitatives étaient présentes sur de courtes périodes (généralement moins de deux ans) et souvent sous la forme de valeurs ponctuelles. Un prétraitement a été réalisé pour obtenir des valeurs moyennes d'influence sur la base des données disponibles. Les sorties des stations d'épuration ont été déduites des valeurs de qualité par l'intermédiaire des données de concentration et de charge.

Le Tableau 3 et le Tableau 4 donnent la liste des points de prélèvement AEP (7 points) et des stations d'épuration (15 stations) considérés ici. Rappelons que l'essentiel des prélèvements AEP sur le bassin (93%) se font en nappes. A défaut d'éléments quantitatifs sur les liens nappe-rivière, nous avons négligé ces prélèvements en nappe dans l'estimation des influences directes.

INS - Nom	UGE - Nom	INS - Débit moyen (m3/j)	INS - Débit moyen (m3/s)
PRISE D'EAU EN MEUSE	CHARLEVILLE MEZIERES	90	0.001
LA HOUILLE - PRISE D'EAU	GIVET	1200	0.014
LA PILETTE RUISSEAU PAS FAUVIN	MONTHERME	80	0.001
RUISSEAU LA FALIGEE	MONTHERME	520	0.006
PRISE D'EAU LA SORMONNE	CHARLEVILLE MEZIERES	4000	0.046
PRISE D'EAU DE MONTMEDY	C.D.C DE L'AGGLOMERATION DE LONGWY	2000	0.023
PRISE D'EAU DU VAIR	SYNDICAT VRAINE ET XAINTOIS	20	0.000

Tableau 3 : Liste des points de prélèvement AEP en rivière considérés

STEP	Débit (m3/j)	Débit (l/s)
Belleville-sur-Meuse/Verdun	3552	41
Bogny-sur-Meuse _ Braux	259	3
Bogny-sur-Meuse _ Château	291	3
Charleville-Mézières	12916	149
Commercy	945	11
Givet	772	9
Longuyon	853	10
Longwy	12688	147
Neufchâteau	1463	17
Nouzonville	1195	14
Revin	565	7
Saint Mihiel (Chauvencourt)	746	9
Sedan	8589	99
Val-de-Meuse	185	2
Vittel/Contrexéville	5050	58

Tableau 4 : Liste des stations d'épuration considérées

En termes d'évolution, la Figure 8 montre que de 1982 à 2015 la population a diminué, avec vraisemblablement des évolutions significatives des prélèvements correspondants.

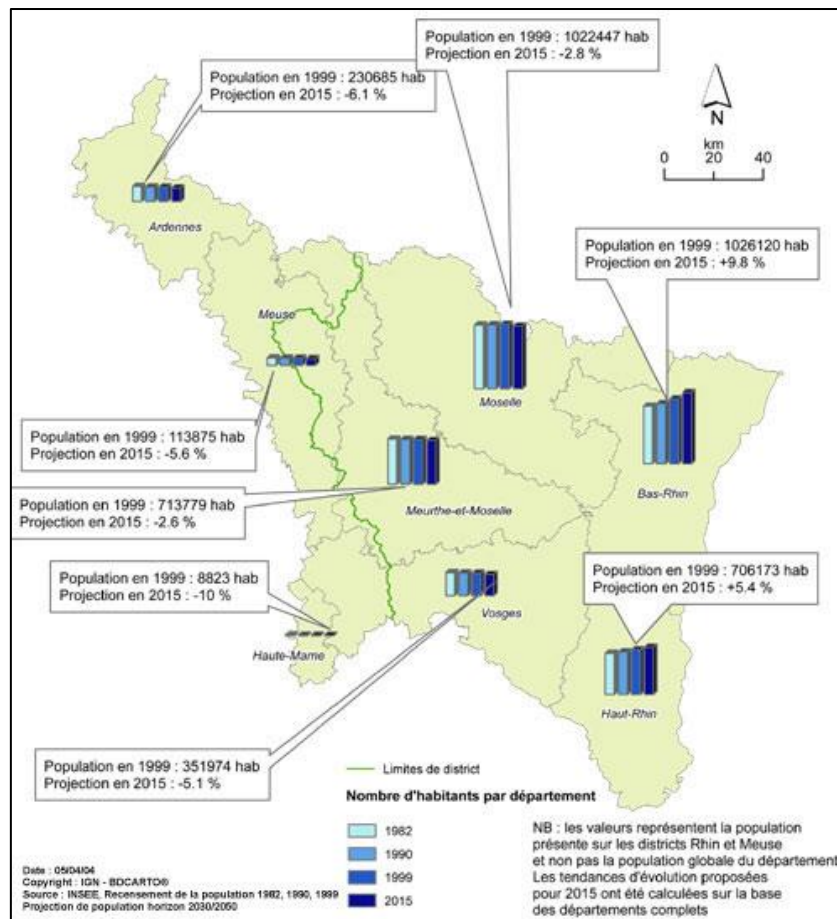


Figure 8 : Evolution de la population sur les bassins du Rhin et de la Meuse (Comité de bassin Rhin-Meuse 2012).

4.2.3 Canaux

Concernant les canaux, des données ont pu être obtenues auprès de Voies Navigables de France (VNF), fournissant des profils en long des prises et rejets d'eau associés aux canaux. Les données fournies concernant les prises d'eau se limitent cependant aux valeurs nominales des pompes en place et les rejets (fuites) à des valeurs théoriques estimées. Il n'y a donc pas de valeurs mesurées.

Pour le canal de la Marne au Rhin, l'influence des prélèvements pour alimenter les canaux peut être significative en période d'étiage. En opérationnel, la prise d'eau s'effectue d'abord sur la Méholle. Quand le débit y devient trop faible, la prise de Troussey sur la Meuse est activée pour renflouer le bief 13 et remonter de l'eau jusqu'au bief de partage. Un limnigramme a été installé récemment à l'aval de la prise de Troussey pour mieux évaluer les prises d'eau, mais la station ne semble pas encore suffisamment fiable. En absence de chroniques détaillées, nous n'avons considéré que des prises maximum correspondant au débit nominal des pompes : dans la Méholle de $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$ (trois pompes de $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$) et de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ dans la Meuse. Ces valeurs sont cependant probablement bien supérieures à l'influence moyenne réelle. Lors de la période d'étiage, au vu des débits caractéristiques d'étiage de la Méholle, on estime que la prise pour la navigation peut réduire les débits observés d'environ $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ en termes de QMNA5, sachant que le QMNA5 de la Méholle au confluent de la Meuse est de $0.155 \text{ m}^3/\text{s}^4$. Concernant les fuites, leur répartition est délicate à apprécier et leur influence directe en rivière vraisemblablement limitée. Elles n'ont donc pas été

⁴ <http://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/meholle.pdf>

considérées. De même, nous n'avons pas pu obtenir d'informations quantitatives suffisamment détaillée sur les prises d'alimentation du canal de la Meuse et du canal des Ardennes.

4.2.4 Barrages-réservoirs

Concernant le barrage de Vierre sur la Semois, des données de niveau de la retenue et de puissance turbinée ont pu être obtenues auprès du gestionnaire de l'ouvrage, sur une période de deux ans. L'analyse des données fournies montre que la cote de la retenue est, en première approche, quasiment constante sur cet ouvrage au fil de l'eau. Le gestionnaire de l'ouvrage, ainsi que la DREAL, ont indiqué que l'ouvrage n'est pas vraiment de nature à impacter significativement les étiages à la station de Haulmé sur la Semois retenue pour le projet. L'influence de l'ouvrage a donc été négligée ici.

Nous n'avons pas considéré d'autres barrages-réservoirs, dont les tailles, le niveau d'influence et/ou la localisation au sein du bassin ne justifiaient pas un traitement particulier.

4.2.5 Exhaures minières

Concernant les exhaures, il n'existe pas de chroniques détaillées sur les quantités d'eau extraites des différents pôles miniers. Des valeurs de volumes globaux rejetés sont disponibles dans certains rapports, avec des valeurs de 179 millions de m³/an pour la période 1946-1993, avec une importante variabilité interannuelle (minimum de 70 m³/an en 1946 et maximum de 291 millions de m³/an en 1981). Il n'a cependant pas été possible de trouver des chronologies d'influences. Avec l'abandon des mines, la remontée de la nappe a entraîné l'apparition d'exutoires miniers sur certains bassins. Sur d'autres, l'arrêt des exhaures a été compensé par la mise en place de soutien d'étiage en certains endroits. Si la piézométrie des sites est aujourd'hui bien suivie par le BRGM, nous n'avons pu trouver que des valeurs moyennes de soutien d'étiage sur trois cours d'eau : 0.1 m³/s sur la Crunes, 0.13 m³/s sur l'Othain, 0.2 m³/s sur la Moulaine.

4.2.6 Industries

Comme nous l'avons vu précédemment, sur le bassin de la Meuse, ce sont les industries qui prélèvent le plus d'eau dans les rivières. Les données de prélèvements exploitées ont été fournies par la DREAL Grand-Est et vont de 2012 à 2014. Nous ne disposons pas de données plus anciennes sur ces prélèvements. Cela pose des problèmes de représentativité dès lors que l'on travaille sur toute notre période d'étude, qui présente une forte variété de conditions hydroclimatique. En effet, les prélèvements sont influencés par les conditions climatiques, les pratiques de production, etc.. Les prélèvements ont par ailleurs certainement évolué dans le temps.

Nous avons pris en compte les prélèvements et rejets dans les masses d'eaux de surface suivantes :

- La Meuse
- Vrigne
- La Houille
- La Sormonne
- L'Audry
- Ennemane
- Scance
- Vair

- Vraine
- Othain
- Moulaine
- Ruisseau de Fienne
- Ruisseau du Pierge
- Ruisseau de l'Aulnois
- Ruisseau de la Bièvre
- Ruisseau de Chenau

La consommation annuelle est calculée comme la différence entre prélèvements et rejets :

$$Consommation = Prélèvement_{Eaux\ de\ surface} - Rejet_{Eaux\ de\ surfaces}$$

En Annexe 3, sont listées les industries avec leurs consommations respectives. Dans le cas où la consommation est positive (Tableau 11), les prélèvements sont supérieurs aux rejets, le volume du cours d'eau est alors plus bas que son volume naturel. Si la consommation est négative (Tableau 10), les rejets sont supérieurs aux prélèvements, le volume du cours d'eau est alors plus important que son volume naturel. Cela peut arriver dans le cas d'apports d'eau externes à l'entité considérée. Les consommations sont données sous format annuel. Cependant, il se peut qu'au cours de l'année le régime journalier varie selon les conditions climatiques ou des périodes de production spécifiques à l'industrie. De 2012 à 2014, les consommations par industrie sont assez semblables d'une année à l'autre. On note cependant que la consommation de certaines industries varie fortement en passant d'un excédent à un déficit.

Comme attendu, le plus grand consommateur d'eau est la centrale EDF de Chooz. Il s'agit du seul établissement pour lequel nous avons disposé de longues chroniques journalières datées (produites par modélisation).

4.3 Synthèse des points d'influences considérés

La carte de la Figure 9 répertorie l'ensemble des points d'influence considérés dans le cadre de cette analyse. Les points STEP/AEP sont logiquement proches des principales agglomérations. Toutes les zones du bassin sont impactées à des degrés divers.

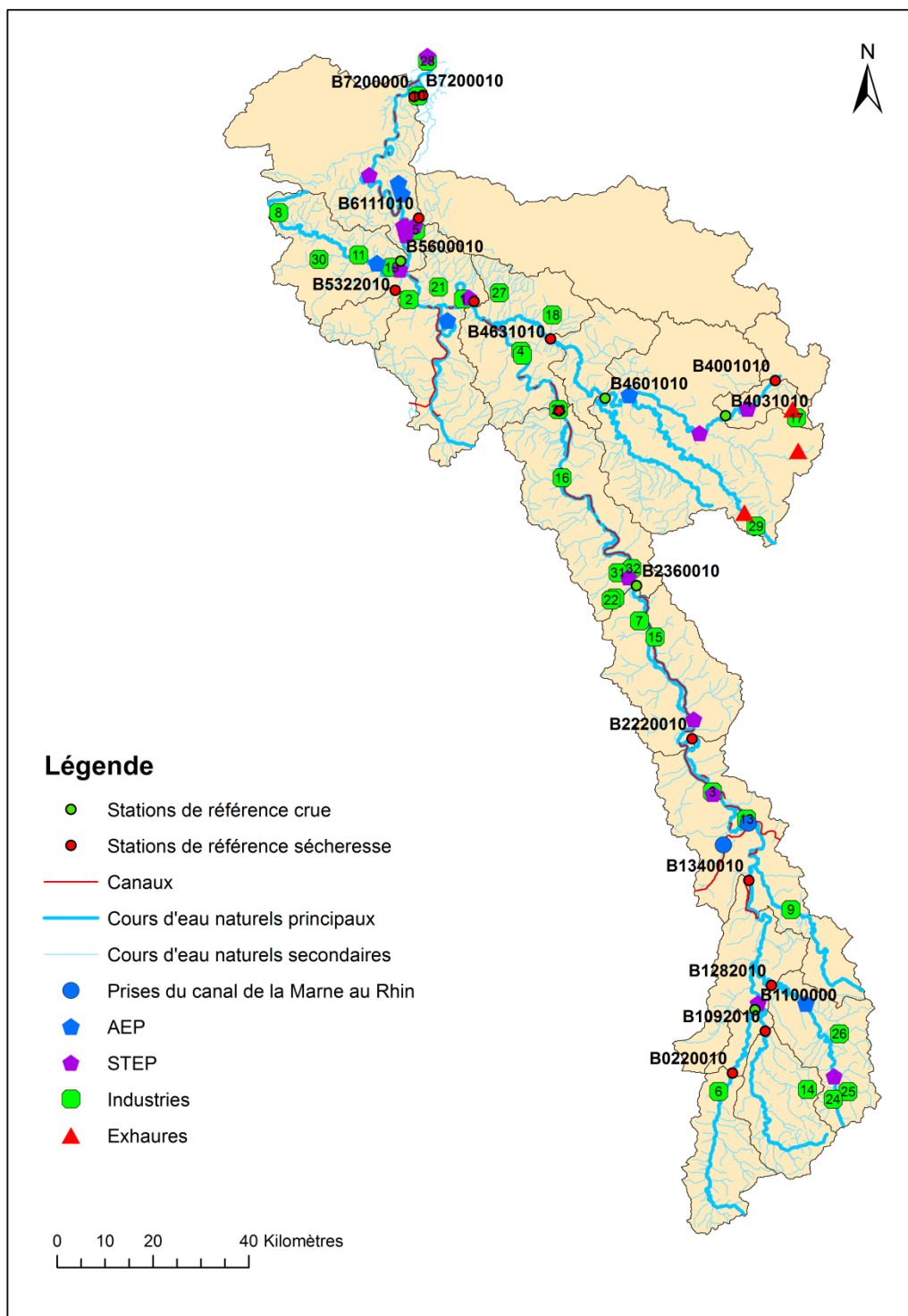


Figure 9 : Carte de l'emplacement de toutes les influences considérées sur le bassin de la Meuse

5 Quels débits naturels ?

5.1 Influencées cumulées

Dans un premier temps, nous avons identifié, pour chaque station hydrométrique considérée, l'ensemble des points d'influence situés à l'amont (voir Tableau 5). Bien entendu, les stations héritent successivement des points de prélèvement situés dans les sous-bassins amont emboîtés.

#	Station	Cours d'eau	Code HYDRO	Points AEP/STEP	Points Industries	Points Canaux	Points Exhaure
1	Goncourt	Meuse	B0220010	0	1	0	0
2	Villars/Circourt-sur-Mouzon	Mouzon	B1092010	0	1	0	0
3	Neufchâteau	Meuse	B1100000	0	2	0	0
4	Soulosse	Vair	B1282010	2	3	0	0
5	Chalaines	Meuse	B1340010	3	5	0	0
6	Saint-Mihiel	Meuse	B2220010	4	8	2	0
7	Belleville	Meuse	B3010010	5	10	2	0
8	Stenay	Meuse	B3150020	6	15	2	0
9	Longlaville	Chiers	B4001010	0	0	0	0
10	Montigny-sur-Chiers	Chiers	B4031010	1	1	0	1
11	Chauvency-le-Château	Chiers	B4601010	3	2	0	3
12	Carignan	Chiers	B4631010	3	2	0	3
13	Sedan	Meuse	B5020010	9	22	2	3
14	La Francheville	Vence	B5322010	0	0	0	0
*	Montcy-Notre-Dame	Meuse	B5600010	13	29	2	3
15	Haulmé	Semoy	B6111010	0	0	0	0
16	Chooz [Trou du Diable]	Meuse	B7200000	18	30	2	3
	Chooz [Ile Graviat]	Meuse	B7200010	18	31	2	3

Tableau 5 : Nombre de points d'influence considérés par bassin

Nous avons ensuite réalisé une agrégation de ces influences à l'échelle du bassin, en calculant la somme des valeurs moyennes de rejets/prélèvements disponibles pour chaque point d'influence, en comptant les rejets positivement (apports) et les prélèvements négativement (pertes). Cette démarche fait bien entendu des hypothèses fortes (indépendance des influences, influences ayant un impact dans la journée, etc.). Ceci étant, comme nous n'avons pas traité de séries chronologiques, l'approximation est acceptable. Par ailleurs, le fait de traiter des valeurs moyennes annuelles néglige d'éventuels effets de saisonnalité. Il s'agit d'une photographie du bassin à un instant donné, négligeant les évolutions des influences au cours du temps sur la période de référence.

5.2 Seuil d'influence en étiage

La somme des influences ainsi obtenue a été comparée à une valeur seuil, à partir de laquelle on peut considérer que l'influence amont est significative. Dans le cadre du projet, il a été choisi de se référer au débit moyen minimum sur 7 jours consécutifs de période de retour 5 ans (VCN7₅) qui est un indicateur sur les bas débits. Ce débit caractéristique est couramment utilisé comme valeur réglementaire dans les problématiques d'étiage (voir par ex. Lang Delus, 2011).

Dès lors qu'une activité anthropique modifie significativement la valeur du VCN7₅, il a été choisi de la prendre en compte. Dans notre cas, nous avons décidé que le VCN7₅ est considéré comme significativement modifié si les impacts sur le bassin d'alimentation représentent plus ou moins 15% de sa valeur.

Dans le Tableau 6, nous avons spécifié le VCN7₅ fourni par la Banque Hydro ainsi que le VCN7₅ recalculé sur la période d'étude. Bien que très similaires, on note que, sur notre période, les VCN7₅ sont légèrement plus bas que ceux donnés par la Banque Hydro alors qu'ils sont tous obtenus avec la loi de Galton. Par la suite, dans ce rapport, nous prendrons comme référence le VCN7₅ de la période d'étude.

#	Station	Cours d'eau	Code HYDRO	Superficie [km ²]	VCN7 ₅ Banque Hydro [m ³ /s]	VCN7 ₅ 1970-2016 [m ³ /s]
1	Goncourt	Meuse	B0220010	368	0.0426	0.0383
2	Villars/Circourt-sur-Mouzon	Mouzon	B1092010	401	0.0511	0.0371
3	Neufchâteau	Meuse	B1100000	865	0.182* 1995-2010	0.0901
4	Soulosse	Vair	B1282010	440	0.290	0.2648
5	Chalaines	Meuse	B1340010	1728	1.180	1.1400
6	Saint-Mihiel	Meuse	B2220010	2543	1.942	1.7954
7	Belleville	Meuse	B3010010	3201	3.180	3.100
8	Stenay	Meuse	B3150020	3915	5.8000	4.8484
9	Longlaville	Chiers	B4001010	153	0.3683	0.3506
10	Montigny-sur-Chiers	Chiers	B4031010	285	1.0094	0.9203
11	Chauvency-le-Château	Chiers	B4601010	1706	5.3905	4.3835
12	Carignan	Chiers	B4631010	1978	6.8681	6.3873
13	Sedan	Meuse	B5020010	6516	17.1196	15.4604
14	La Francheville	Vence	B5322010	125	0.4225	0.3487
*	Montcy-Notre-Dame	Meuse	B5600010	7796	12.36* 1972-2010	10.0157
15	Haulmé	Semoy	B6111010	1339	2.2937	2.1697
16	Chooz (2004 – actuel)	Meuse	B7200000	10181	24.39	Nombre d'années trop faible
	Chooz (1956-2004)	Meuse	B7200010	10181	15.79	

Tableau 6 : Valeur des VCN7₅ sur les stations du bassin de la Meuse

Sur la station de Chooz qui a été déplacée, nous constatons un contraste sur le VCN7₅ de la Banque Hydro. De 1956 à 2004, la station, située à l'aval de la centrale EDF de Chooz, était influencée par la consommation de cette dernière. En 2004, la station a été déplacée à l'amont et n'est donc plus influencée par la consommation de l'usine. Si les débits n'ont pas été préalablement naturalisés pour calculer le VCN7, la différence peut venir de l'influence de la centrale.

5.3 Identification des stations significativement influencées en étiage

Dans le Tableau 7, nous avons comparé l'influence totale amont à la valeur seuil de significativité de l'influence ($0.15 \times \text{VCN7}_5$). Les stations apparaissant sur fond grisé sont celles pour lesquelles les influences semblent pouvoir être considérées comme significatives en étiage.

Sur la partie amont de la Meuse (Meuse, Mouzon, Vair), où les débits sont faibles, la présence de quelques industries semble de nature à perturber les débits. Une fromagerie (considérée ici) à l'amont de la station de Goncourt a été identifiée par la DREAL comme potentiellement impactante. La DREAL signale aussi de possibles prélèvements sauvages pour l'agriculture à l'amont de cette station. Les stations de Saint-Mihiel, Belleville et Stenay semblent particulièrement affectées par la prise d'eau du Canal de la Marne au Rhin, au bémol que les prises réelles ont potentiellement été surestimées ici.

#	Station	Cours d'eau	Code HYDRO	Seuil d'influence 0.15*VCN7 ₅ [m ³ /s]	Impact, 2012 [m ³ /s]	Influence majoritaire
1	Goncourt	Meuse	B0220010	0.006	0.024	Industrie
2	Villars/Circourt-sur-Mouzon	Mouzon	B1092010	0.006	0.024	Industrie
3	Neufchâteau	Meuse	B1100000	0.014	0.036	Industrie
4	Soulosse	Vair	B1282010	0.041	-0.044	Industrie
5	Chalaines	Meuse	B1340010	0.170	0.126	
6	Saint-Mihiel	Meuse	B2220010	0.269	-1.610	Prise canaux
7	Belleville	Meuse	B3010010	0.477	-1.585	Prise canaux
8	Stenay	Meuse	B3150020	0.726	-1.508	Prise canaux
9	Longlaville	Chiers	B4001010	0.053	0	
10	Montigny-sur-Chiers	Chiers	B4031010	0.138	0.348	Exhaure
11	Chauvency-le-Château	Chiers	B4601010	0.658	0.566	
12	Carignan	Chiers	B4631010	0.960	0.566	
13	Sedan	Meuse	B5020010	2.319	-0.961	
14	La Francheville	Vence	B5322010	0.053	0	
*	Montcy-Notre-Dame	Meuse	B5600010	1.502	-0.753	
15	Haulmé	Semoy	B6111010	0.330	0	
16	Chooz	Meuse	B7200000 B7200010	Non disponible 2.681	-0.747 -1.903	

Tableau 7 : Comparaison des seuils de significativité des influences et des influences totales amont

5.4 Traitements réalisés

Etant donné les fortes contraintes sur la disponibilité des données d'influences, il n'était pas envisageable de mettre en place des procédures de naturalisation systématiques. Pour les stations jugées influencées dans le Tableau 7, nous avons considéré ne pas disposer de suffisamment d'informations sur les points d'influence considérés pour procéder à une naturalisation. Les impacts des influences étant cependant jugés significatifs en étiage, nous avons décidé de marquer les débits en deçà de ce seuil comme potentiellement influencés.

Bien que la station de Chooz ne paraisse pas significativement influencée au regard des critères précédents, la série disponible jusqu'en 2004 au site de l'Île Graviat a été désinfluencée, de manière à la rendre homogène avec la série du site de Trou du diable, située hors influences du CNPE. Les travaux ont été réalisés par J. Gailhard à EDF-DTG. Ils ont consisté à ajouter aux observations de débits des quantités évaporées issues de modélisations simples développées pour le projet (fonction de la seule température journalière et du facteur de charge du CNPE compris entre 0 et 2). La Figure 10 montre la bonne correspondance entre quantités évaporées modélisées dans le cadre du projet et celles produites par le calcul de référence basé sur des données plus complètes faisant notamment intervenir l'humidité de l'air. Le modèle a donc pu être utilisé pour produire des séries sur toute la période à naturaliser.

Au final, les impacts sur les débits sont relativement faibles, étant donné les débits importants de la Meuse à ce niveau. Dans le projet, une seule série constituée par les débits naturalisés de l'Île Graviat avant le 22/04/2004 et des débits observés à Trou du diable ensuite, sera utilisée. La série ainsi obtenue correspond bien à celle estimée hors influence située à l'aval de la frontière franco-belge.

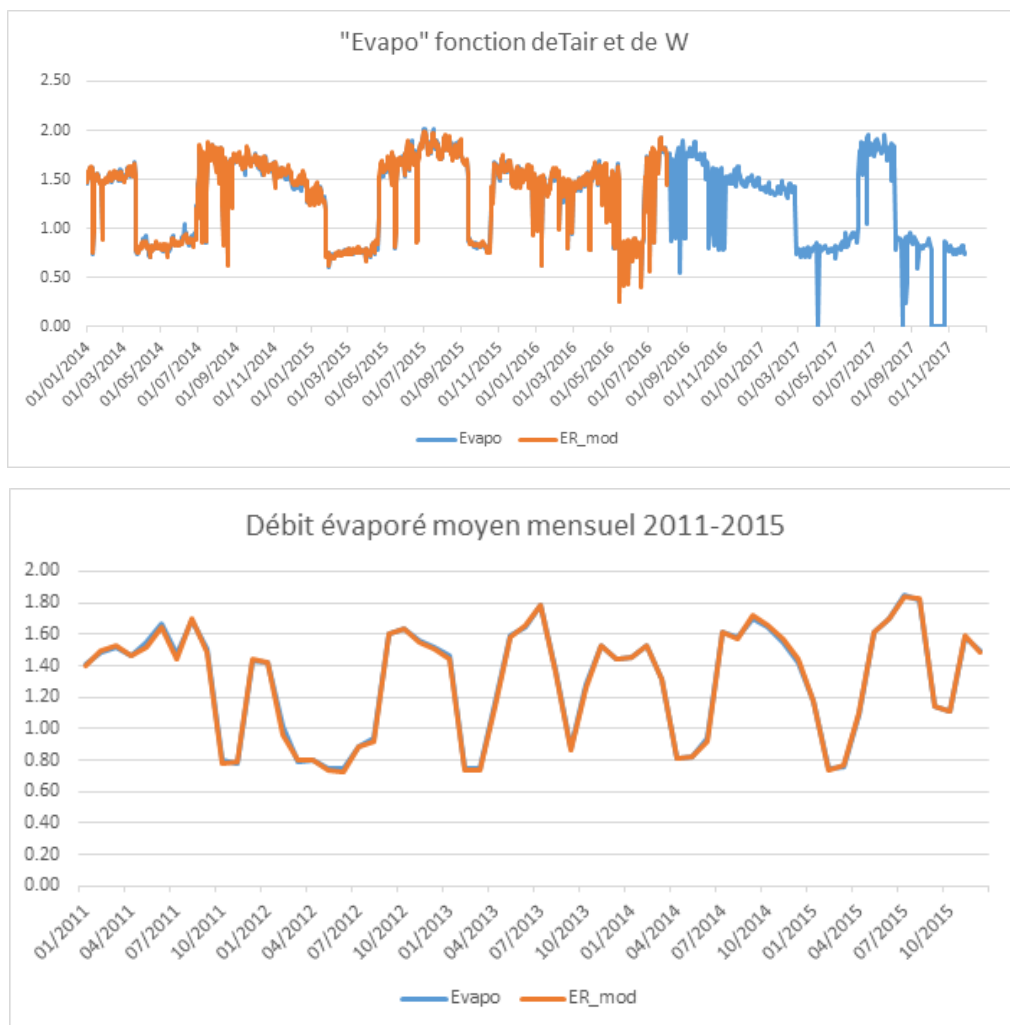


Figure 10 : Comparaison des séries d'évaporation modélisées à Chooz par rapport aux valeurs de référence (Source : J. Gailhard, EDF-DTG)

Un traitement complémentaire des séries a été réalisé sur la base de :

- une analyse visuelle des chroniques pour détecter les débits douteux en étiage, sur la base d'une représentation en échelle logarithmique des débits (graphiques produit en R au format html ; voir ex. à la Figure 11 ; contacts Irstea : B. Génot / O. Delaigue). Cette analyse a par ailleurs permis d'identifier les stations pour lesquelles les débits en étiage paraissent très fluctuants, potentiellement en lien avec des difficultés météorologiques (influences aval, développement de végétation, etc.) ;
- une analyse automatique permettant de détecter les périodes de débit constants ou interpolés.

Ces débits, jugés inutilisables pour la modélisation, se sont vu attribuer un code indiquant une lacune. Ils ne seront donc pas pris en compte par les modélisateurs pour caler ou évaluer leurs modèles.

B2220010

La Meuse à Saint-Mihiel

BH: Indice de validité Banque HYDRO

5: estimé
1: inconnu faible
0: inconnu fort
8: reconstitué bon
9: bon

BI: Indice de validité Banque IRSTEA

0: anomalie présumée : valeur interpolée
1: pas d'anomalie détectée

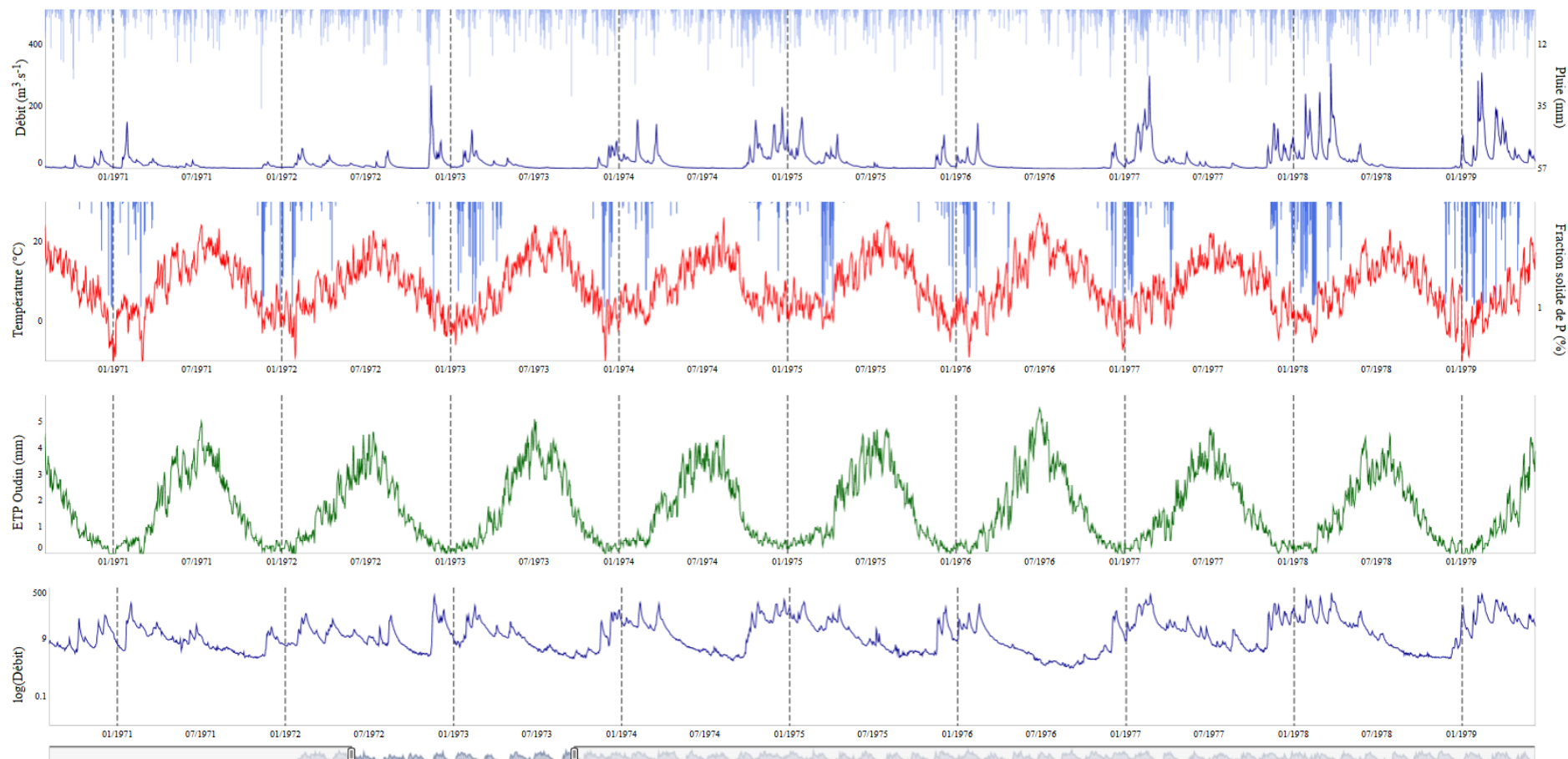


Figure 11 : Exemple de sortie graphique utilisée pour l'analyse visuelle des chroniques (de haut en bas : débits, températures et précipitations, évapotranspiration potentielle, débits en échelle logarithmique)

5.5 Synthèse sur l'ensemble des stations

Le Tableau 8 récapitule les différents résultats des analyses sur les seize stations cibles du projet. Nous avons regroupé :

- les résultats de l'analyse des influences des usages de l'eau,
- les analyses produites par le service hydrométrique sur la qualité de la station et les difficultés métrologiques éventuelles,
- la critique visuelle des séries.

Cela permet de donner un indice de confiance global sur les débits en étiage.

#	Station	Cours d'eau	Code HYDRO	Superficie [km²]	Influence HYDRO	Commentaire Banque Hydro	Analyse visuelle des chroniques	Avis D. Lognon (DREAL) 14/06/2018	Influences amont significatives	Traitement
1	Goncourt	Meuse	B0220010	368	Pas ou faiblement	-	Quelques périodes d'étiage avec des données suspectes (valeurs quasi constantes ou variations brusques)	Points bas inexplicables sur les hydrogrammes. Présence de la fromagerie potentiellement impactante, mais pompes agricoles possibles également. Influence au niveau de la courbe de tarage (seuil à l'aval, pousse de végétation), correction manuelle réalisée	O	- Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
2	Villars/Circourt-sur-Mouzon	Mouzon	B1092010	401	Pas ou faiblement	-	Débits très bruités en périodes de basses eaux	Sensibilité faible de la station en étiage; influence de l'herbe; Correctif appliqué	O	- Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
3	Neufchâteau	Meuse	B1100000	865	Fortement en étiage.	Station court circuitée par le ruisseau de l'Abreuvoir qui est une résurgence de la Meuse	Débits très bruités en périodes de basses eaux	Bypass de la station : Autant d'eau dans la ruisseau de l'Abreuvoir que dans la Meuse en étiage sévère (débit disponibles dans la résurgence)	O	- Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
4	Soulesse	Vair	B1282010	440	Fortement en étiage.	-	Nombreux débits douteux	Faible sensibilité en étiage; influence d'un petit barrage à l'aval; seuils en béton reconstruits dans les années 1980; Seuils souvent encombrés par l'herbe ou embâcles, influencent la station. Station ou la mesure est globalement compliquée	O	- Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
5	Chalaines	Meuse	B1340010	1728	Fortement en étiage	A partir du 01/07/06, les débits inférieurs à 2.50 m3/s ne sont plus considérés fiables dû à une instabilité de la section de contrôle.	Débits d'étiages très bruités certaines années	Echelle sur le seuil, mais seuil mobile, enherbé, avec végétation; Chemins préférentiels de l'eau différents d'une année sur l'autre; La station ne "voit" parfois pas l'eau; Station en amont depuis une dizaine d'année (Chalaines amont B1340020) à regarder	N	- Valeurs jugées douteuses mises en lacune
6	Saint-Mihiel	Meuse	B2220010	2543	Pas ou faiblement	-	Faibles débits très hâchés	Influences significatives liées à la prise d'eau du canal Mesure fiable sinon	O	- Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
7	Belleville	Meuse	B3010010	3201	Fortement en étiage	-	Débits tronqués en dessous de 21.5 m3/s jusqu'en 2004. Débits corrects ensuite	Station de Belleville influencée par l'aval : centrale hydroélectrique qui a repris son activité ces dernières années; seuil très large à 5-6 km à l'aval, avec faible sensibilité à l'étiage; herbe fait monter le niveau d'eau (correctifs appliqués); environ 0.5 m3/s en étiage déviés par le canal qui court-circuite la station de Belleville	O	- Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
8	Stenay	Meuse	B3150020	3915	Pas ou faiblement	-	Faibles débits très hâchés	Influence par l'herbe; correctif appliqué; pas de difficultés autres; environ 0.25 m3/s pris en permanence par le canal	O	- Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
9	Longlaville	Chiers	B4001010	153	Pas ou faiblement	-	Apparent débit de base en été; bassin très réactif	Influence par l'herbe	N	- Valeurs jugées douteuses mises en lacune
10	Montigny-sur-Chiers	Chiers	B4031010	285	Fortement en étiage	-	Station apparaissant très influencée	Usine juste à l'amont avec dérivation; problèmes de capteurs; courbe de tarage moyenne; +/-15% d'incertitudes; correctif important en étiages sévères	O	- Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
11	Chauvency-le-Château	Chiers	B4601010	1706	Pas ou faiblement	-	Débit d'étiage étonnants en début de période	Arrêt de la station prévu prochainement en étiage car trop peu fiable; deux centrales hydroélectrique à 3-4 km à l'aval de la station remises en route récemment (2017 pour la plus récente) et perturbent fortement la station; correctif appliqué (seuil très large, peu sensible)	N	- Valeurs jugées douteuses mises en lacune
12	Carignan	Chiers	B4631010	1978	Pas ou faiblement	-	Station peu fiable en début de période ?	Centrale à l'amont; station a priori très bonne	N	- Valeurs jugées douteuses mises en lacune
13	Sedan	Meuse	B5020010	6516	Pas ou faiblement	Du 16/08/05 au 27/08/05, des travaux de réhaussement sur le seuil situé à 3 km en aval des échelles ont été réalisés afin de garantir un tirant d'eau d'1.80 m pour les bateaux. Le niveau du plan d'eau a augmenté d'environ de 40 cms environ. En deça de 2.40 m environ (à confirmer par des jaugeages) le seuil étant hors d'eau, la relation h/q n'est plus univoque.	Nombreuses lacunes	Cf. commentaires banque HYDRO	N	- Valeurs jugées douteuses mises en lacune
14	La Francheville	Vence	B5322010	125	Pas ou faiblement	-	Débit d'étiages bruités	Station gérée avant 2003-2004 par Champagne-Ardenne; quelques modifications des environs de la station mais station a priori fiable	N	- Valeurs jugées douteuses mises en lacune
*	Montcy-Notre-Dame	Meuse	B5600010	7796	Fortement	Mars 95, mise en service de la dérivation avec régulation par clapets mobiles. En dessous de 0.95 m et au delà de 4.00 m (après mars 95), la station n'est plus univoque car influencée en étiage par le barrage aval et les écluses et en crue court-circuitée par la dérivation.	Comportement erratique des débits	Aiglemont devait prendre le relai mais pas plus fiable (barrage à l'aval), relation plus univoque en dessous de 180 m3/s A priori difficilement exploitable pour des objectifs hydrologiques	N	Station non retenue pour l'analyse
15	Haulmé	Semoy	B6111010	1339	Fortement en étiage.	-	Débits peu lisses en étiage	Beaucoup d'influence par l'herbe; Jaugeages très compliqués en étiage Globalement bonne correspondance avec le débitmètre sur la station amont de Membre en Belgique;	N	- Valeurs jugées douteuses mises en lacune
16	Chooz (2004 – actuel) [Trou du Diable]	Meuse	B7200000	10181	Pas ou faiblement	Cette station est située en amont de la centrale de Chooz et ne prend donc pas en compte le débit évaporé par les aéroréfrigérants	Débits peu lisses en étiage	En étiage très sévères, par ex. 2003, influence par l'herbe; également en 2011; mais station fiable	N	- Séries d'Île de Graviat naturalisée pour être homogène avec celle de Trou du diable (EDF-DTG) - Valeurs jugées douteuses mises en lacune
	Chooz (1956-2004) [Île Graviat]	Meuse	B7200010	10181	Fortement en étiage.	En dessous de 50 m3/s, la station est non univoque par les manoeuvres du barrage des Quatre Cheminées situé en aval. A partir du 03/06/04, les débits < 50 m3/s seront calculés à partir de la station Chooz "Trou du Diable" située en amont de la prise d'eau de la Centrale EDF.			N	

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des résultats des différentes analyses produites

6 Conclusion

Ce travail d'analyse sur les séries de débits et des influences sur le bassin de la Meuse a permis de produire une vision générale du niveau de pression sur la ressource en eau. Le bassin apparaît comme présentant des influences modérées, avec notamment la quasi-absence de grands ouvrages de régulation. L'analyse a porté sur seize stations réparties sur la Meuse et ses affluents étant jugées comme ayant une signification hydrologique, sur une période de référence allant de 1970 à 2016.

Plusieurs types d'influences ont été identifiés, parmi lesquels on trouve les prélèvements et rejets liés à l'eau potable et aux eaux usées, à l'industrie, aux canaux de navigation et aux sites miniers. Les prélèvements pour l'agriculture sont modestes sur le bassin et ont été négligés. La confrontation de la somme des influences répertoriées par bassin et un seuil de significativité des influences (établi comme étant égal à 15% du VCN7₅) a permis d'identifier huit stations comme potentiellement influencées en étiage par les activités humaines. Parmi les prélèvements industriels, le site de la centrale de Chooz et la station d'épuration de Charleville-Mézières apparaissent comme les principaux points d'influence, mais à un niveau où la Meuse présente déjà des débits importants, avec donc un impact limité en étiage. Plus en amont sur le bassin, les industries, les prélèvements industriels ou les sorties de sites miniers sont apparus comme ayant un impact significatif sur des petits bassins amont (Meuse, Mouzon, Vair et Chiers).

Sur le site de Chooz, EDF disposait des séries de volumes consommés par évaporation et a pu produire des séries de débits corrigés de cette influence, de manière à obtenir une série homogène avant et après déplacement de la station. En dehors du site de Chooz, les données disponibles sur les influences restent très partielles, en termes de démarrage et d'évolution des influences, de profondeur des chroniques disponibles ou de pas de temps des séries. Sur cette base, il n'a pas été possible d'appliquer de manière fiable des procédures de naturalisation des débits sur les stations jugées influencées en étiage. A la place, les débits inférieurs au seuil d'étiage choisi ici seront identifiés dans le projet comme potentiellement influencés, avec éventuellement une analyse différenciée des résultats de modélisation sur ces périodes. L'analyse a été complétée par une critique visuelle et automatique des séries ayant permis de mettre en lacune des débits jugés douteux, principalement en période d'étiage.

Les séries expertisées seront utilisées pour la suite du projet, en particulier pour les exercices de modélisation hydrologique.

7 Remerciements

Les auteurs remercient les personnes ayant fourni des données ou des informations pour mener à bien ce travail, qu'ils soient partenaires du projet ou correspondants externes :

Contact	Institution	Sujet
Didier François	Université de Lorraine	Connaissance du bassin et influences sur le bassin de la Meuse, notamment exhaures
Denis Lognon et Philippe Battaglia	DREAL Grand-Est	Hydrométrie du bassin de la Meuse
Jean-Pierre Wagner	DREAL Grand-Est	Connaissance du bassin, fourniture de données, contacts, analyse du rapport
Christian Pirotte et Marc Lochte	Engie Electrabel	Gestion du barrage de la Vierre
Joël Gailhard	EDF-DTG	Désinfluencement des débits de la station de Chooz
Jean-Laurent Kistler	VNF/DT Strasbourg	Informations sur les canaux de navigation
Jean-Marie Muller et Stéphanie Chenot	VNF/DT Nord-Est	Informations sur les canaux de navigation

8 Bibliographie

- Andréassian, V., J. Lerat, N. Le Moine, et C. Perrin, 2012. « Neighbors : Nature's own hydrological models ». *Journal of Hydrology* 414–415:49-58. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.10.007>.
- Chauveau, M., S. Chazot, C. Perrin, P.-Y. Bourgin, E. Sauquet, J.-P. Vidal, N. Rouchy, et al., 2013. « Quels impacts des changements climatiques sur les eaux de surface en France à l'horizon 2070 ? » *La Houille Blanche*, no 4 (août):5-15. <https://doi.org/10.1051/lhb/2013027>.
- Chazot, S., C. Perrin, J.-P. Vidal, E. Sauquet, M. Chauveau, et N. Rouchy, 2012. « Explore 2070 - Hydrologie de surface - Partie B2b : Hydrologie de la Métropole. » BRL Ingénierie - Irstea - Météo France.
- Comité de bassin Rhin-Meuse, 2012. « Directive Cadre Européenne eau 2015 Rhin Meuse ». Le site de l'Agence de l'Eau - Directive Cadre Européenne 2015. Directive Cadre Européenne eau 2015 Rhin Meuse. http://www.eau2015-rhin-meuse.fr/fr/etat/district-meuse/page_03_01_a.php.
- Commeaux, F., Drogue, G., and François, D. , 2010. Analyse prospective des débits mensuels d'étiage de la Meuse française à l'aide d'un modèle hydrologique : sensibilité aux méthodes de descente d'échelle spatiale et aux scénarios d'émission, *BAGF - Géographies*, 2, 178-193.
- Dewals, B., Drogue, G., Erpicum, S., Pirotton, M., and Archambeau, P. , 2013. Impact of climate change on inundation hazard along the river Meuse, *Transboundary Water Management in a Changing Climate*, edited by: Dewals, B., and Fournier, M., 19-27 pp..
- Dorchies, D., G. Thirel, M. Jay-Allemand, M. Chauveau, F. Dehay, P.-Y. Bourgin, C. Perrin, et al., 2014. « Climate change impacts on multi-objective reservoir management: case study on the Seine River basin, France ». *International Journal of River Basin Management* 12 (3):265-83. <https://doi.org/10.1080/15715124.2013.865636>.
- Lang Delus, C., 2011. « Les étiages : définitions hydrologique, statistique et seuils réglementaires », *Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne]*, Environnement, Nature, Paysage, document 571, URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/24827> ; DOI : 10.4000/cybergeo.24827
- Mittal, N., A. G. Bhave, A. Mishra, et R. Singh, 2015. « Impact of Human Intervention and Climate Change on Natural Flow Regime ». *Water Resources Management*, 685-99. <https://doi.org/10.1007/s11269-015-1185-6>.
- Naik, P. K., et D. A. Jay, 2005. « Estimation of Columbia River virgin flow: 1879 to 1928 ». *Hydrological Processes* 19 (9):1807-24. <https://doi.org/10.1002/hyp.5636>.
- Ollagnier, S., and Hidalgo, J. , 2011. Surveillance des eaux souterraines du bassin ferrifère lorrain sur la période 2008-2010, Rapport final BRGM /RP-60132-FR, 104 pp.
- Oudin, L., V. Andréassian, C. Perrin, C. Michel, et N. Le Moine, 2008. « Spatial proximity, physical similarity, regression and ungaged catchments: A comparison of regionalization approaches based on 913 French catchments ». *Water Resources Research* 44 (3). <https://doi.org/10.1029/2007WR006240>.
- Terrier, M., 2016. « Evaluation des procédures de naturalisation pour la reconstitution de débits sur le bassin versant de la Seine. » Rapport de stage de fin d'étude. Polytech'Nice, Irstea Antony.

Annexe 1 – Description des méthodes de naturalisation

Cette annexe décrit différentes méthodes de naturalisation qui peuvent être mises en œuvre lorsque l'on dispose de données d'influences.

Avant-propos : Périodes pré- et post-influence

En naturalisation, on distingue deux périodes d'étude (Figure 12) : une période pré-influence et une période post-influence. La limite entre les deux périodes est très claire dans le cas de la construction d'un barrage. Dans le cas de prélèvements, la limite entre les deux périodes est déterminée en fonction de l'importance relative des débits prélevés et/ou rejetés par rapport aux débits mesurés.

Le débit naturel d'un cours d'eau correspond à un débit de référence existant avant une influence anthropique connue. Le débit naturalisé n'est qu'une estimation du débit naturel sur la période post-influence. Les méthodes de naturalisation sont des procédures qui permettent le passage d'un débit influencé observé à un débit naturalisé.

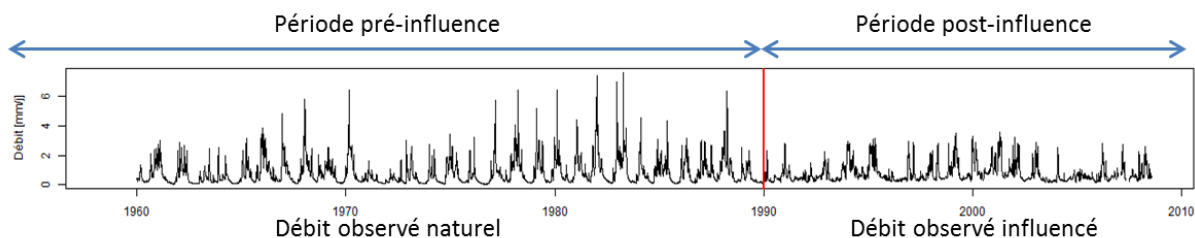


Figure 12 : Distinction des périodes pré et post-influence

Bilan sur ouvrage

La méthode des bilans sur ouvrage est une méthode de bilan en eau où l'on considère notre source d'influence comme un système ouvert. Un bilan hydrologique est alors effectué sur le système afin d'estimer la variation de volume, ΔV , induite par la source de l'influence. Il suffit ensuite, pour naturaliser le débit à l'aval, d'ajouter la variation de volume au débit influencé observé comme illustré sur la Figure 13. Cette méthode nécessite d'avoir accès aux débits observés influencés ainsi qu'à la localisation et aux caractéristiques des influences.

Dans le cas où il y a un décalage temporel important entre la station à naturaliser et l'impact de l'influence, nous utiliserons un modèle de propagation hydraulique qui propagera le débit naturalisé d'amont vers l'aval.

Extension de séries

La méthode d'extension de séries de débit repose sur l'utilisation d'un modèle hydrologique capable de simuler le débit naturel du bassin versant (Figure 14). Dans un premier temps, les paramètres du modèle sont calés sur la période pré-influence. Puis, dans un deuxième temps, les paramètres obtenus précédemment sont utilisés pour simuler un débit naturalisé sur la période post-influence.

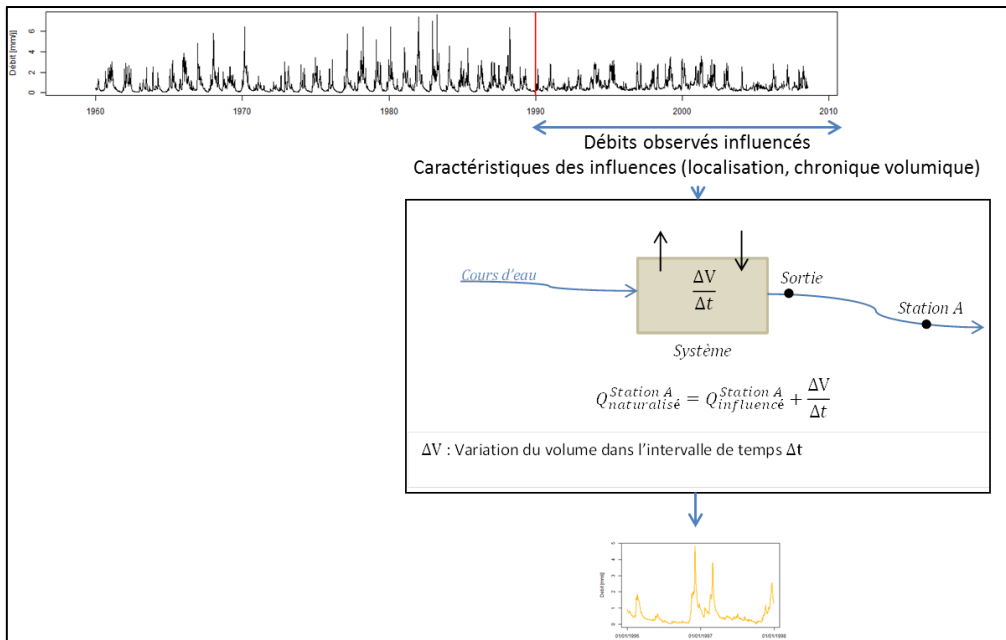


Figure 13 : Illustration du principe de la méthode de naturalisation de bilan sur ouvrage

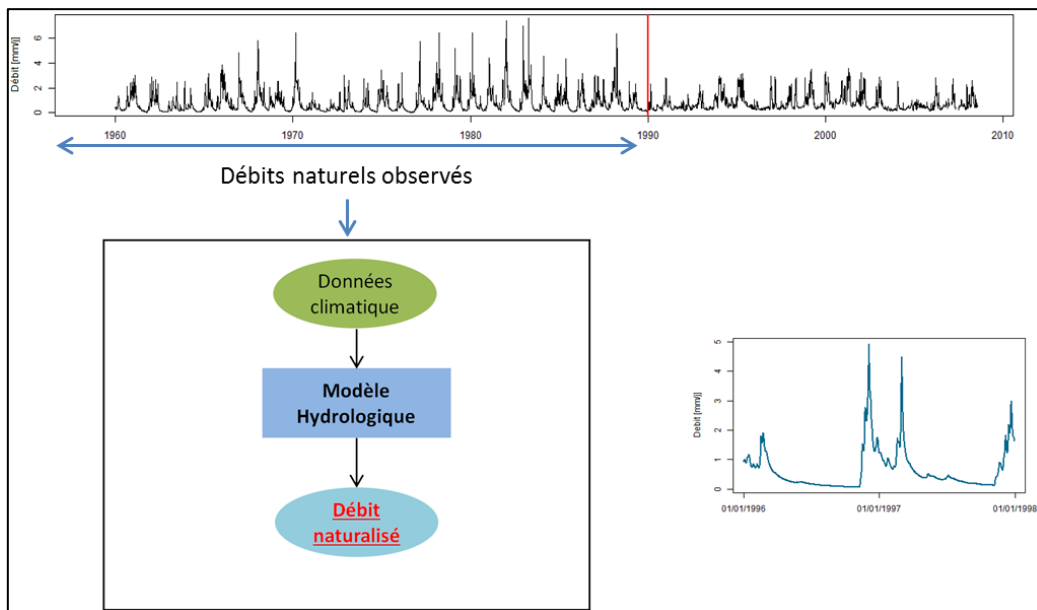


Figure 14 : Illustration du principe de la méthode de naturalisation d'extension de séries

Reconstitution

La méthode de reconstitution de séries de débits consiste à utiliser un modèle prenant en compte les influences anthropiques. Dans un premier temps, le modèle est calé sur les débits observés influencés (Figure 15), en prenant en compte en entrée dans le modèle les influences (V_1 , V_2). Puis, dans un deuxième temps, on suppose les influences nulles dans le modèle hydrologique. En utilisant le jeu de paramètres obtenu précédemment par calage, un débit naturalisé est simulé.

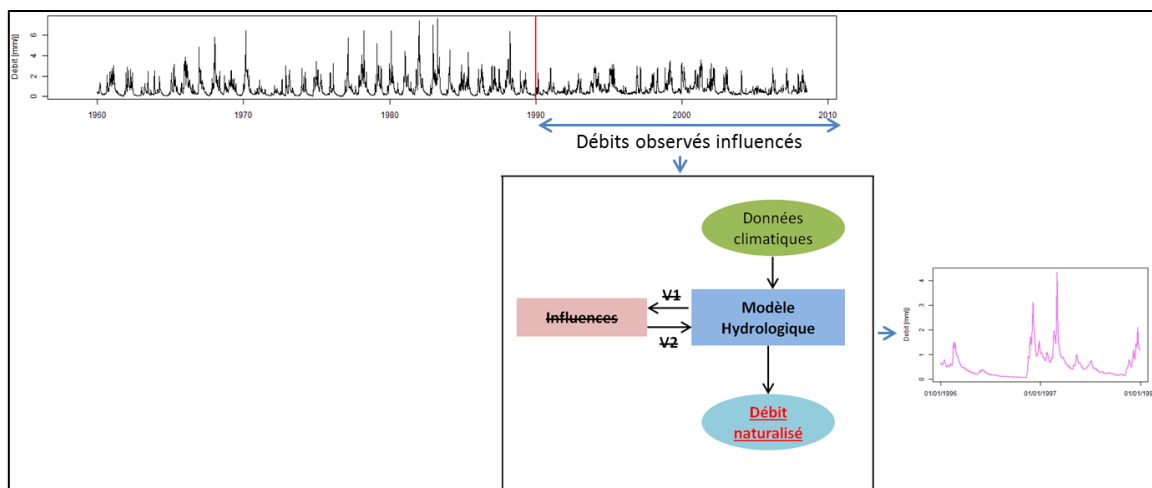


Figure 15 : Illustration du principe de la méthode de naturalisation de reconstitution de séries

Bassins appariés

La méthode des bassins appariés est une méthode débit-débit. Elle repose sur le principe que nous pouvons simuler le débit à la sortie d'un bassin versant grâce aux débits d'un ou plusieurs bassins versants voisins au comportement similaire (Andréassian et al., 2012). Sur la période pré-influence, des relations sont établies entre les débits naturels du bassin à naturaliser et les débits naturels de bassins versants voisins naturels (Figure 16). En faisant l'hypothèse que ces relations sont stationnaires, nous pouvons alors les utiliser sur la période post-influence et ainsi avoir une estimation du débit naturel.

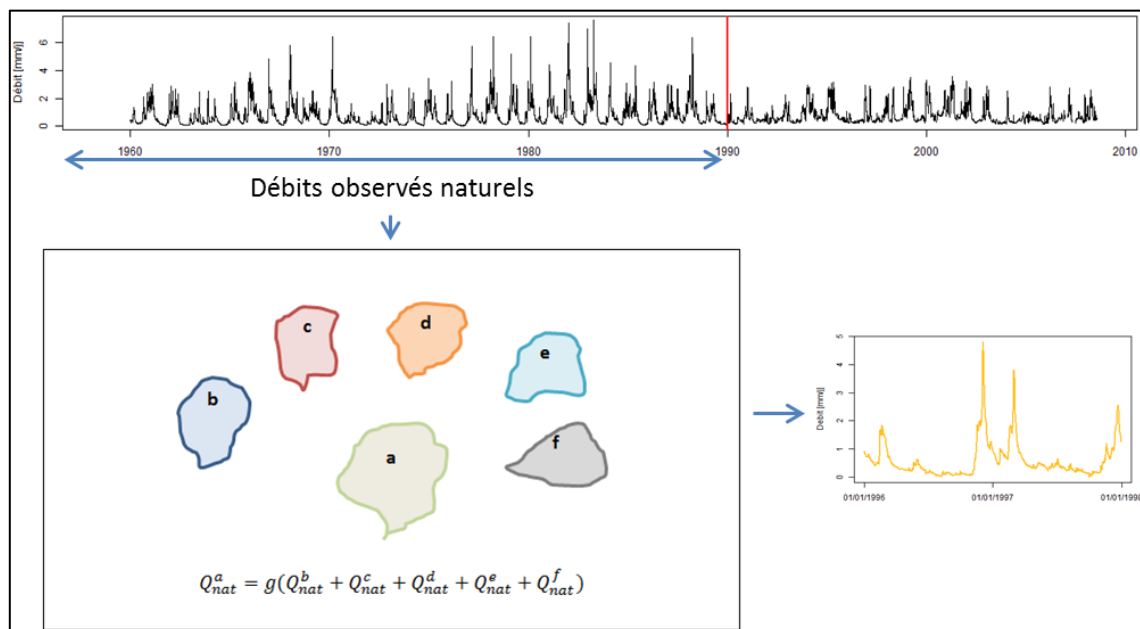


Figure 16 : Illustration du principe de la méthode des bassins appariés

Régionalisation

Les méthodes de régionalisation ont été développées pour estimer les débits en des points non jaugés des cours d'eau, à partir de la connaissance régionale des débits sur des cours d'eau voisins ou similaires (Oudin et al. 2008). Dans notre cas, nos bassins versants influencés cible sont jaugés, mais

les débits naturels ne sont pas mesurables. En ce sens, on peut considérer les bassins naturels correspondants comme non jaugés et les méthodes de régionalisation semblent alors applicables.

Parmi les différentes familles de méthodes de régionalisation, la méthode de régionalisation par proximité spatiale est la plus adaptée en France, grâce à la densité du réseau hydrométrique (Oudin et al. 2008). Cette méthode consiste dans un premier temps à caler un modèle hydrologique sur des bassins versants naturels géographiquement proches. Dans un deuxième temps, les jeux de paramètres obtenus sont utilisés tour à tour sur le bassin influencé pour simuler différents débits naturalisés. Puis, les débits sont moyennés selon différents critères (KGE au calage, distance entre les bassins) pour obtenir un seul débit naturalisé (Figure 17).

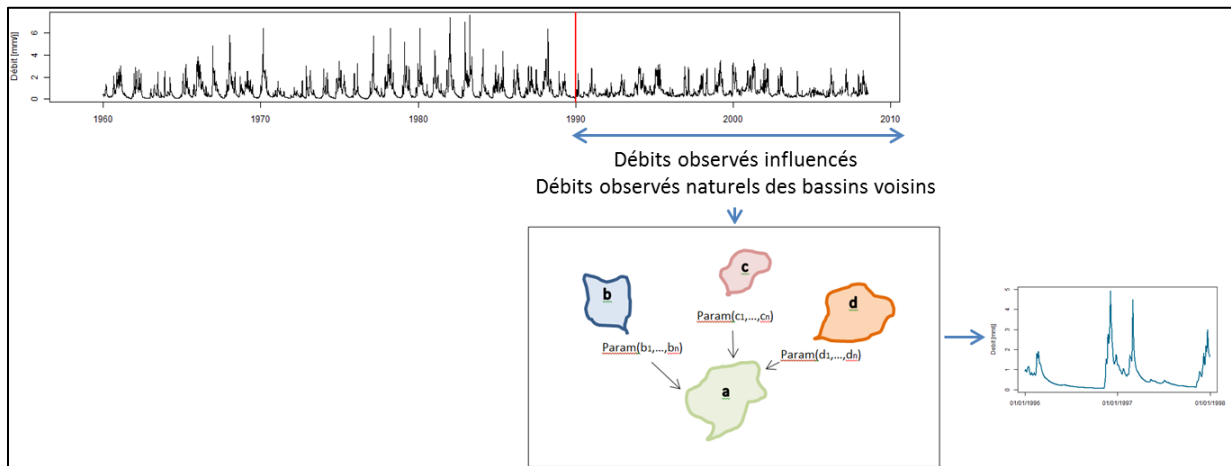


Figure 17 : Illustration du principe de la méthode de régionalisation par proximité spatiale

Besoins en données

Les méthodes de naturalisation présentées nécessitent des données en entrée qui leur sont spécifiques. Une synthèse des besoins en entrée est disponible dans le Tableau 9. Plus d'informations sur ces méthodes sont disponibles dans le rapport de Master de Terrier (2016).

Tableau 9 : Synthèse des données en entrée selon les différentes méthodes de naturalisations (Terrier, 2016)

		Méthodes				
		Bilan sur ouvrage	Extension	Reconstitution	Bassins appariés	Régionalisation
Conditions	Données sur les influences (localisations, comportement temporelle)					
	Série de débits naturels observés avant influence					
	Série de débits influencés observés sur la période d'étude					
	Série de débits naturels observés de cours d'eau voisins avant influence					
	Série de débits naturels observés de cours d'eau voisins sur la période d'étude					
	Données climatiques avant influence					
	Données climatiques sur la période d'étude	*Si altération clim. locale				
	Données climatiques de cours d'eau voisins sur la période d'étude					

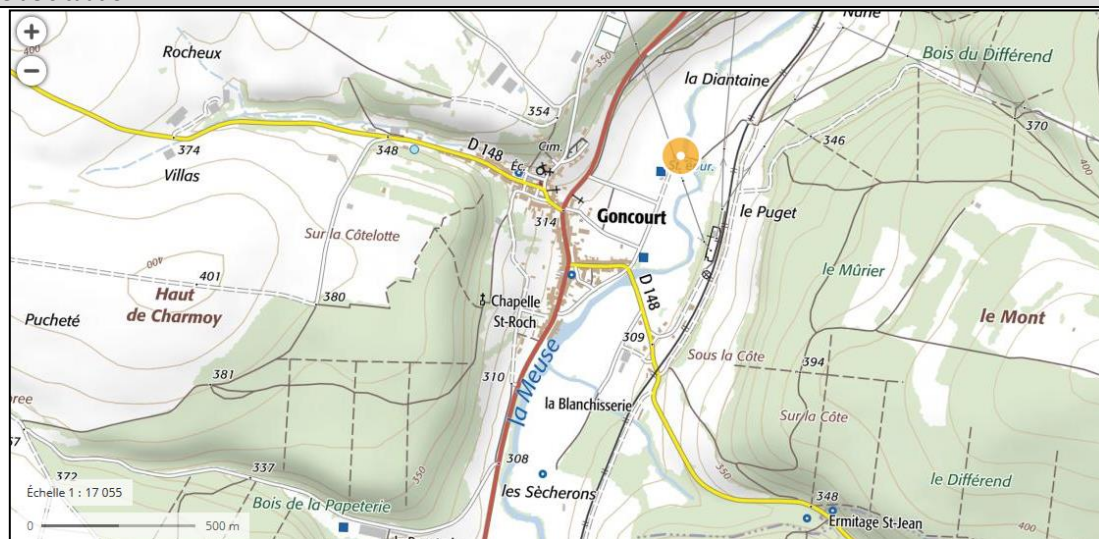
Annexe 2 – Fiches stations

Cette annexe présente des fiches descriptives pour chacune des stations retenues dans le cadre du projet. L'objectif est de donner les éléments descriptifs de base :

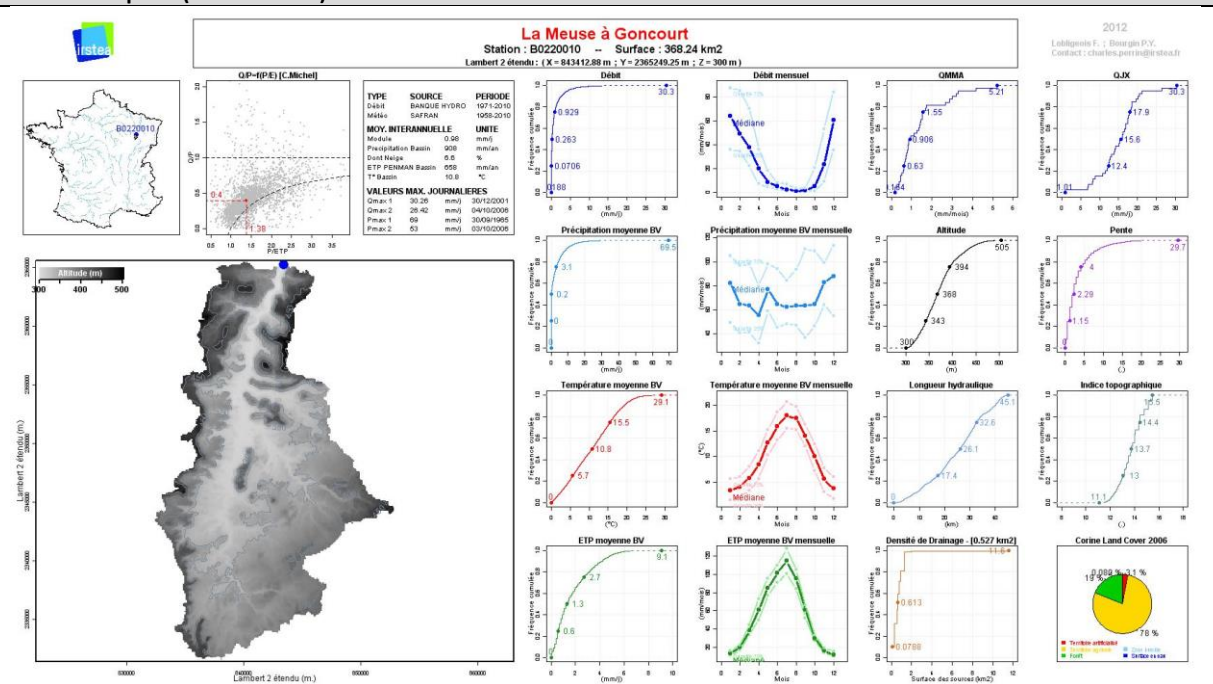
- Identité de la station,
- Information sur les suivis en crue ou en étiage et attention donnée sur ces deux aspects dans le cadre du projet,
- Carte de situation de la station (issue de <https://www.geoportail.gouv.fr/>),
- Fiche descriptive hydrométéorologique issue du site d'Irstea (<https://webgr.irstea.fr/activites/base-de-donnees/>),
- Informations sur les influences :
 - Seuil d'influence choisi : il s'agit de 15% du débit moyen sur sept jours (VCN7) de période de retour cinq ans,
 - Informations disponibles sur le site de la banque HYDRO (<http://www.hydro.eaufrance.fr/>) et issues d'un entretien avec Denis Lognon, hydromètre responsable des stations du secteur Meuse à la DREAL Grand-Est,
 - Nombre de points répertoriés comme pouvant avoir une influence significative sur les débits suivants quatre catégories : Prélèvements pour l'adduction en eau potable (AEP) ou point de rejet de stations d'épuration ; Points de prélèvements industriels ; Points de prise d'eau pour les canaux ; Points de rejet en lien avec les exhaures miniers.

Station	Goncourt		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B0220010		
Superficie bassin (km ²)	368		
Période disponible	1971-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui		Non	Oui

Carte de situation



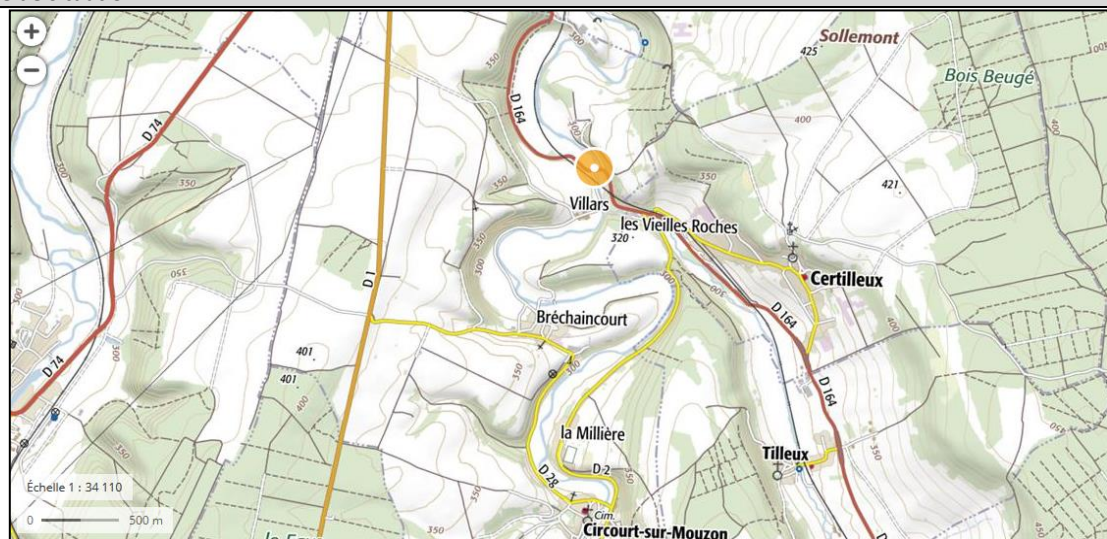
Fiche descriptive (Source Irstea)



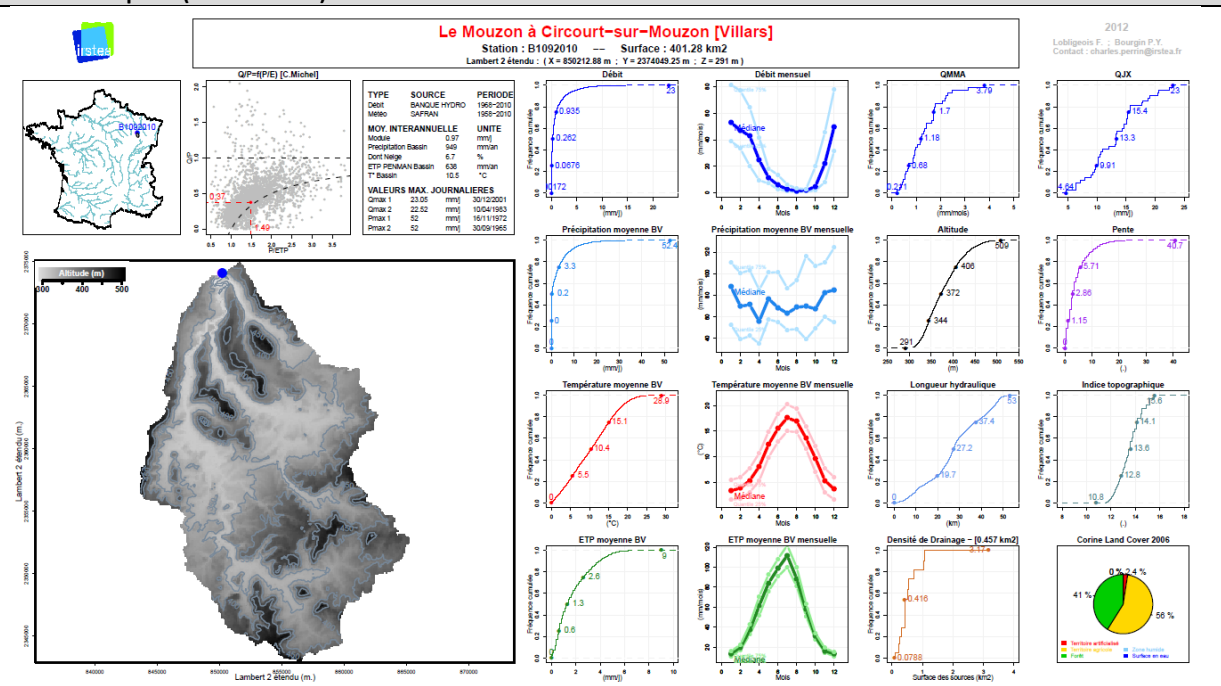
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.006			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Points bas inexpliqués sur les hydrogrammes. Présence de la fromagerie potentiellement impactante, mais pompages ponctuels agricoles possibles également. Influence au niveau de la courbe de tarage (seuil à l'aval, pousse de végétation), correction manuelle réalisée			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	0	1	0	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Une seule influence significative répertoriée (industrie), jugée supérieure à Seuil_VCN Quelques périodes d'étiage avec données suspectes => Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Villars/Circourt-sur-Mouzon		
Cours d'eau	Mouzon		
Code Hydro	B1092010		
Superficie bassin (km ²)	401		
Période disponible	1968-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Non	Oui

Carte de situation



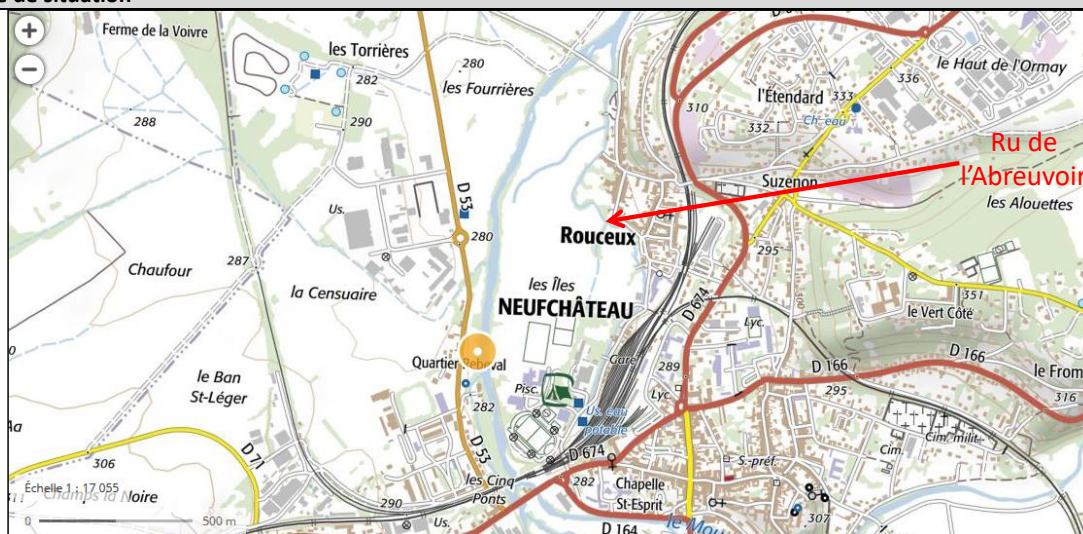
Fiche descriptive (Source Irstea)



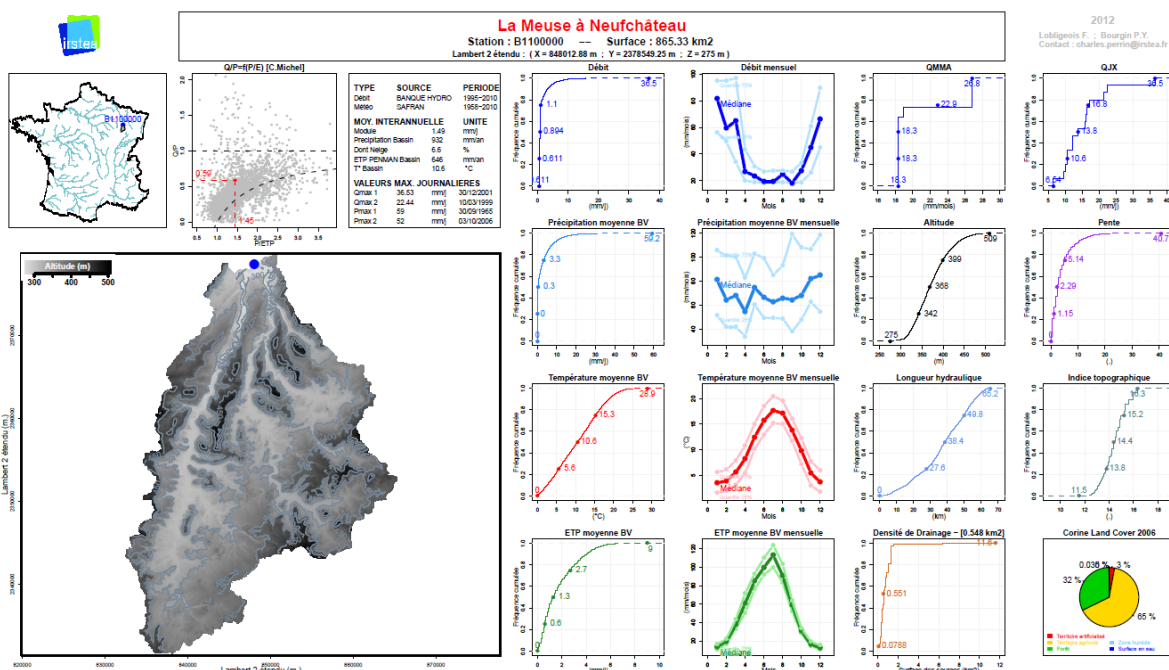
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.006			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Sensibilité faible de la station en étiage ; influence de l'herbe; Correctif appliqué			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	0	1	0	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Débits très bruités en périodes de basses eaux => Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Neufchâteau		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B1100000		
Superficie bassin (km ²)	865		
Période disponible	1995-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Oui	Non	Non

Carte de situation



Fiche descriptive (Source Irstea)

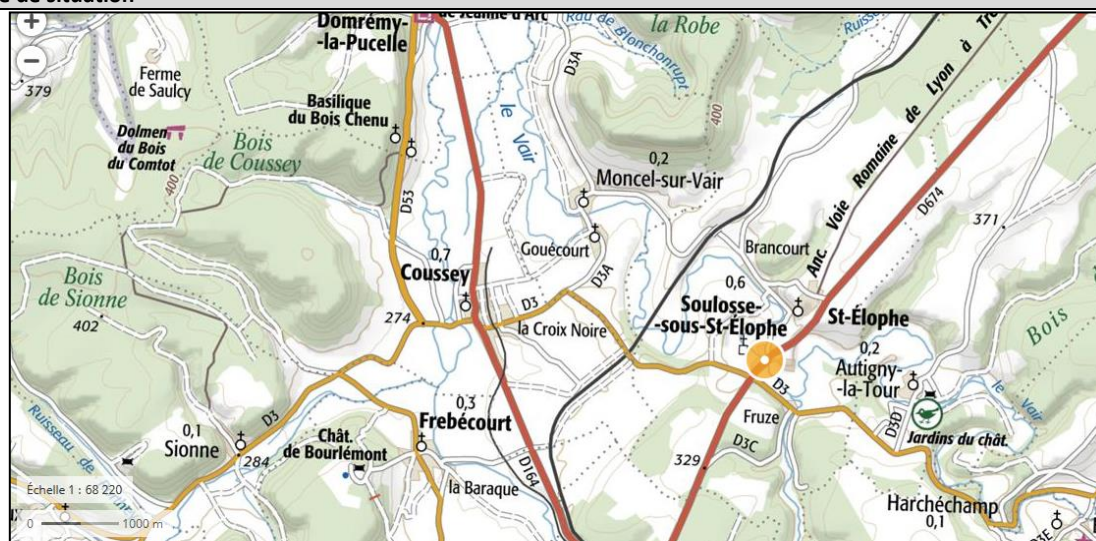


Influences

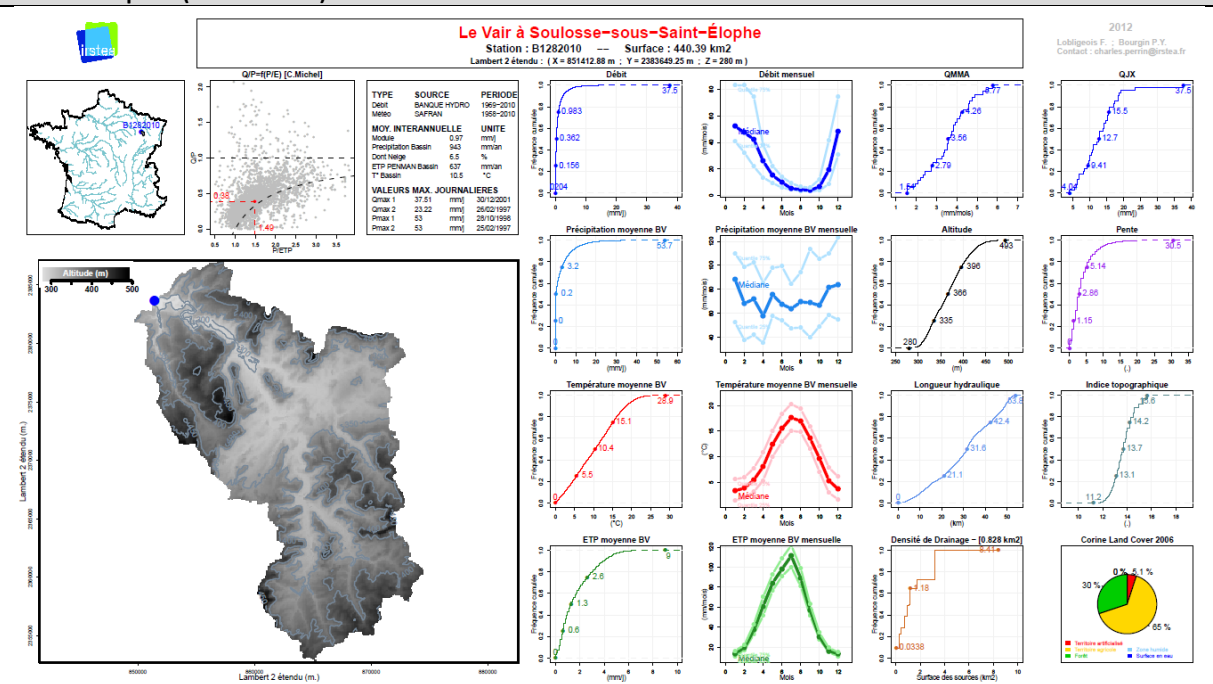
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.014			
Commentaires Banque HYDRO	Station fortement influencée en étiage. Station court-circuitée par le ruisseau de l'Abreuvoir qui est une résurgence de la Meuse			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Bypass de la station : Autant d'eau dans le ruisseau de l'Abreuvoir que dans la Meuse en étiage sévère (débit disponibles dans la résurgence)			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	0	2	0	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Débits très bruités en périodes de basses eaux => Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Soulosse		
Cours d'eau	Vair		
Code Hydro	B1282010		
Superficie bassin (km ²)	440		
Période disponible	1969-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Non	Oui

Carte de situation



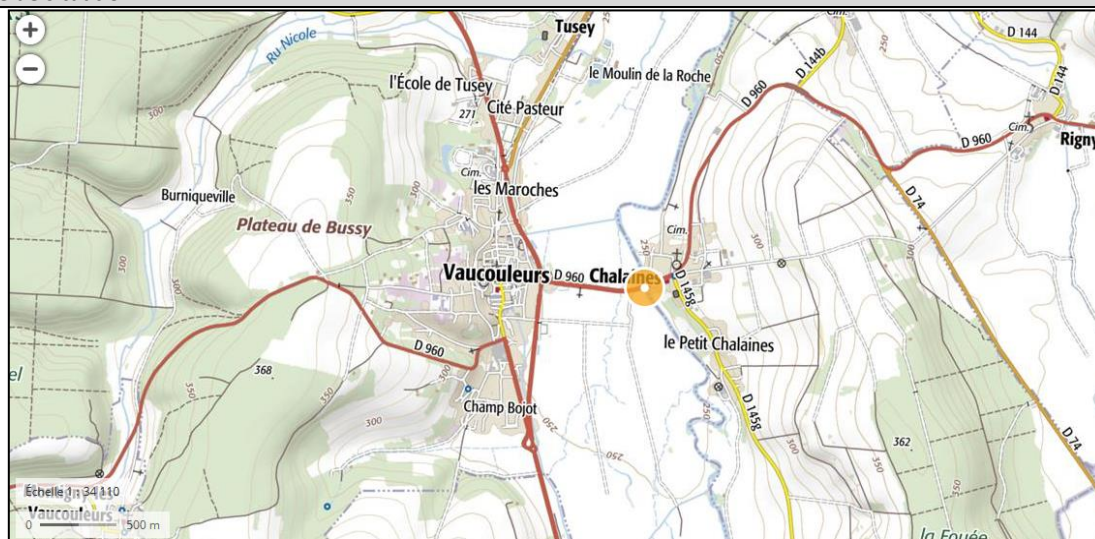
Fiche descriptive (Source Irstea)



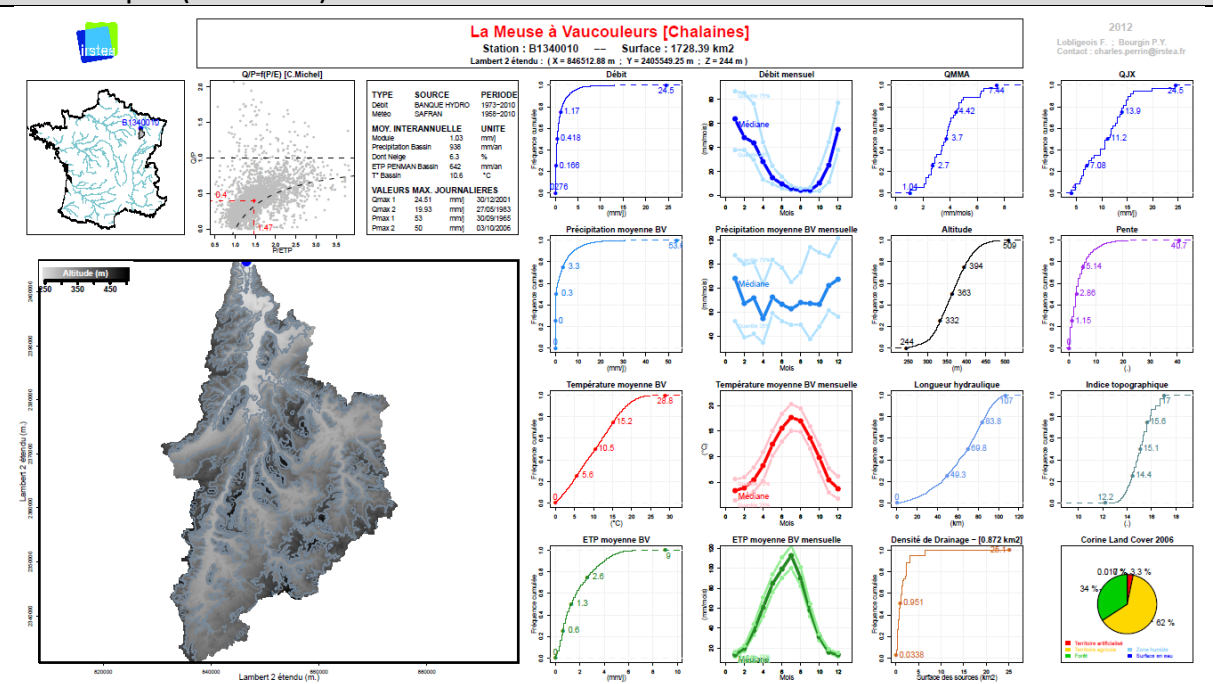
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.041			
Commentaires Banque HYDRO	Station fortement influencée en étiage			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Faible sensibilité en étiage ; influence d'un petit barrage à l'aval ; seuils en béton reconstruits dans les années 1980 ; seuils souvent encombrés par l'herbe ou embâcles, influencent la station. Station où la mesure est globalement compliquée			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	2	3	0	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Nombreux débits douteux => Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Chalaines		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B1340010		
Superficie bassin (km ²)	1728		
Période disponible	1973-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Non	Oui

Carte de situation



Fiche descriptive (Source Irstea)

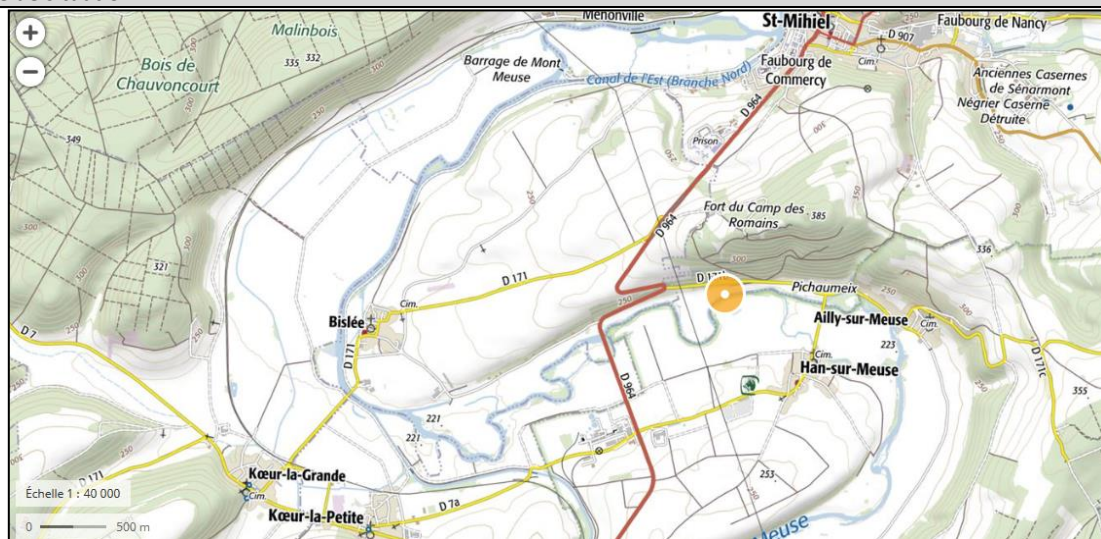


Influences

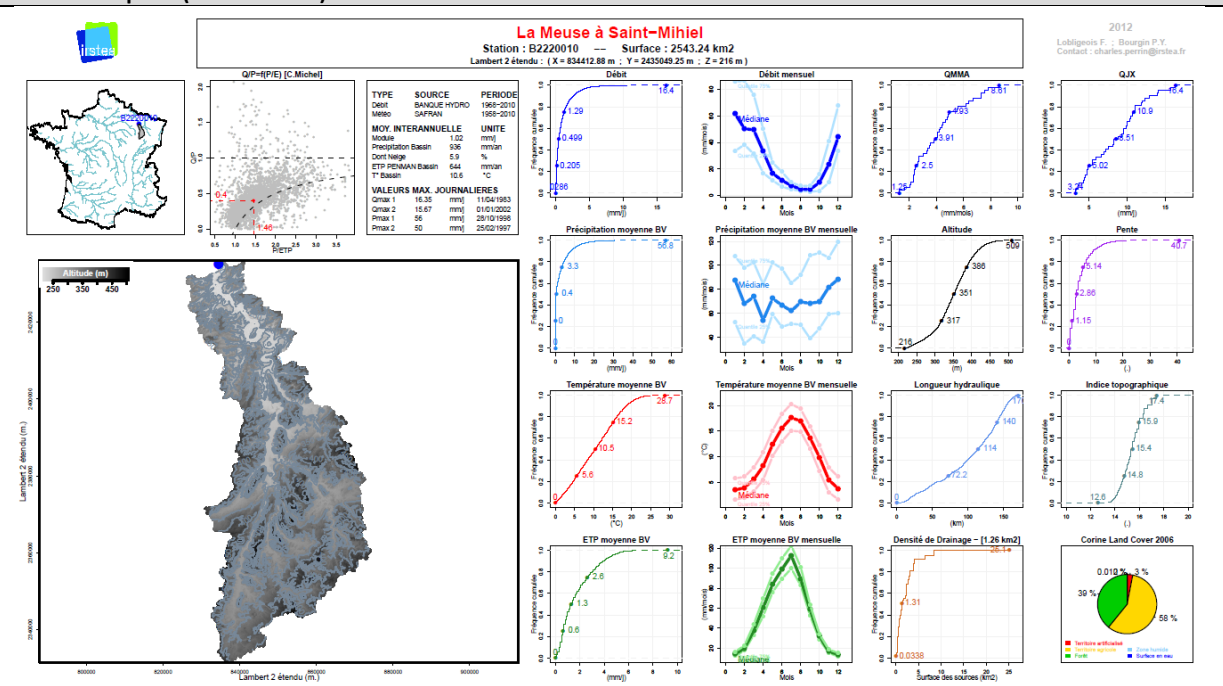
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.170			
Commentaires Banque HYDRO	Station fortement influencée en étiage - A partir du 01/07/06, les débits inférieurs à 2.50 m ³ /s ne sont plus considérés fiables à cause d'une instabilité de la section de contrôle.			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Echelle sur le seuil, mais seuil mobile, enherbé, avec végétation ; Chemins préférentiels de l'eau différents d'une année sur l'autre ; La station ne "voit" parfois pas l'eau ; Station en amont depuis une dizaine d'année (Chalaines amont B1340020) à regarder			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	3	5	0	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Débits d'étiages très bruités certaines années => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Saint-Mihiel		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B2220010		
Superficie bassin (km ²)	2543		
Période disponible	1968-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Oui	Oui

Carte de situation



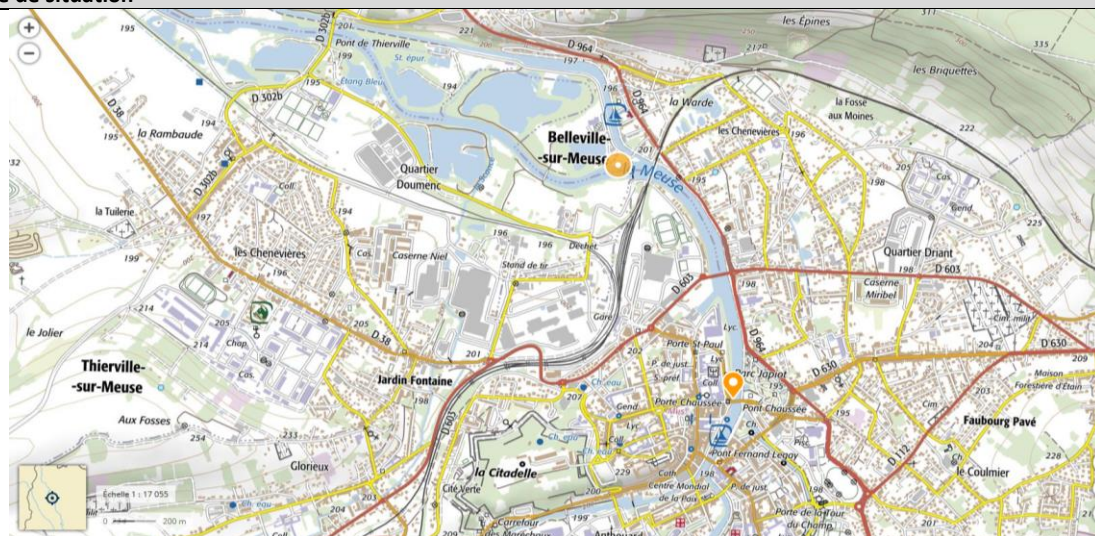
Fiche descriptive (Source Irstea)



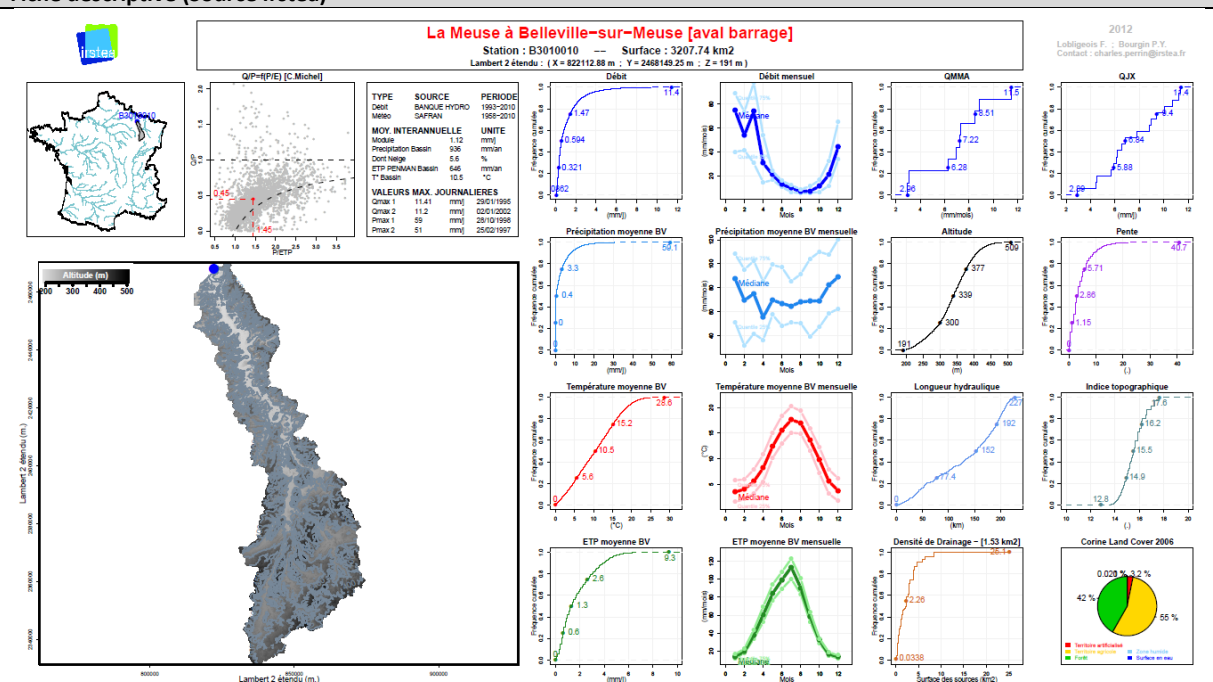
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.269			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Influences significatives liées à la prise d'eau du canal ; Mesure fiable sinon			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	4	8	2	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Faibles débits très hachés => Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Belleville		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B3010010		
Superficie bassin (km ²)	3201		
Période disponible	1993-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Oui	Non	Non

Carte de situation



Fiche descriptive (Source Irstea)

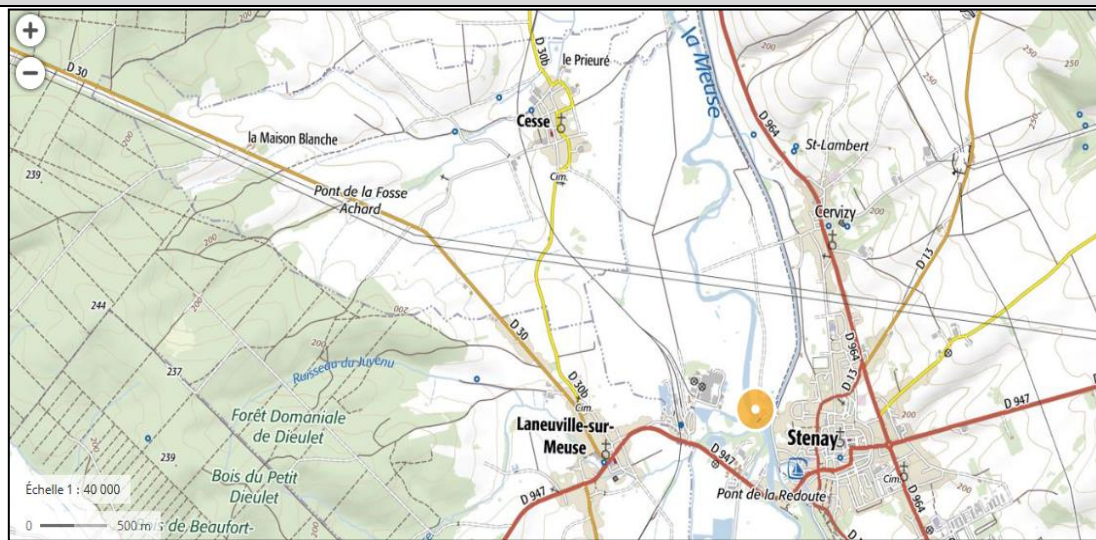


Influences

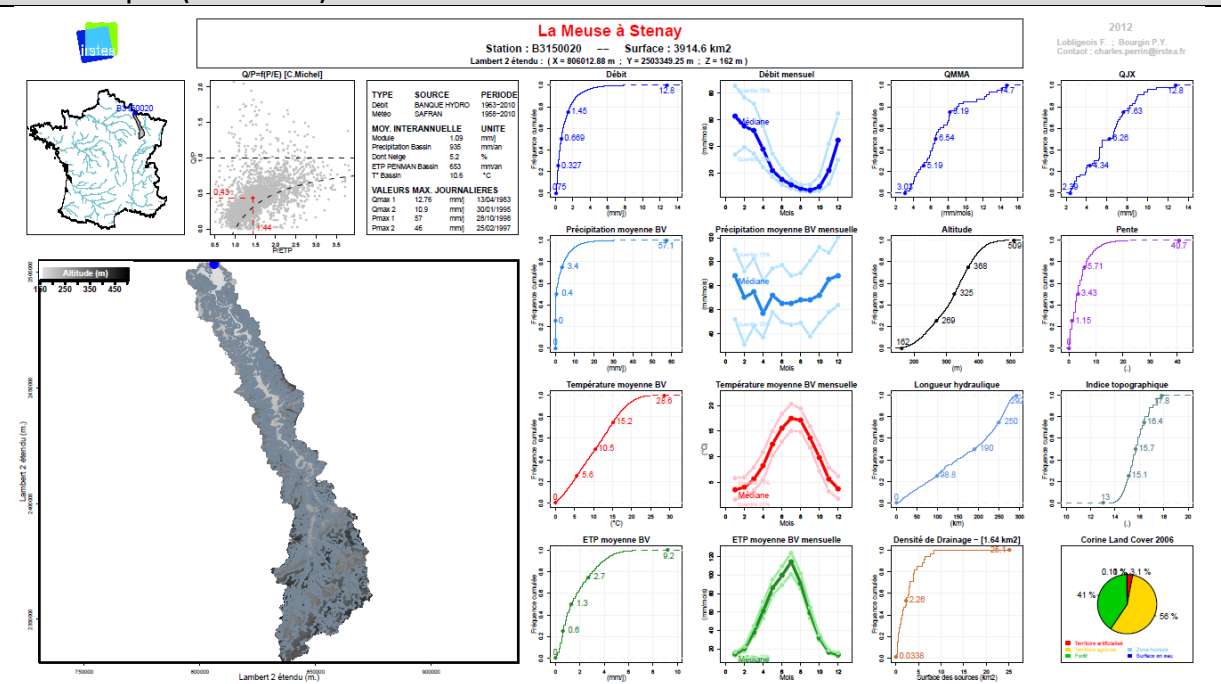
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.477			
Commentaires Banque HYDRO	Station fortement influencée en étiage			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Station de Belleville influencée par l'aval : centrale hydroélectrique qui a repris son activité ces dernières années ; seuil très large à 5-6 km à l'aval, avec faible sensibilité à l'étiage ; herbe fait monter le niveau d'eau (correctifs appliqués) ; environ 0.5 m ³ /s en étiage déviés par le canal qui court-circuite la station de Belleville			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	5	10	2	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	=> Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Stenay		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B3150020		
Superficie bassin (km ²)	3915		
Période disponible	1963-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Non	Oui

Carte de situation



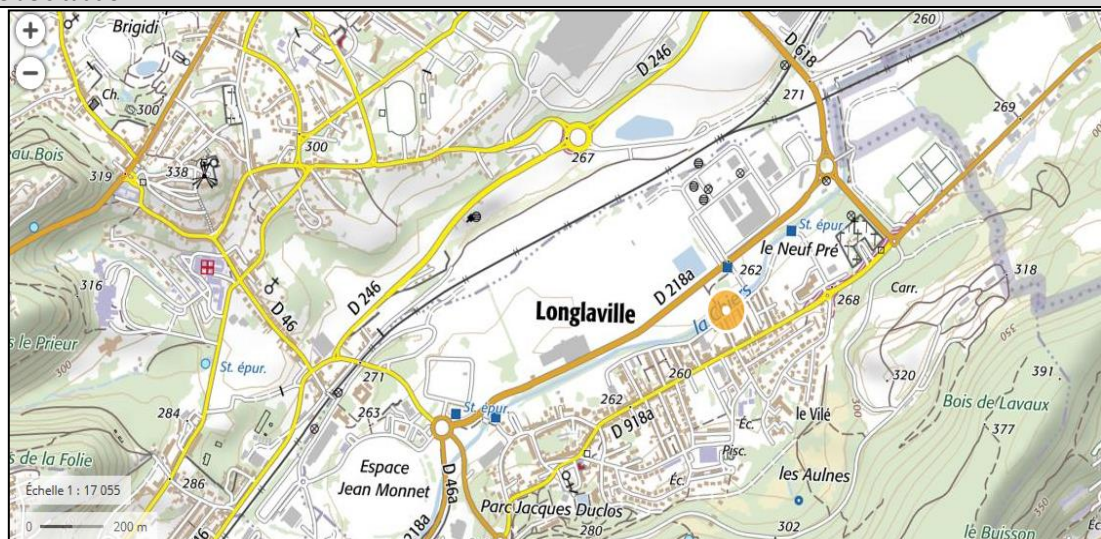
Fiche descriptive (Source Irstea)



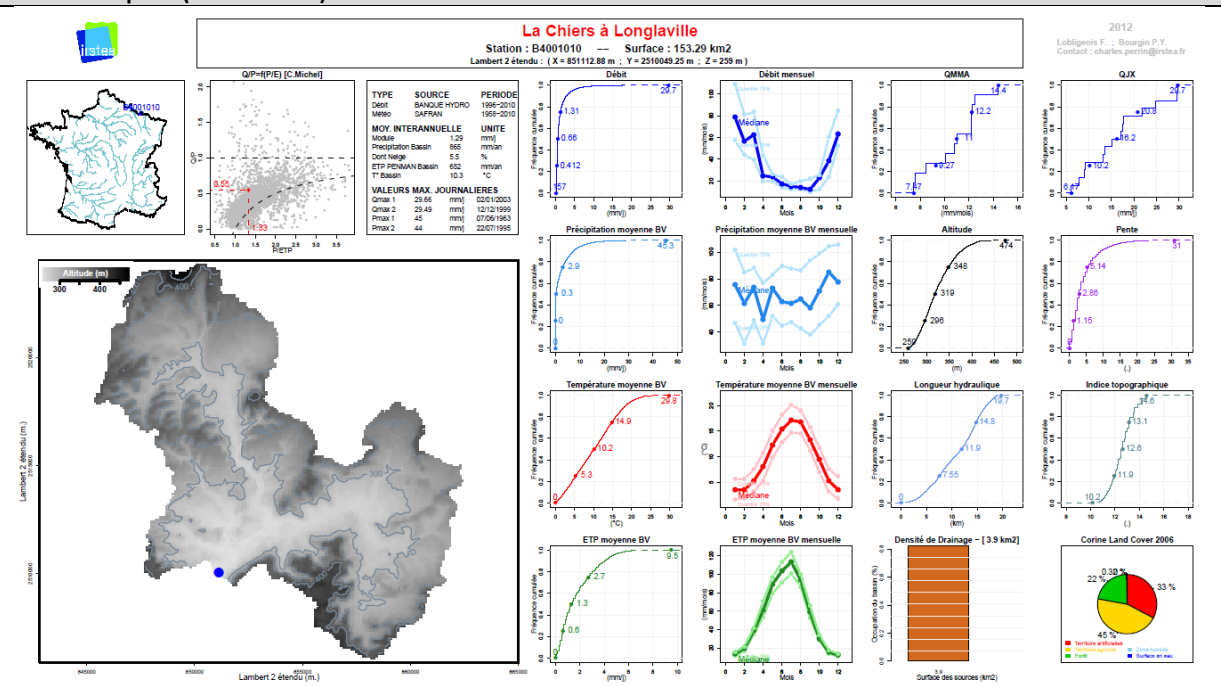
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.726			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Influence par l'herbe ; correctif appliqué ; pas de difficultés autres ; environ 0.25 m ³ /s pris en permanence par le canal			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	6	15	2	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Faibles débits très hachés => Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Longlaville		
Cours d'eau	Chiers		
Code Hydro	B4001010		
Superficie bassin (km ²)	153		
Période disponible	1996-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Non	Oui

Carte de situation



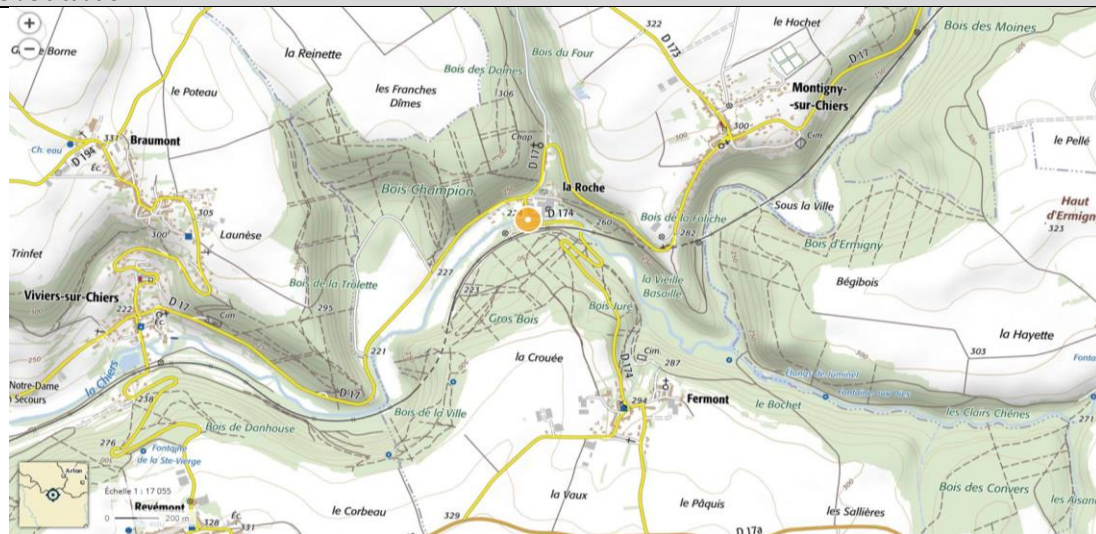
Fiche descriptive (Source Irstea)



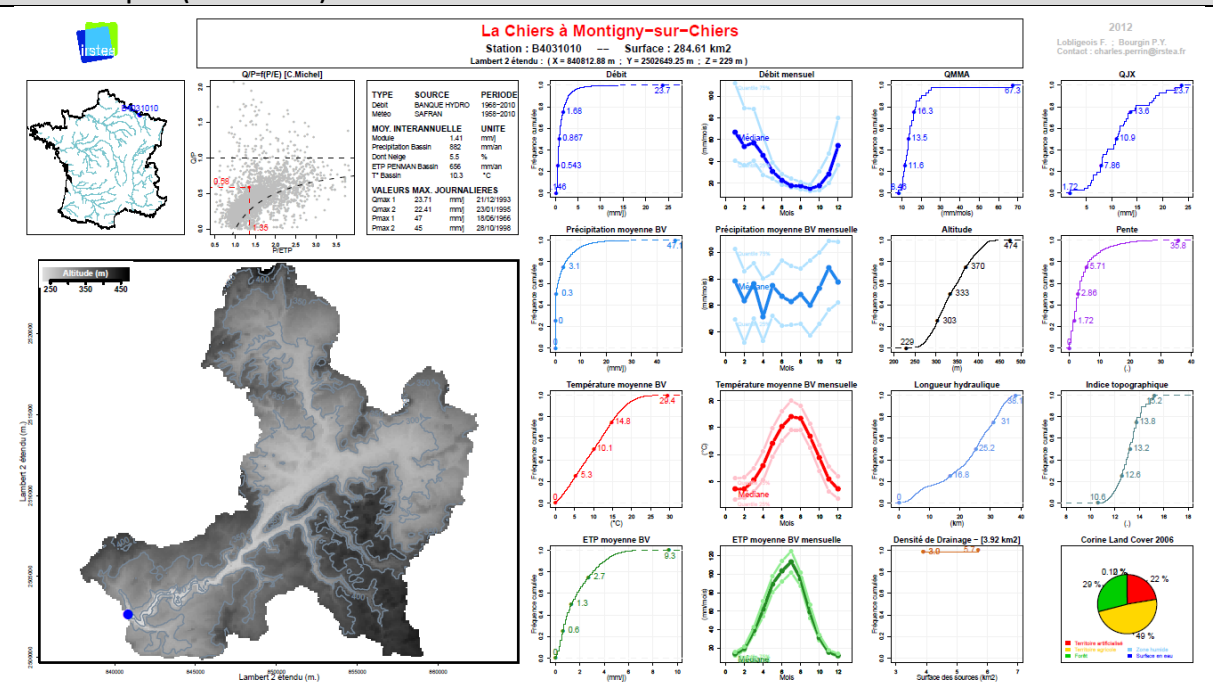
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.053			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Influence par l'herbe			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	0	0	0	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Apparent débit de base en été; bassin très réactif => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Montigny-sur-Chiers		
Cours d'eau	Chiers		
Code Hydro	B4031010		
Superficie bassin (km ²)	285		
Période disponible	1968-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Oui	Non	Non

Carte de situation



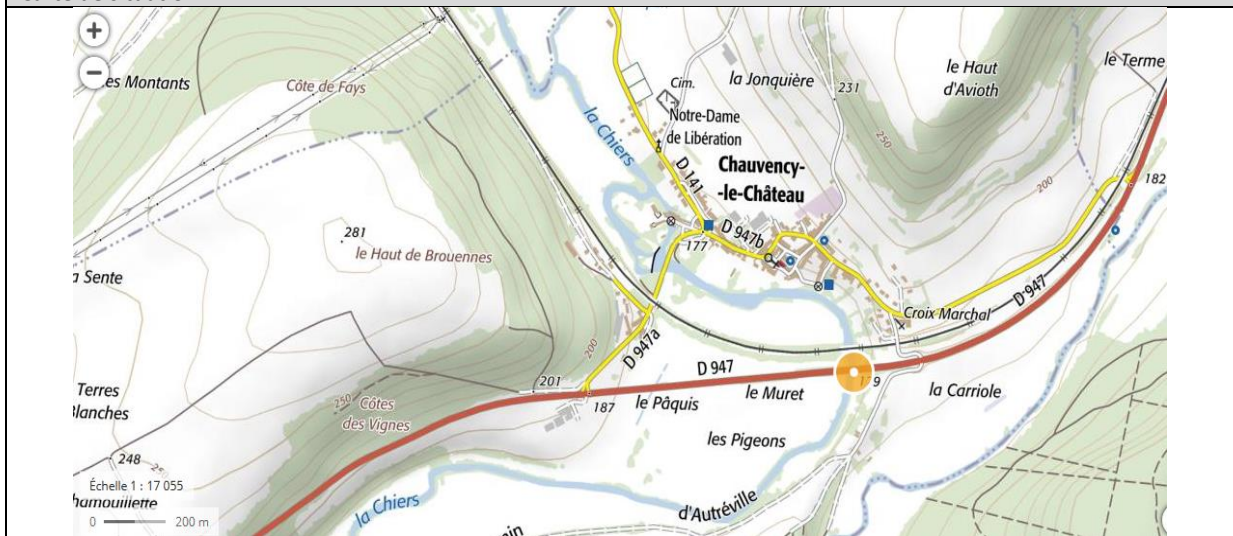
Fiche descriptive (Source Irstea)



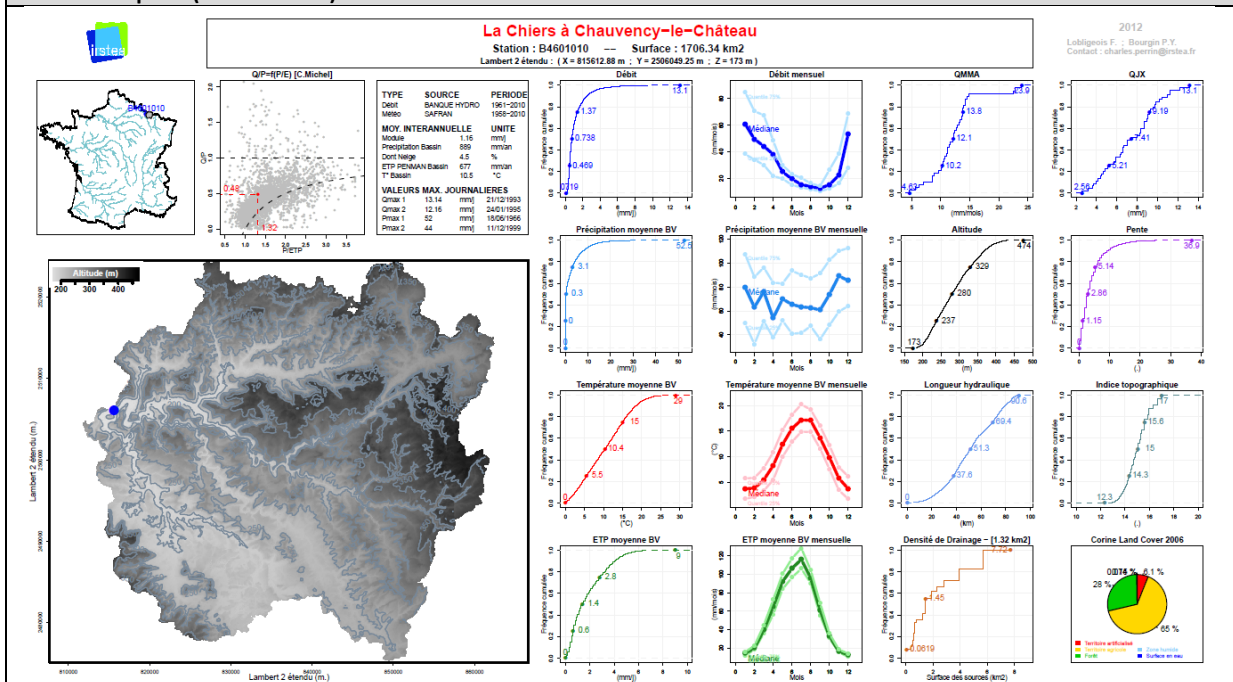
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.138			
Commentaires Banque HYDRO	Station fortement influencée en étiage			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Usine juste à l'amont avec dérivation ; problèmes de capteurs ; courbe de tarage moyenne ; +/-15% d'incertitudes ; correctif important en étiages sévères			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	1	1	0	1
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Station apparaissant très influencée => Valeurs en dessous du VCN7_5 identifiées comme potentiellement influencée => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Chauvency-le-Château		
Cours d'eau	Chiers		
Code Hydro	B4601010		
Superficie bassin (km ²)	1706		
Période disponible	1961-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Oui	Non	Non

Carte de situation



Fiche descriptive (Source Irstea)

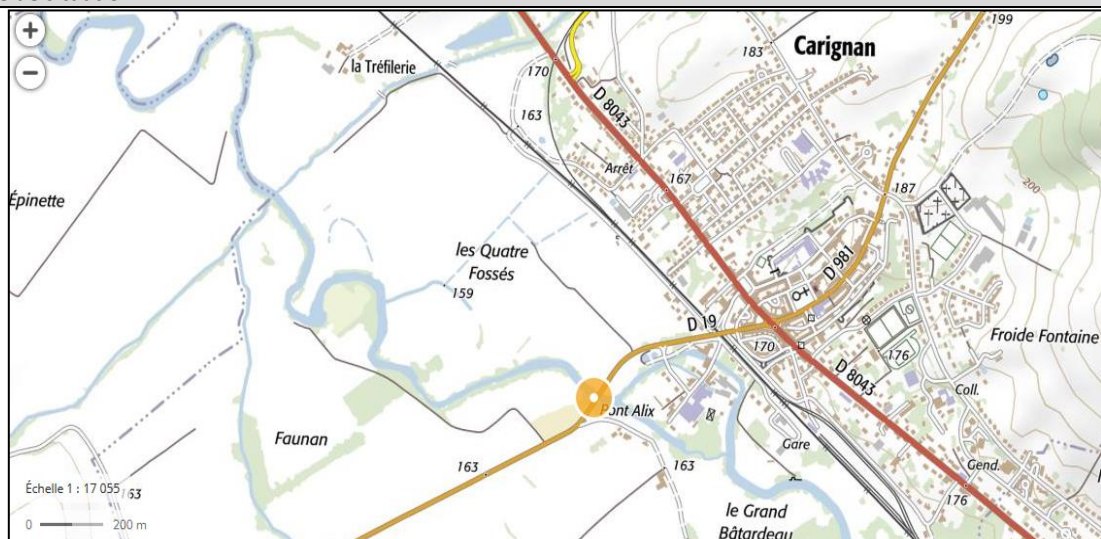


Influences

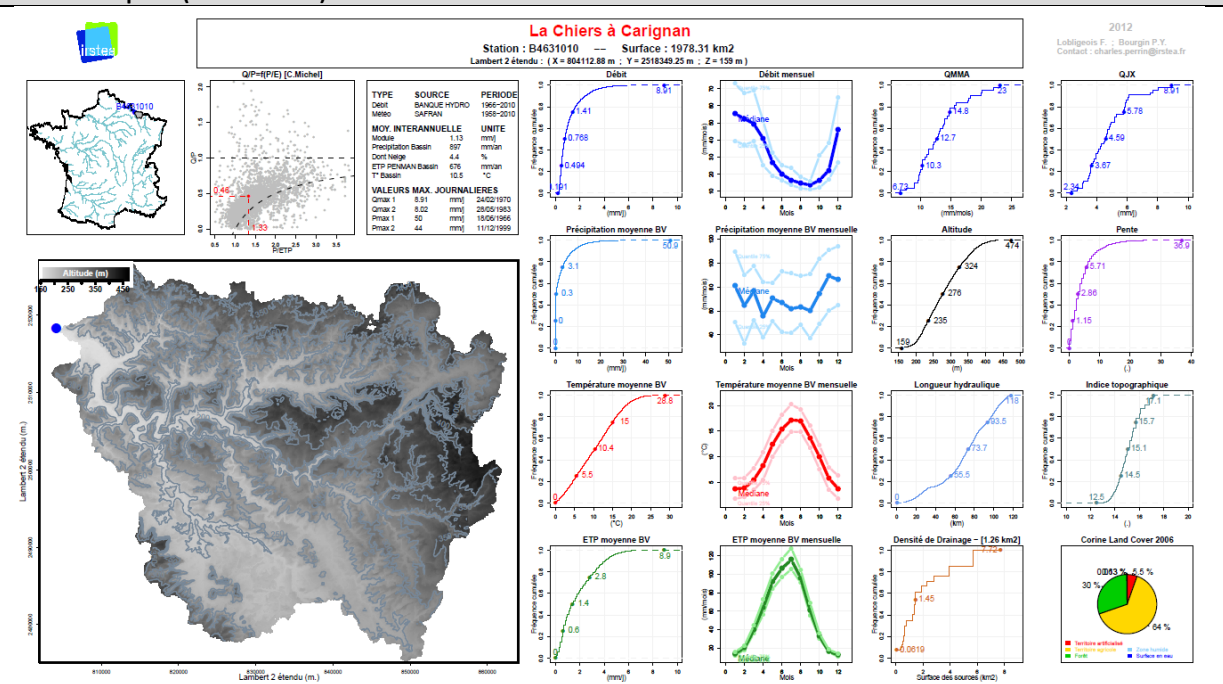
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.658			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Arrêt de la station prévu prochainement en étiage car trop peu fiable ; deux centrales hydroélectrique à 3-4 km à l'aval de la station remises en route récemment (2017 pour la plus récente) et perturbent fortement la station ; correctif appliqué (seuil très large, peu sensible)			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	3	2	0	3
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Débits d'étiage étonnants en début de période => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Carignan		
Cours d'eau	Chiers		
Code Hydro	B4631010		
Superficie bassin (km ²)	1978		
Période disponible	1966-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Oui	Oui

Carte de situation



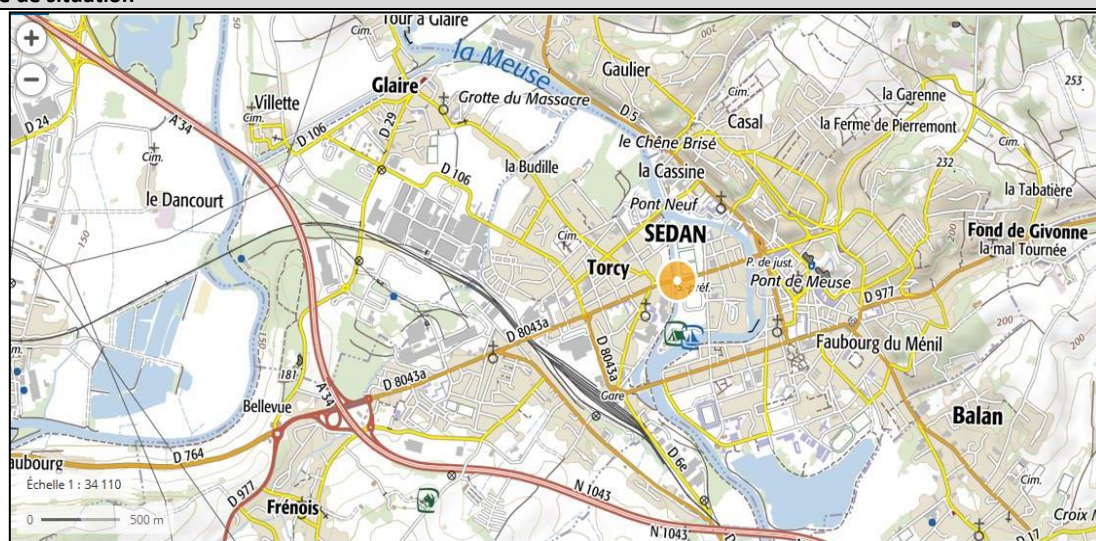
Fiche descriptive (Source Irstea)



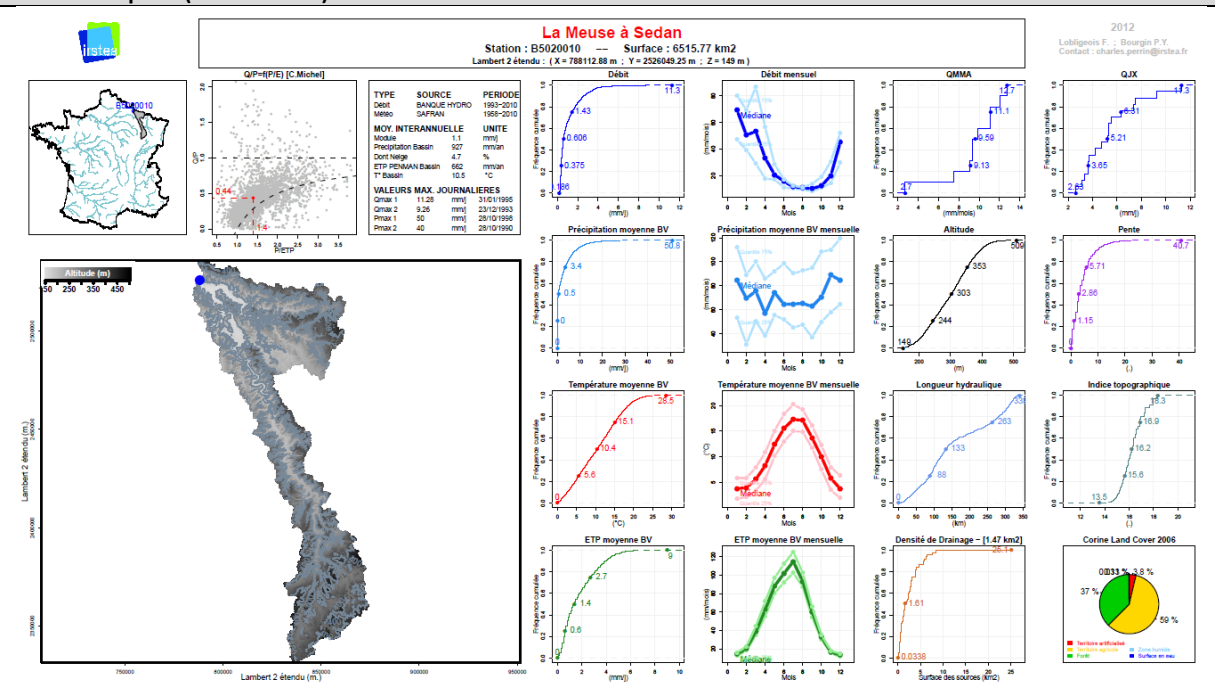
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.960			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Centrale à l'amont ; station a priori très bonne			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	3	2	0	3
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Station peu fiable en début de période ? => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Sedan		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B5020010		
Superficie bassin (km ²)	6516		
Période disponible	1993-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Non	Oui

Carte de situation



Fiche descriptive (Source Irstea)

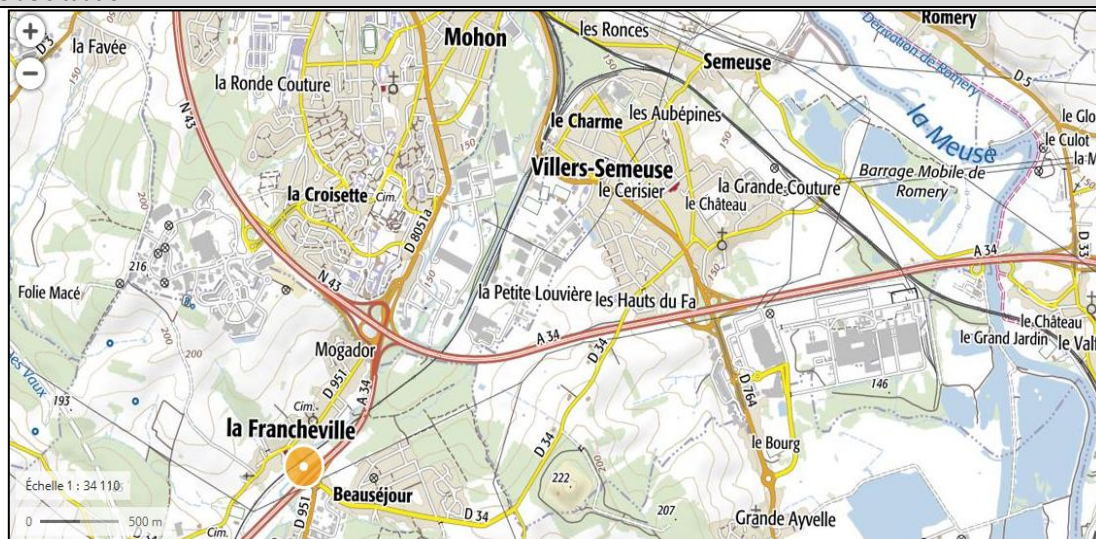


Influences

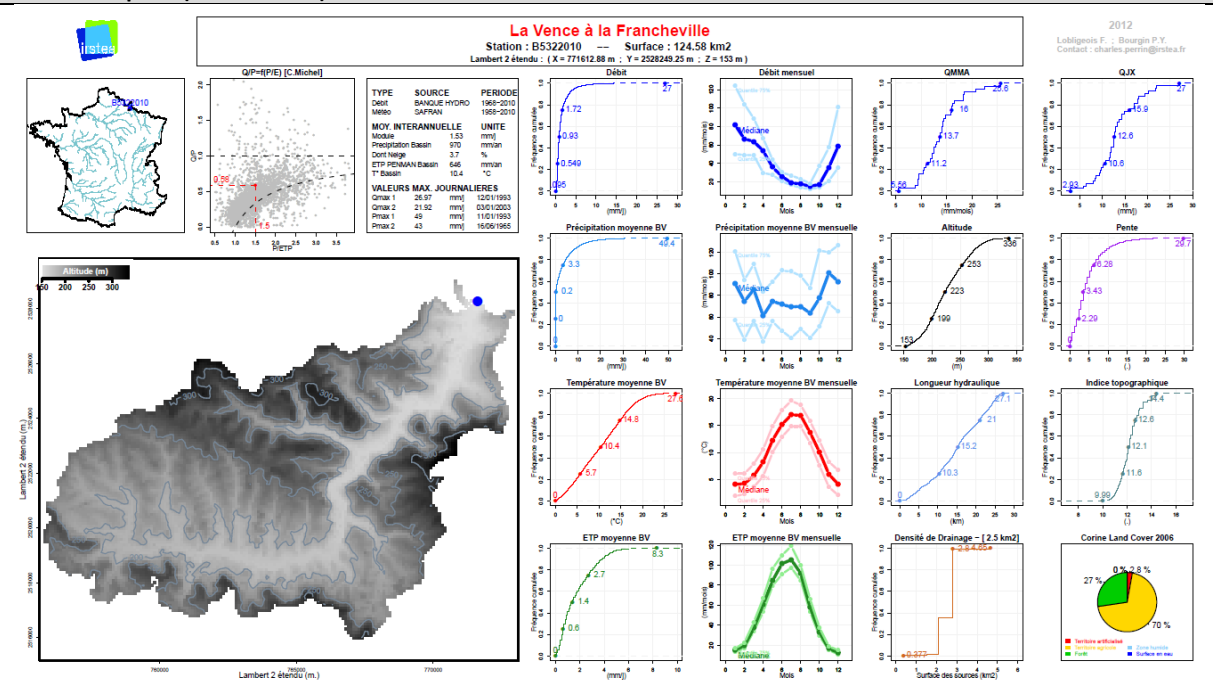
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	2.319			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée - Du 16/08/05 au 27/08/05, des travaux de réhaussement sur le seuil situé à 3 km en aval des échelles ont été réalisés afin de garantir un tirant d'eau d'1.80 m pour les bateaux. Le niveau du plan d'eau a augmenté d'environ de 40 cm environ. En deçà de 2.40 m environ (à confirmer par des jaugeages) le seuil étant hors d'eau, la relation h/q n'est plus univoque.			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Cf. commentaires banque HYDRO			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	9	22	2	3
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Nombreuses lacunes => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	La Francheville		
Cours d'eau	Vence		
Code Hydro	B5322010		
Superficie bassin (km ²)	125		
Période disponible	1968-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Oui	Oui

Carte de situation



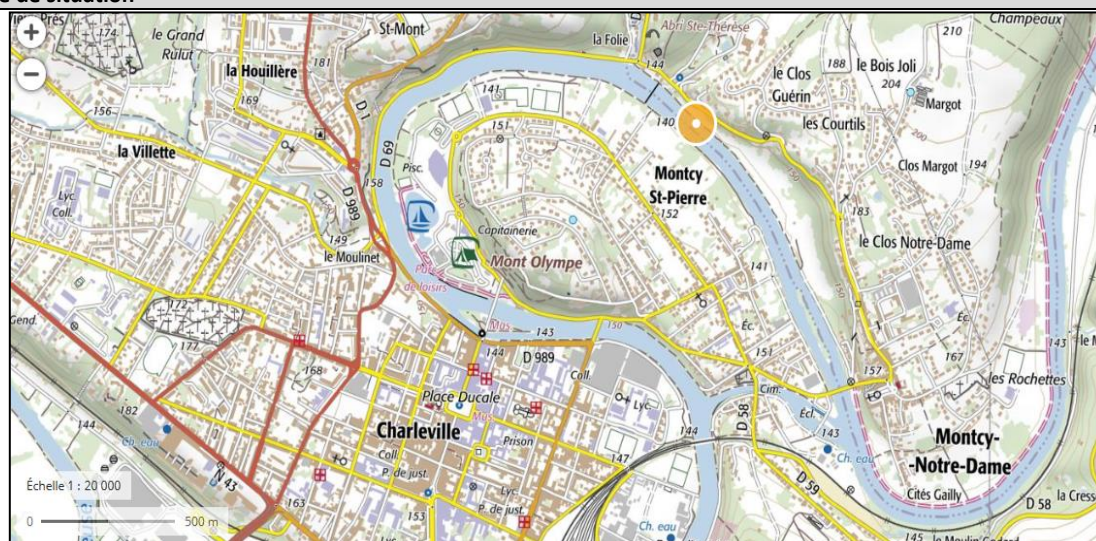
Fiche descriptive (Source Irstea)



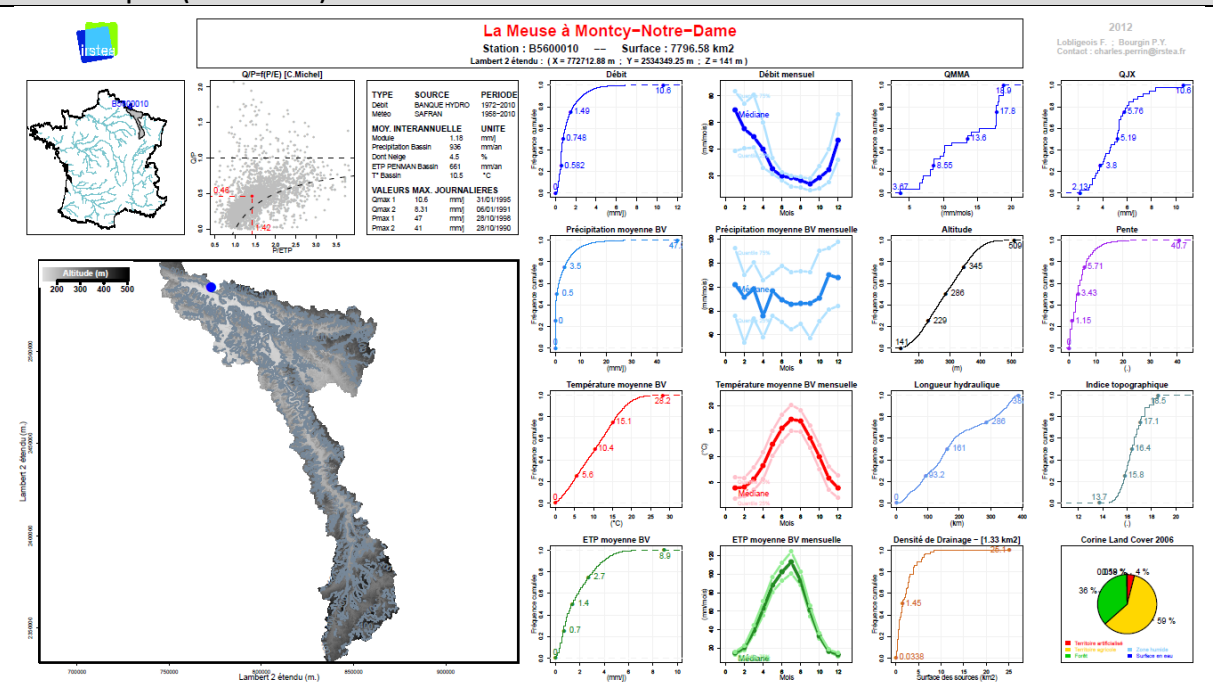
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.053			
Commentaires Banque HYDRO	Station pas ou faiblement influencée			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Station gérée avant 2003-2004 par Champagne-Ardennes ; quelques modifications des environs de la station mais station a priori fiable			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	0	0	0	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Débit d'étiages bruités => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Montcy-Notre-Dame		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B5600010		
Superficie bassin (km ²)	7796		
Période disponible	1972-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Oui	Non	Non

Carte de situation



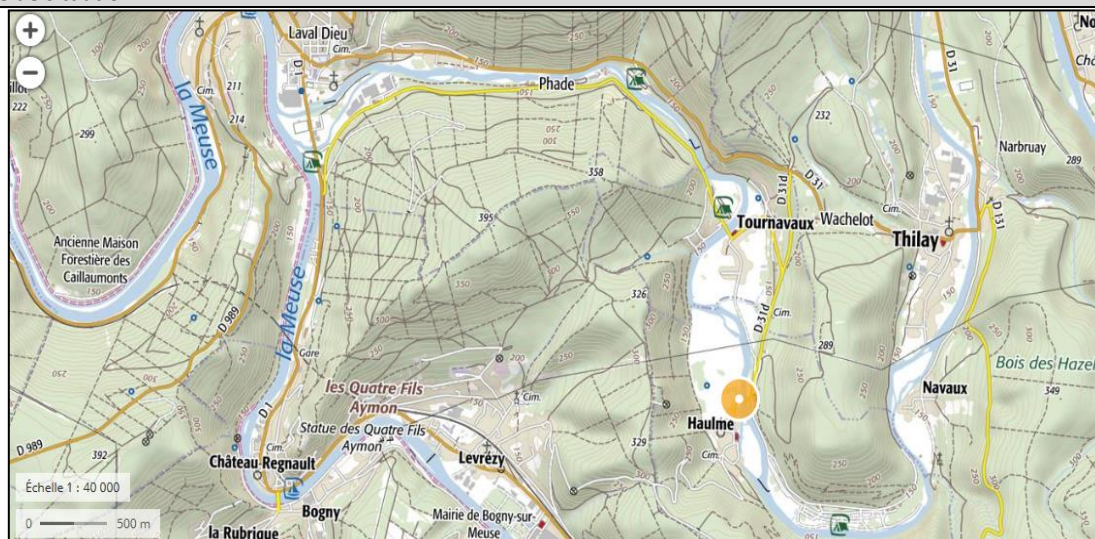
Fiche descriptive (Source Irstea)



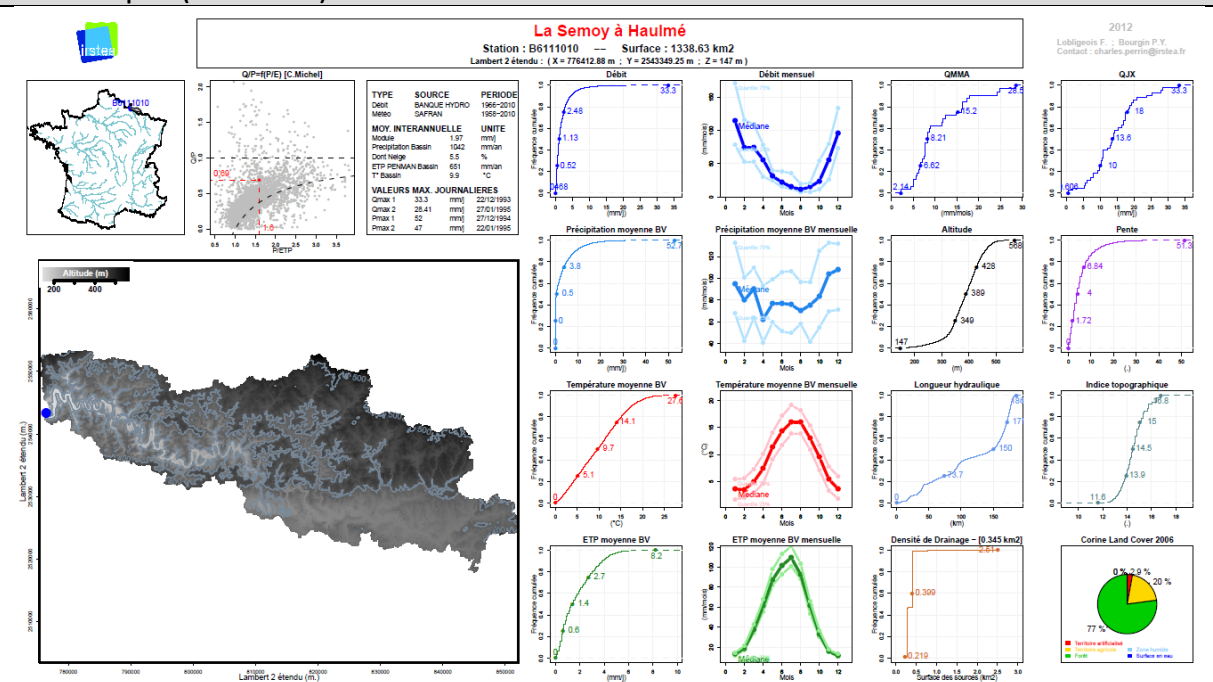
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	1.502			
Commentaires Banque HYDRO	Station fortement influencée - Mars 95, mise en service de la dérivation avec régulation par clapets mobiles. En dessous de 0.95 m et au-delà de 4.00 m (après mars 95), la station n'est plus univoque car influencée en étiage par le barrage aval et les éclusées et en crue court-circuitée par la dérivation.			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	La station d'Aiglemont devait prendre le relai mais pas plus fiable (barrage à l'aval), relation plus univoque en dessous de 180 m ³ /s. A priori difficilement exploitable pour des objectifs hydrologiques			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	13	29	2	3
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Station trop peu fiable pour être exploitable dans le cadre du projet			

Station	Haulmé		
Cours d'eau	Semoy		
Code Hydro	B6111010		
Superficie bassin (km ²)	1339		
Période disponible	1965-2018		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Non	Oui

Carte de situation



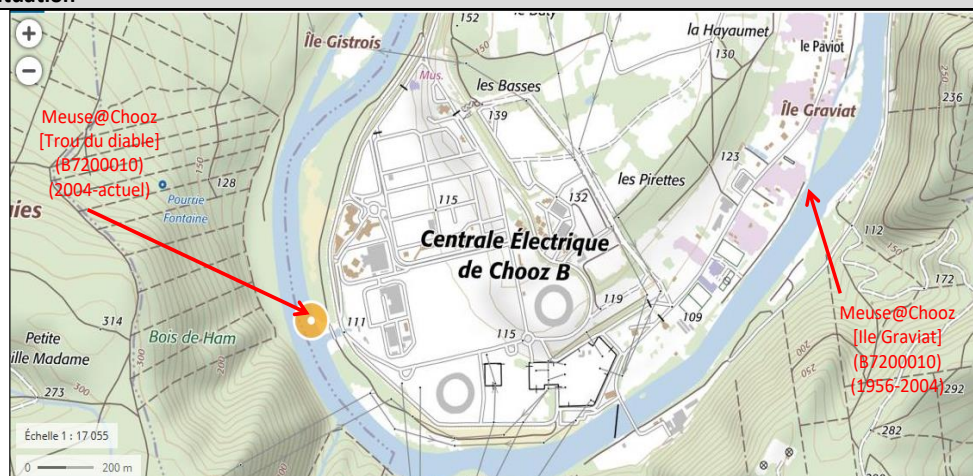
Fiche descriptive (Source Irstea)



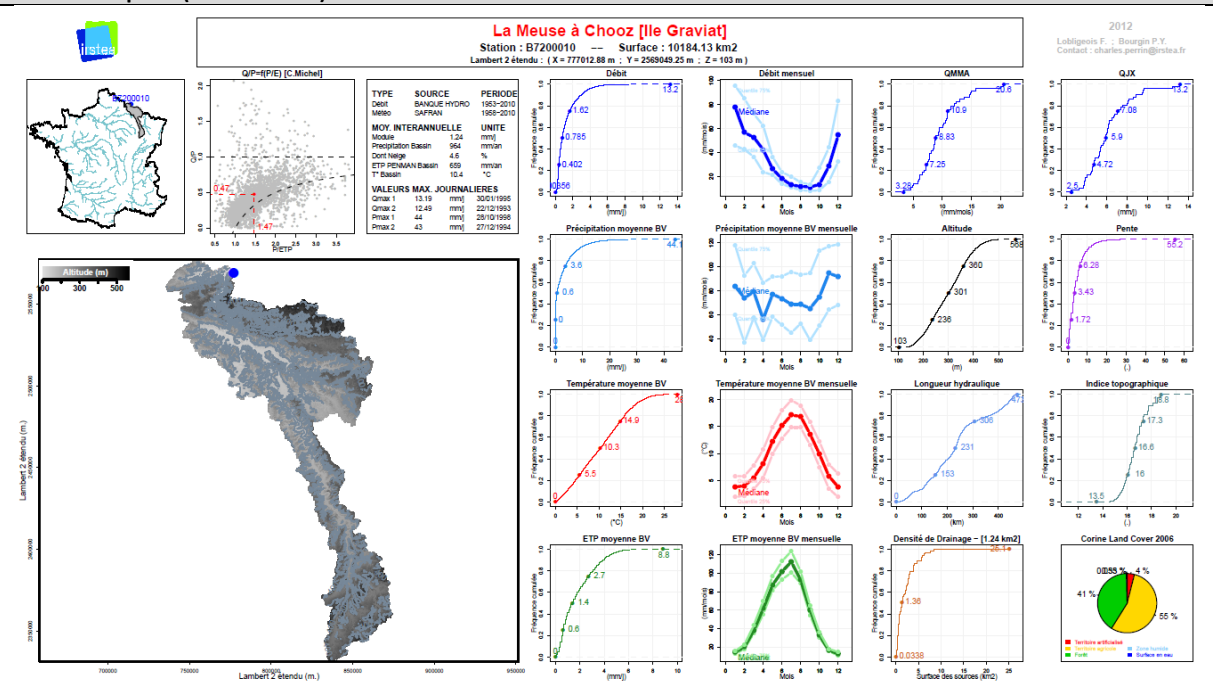
Influences				
Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	0.330			
Commentaires Banque HYDRO	Station fortement influencée en étiage			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	Beaucoup d'influence par l'herbe ; Jaugeages très compliqués en étiage. Globalement bonne correspondance avec le débitmètre sur la station amont de Membre en Belgique			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	0	0	0	0
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Barrage de la Vierre mais influence jugée limitée par la DREAL Débits peu lisses en étiage => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Station	Chooz (2004 – actuel) [Trou du Diable] (anc. [Ile Graviat])		
Cours d'eau	Meuse		
Code Hydro	B7200000 (anc. B7200010)		
Superficie bassin (km ²)	10181		
Période disponible	2004-2018 (anc. 1956-2004)		
Vigicrues	Station CHIMERE21 crue	Obs. nat. des étiages	Station CHIMERE21 étiage
Oui	Non	Non	Oui

Carte de situation



Fiche descriptive (Source Irstea)



Influences

Seuil (m ³ /s) (VNC75 x 0.15)	2.681			
Commentaires Banque HYDRO	B7200000 : Pas ou faiblement influencée - Cette station est située en amont de la centrale de Chooz et ne prend donc pas en compte le débit évaporé par les aéroréfrigérants B7200010 : Fortement influencée en étiage - En dessous de 50 m ³ /s, la station est non univoque à cause des manœuvres du barrage des Quatre Cheminées situé en aval. A partir du 03/06/04, les débits < 50 m ³ /s seront calculés à partir de la station Chooz "Trou du Diable" située en amont de la prise d'eau de la Centrale EDF.			
Commentaires Denis Lognon (DREAL Grand-Est)	En étiage très sévères, par ex. 2003, influence par l'herbe ; également en 2011 ; mais station fiable			
Nombre de points influence amont considérés	AEP / STEP	Industries	Prises canaux	Exhaures
	18	31	2	3
Commentaires Irstea et traitement réalisé	Seules sont prises en compte les influences locales de la centrale de Chooz. Naturalisation des débits sur la série de l'île de Graviat par EDF-DTG (J. Gailhard). Série jointe à celle de Trou du diable pour obtenir une série continue. Débits peu lisses en étiage => Valeurs jugées douteuses mises en lacune			

Annexe 3 - Consommation des industries présentes sur le bassin versant de la Meuse

En rouge, sont indiquées les industries ayant une consommation tantôt positive tantôt négative. L'année de référence pour les classer est 2012.

Tableau 10 : Industries présentes sur le bassin de la Meuse et ayant une consommation négative sur la période 2012-2014.

#	Etablissement	Consommation 2012 [m ³ /s]	Consommation 2013 [m ³ /s]	Consommation 2014 [m ³ /s]
22	LACTO SERUM France SA	-0.03936	-0.04318	-0.04155
14	Fromagerie de l'ermitage	-0.02432	-0.02553	-0.02527
25	Nestlé Waters Supply Est (Site de Contrexeville)	-0.01409	-0.01410	-0.01355
15	Fromagerie Henri HUTIN	-0.01366	-0.01355	-0.01362
6	BG	-0.01201	-0.00879	-0.01033
24	Nestlé Waters Supply Est (Usine de Vittel)	-0.01185	-0.01545	-0.01162
30	SNC CANELIA ROUVROY Poudre	-0.00642	-0.00681	-0.00740
20	Inéos Entreprises France SAS	-0.00337	-0.00415	-0.00459
13	Fours à chaux de Sorcy	-0.00248	-0.00089	-0.00120
32	Union Laitière de la Meuse (ULM)	-0.00239	-0.00275	-0.00371
7	Carrières et Fours à Chaux de Dugny	-0.00225	-0.00213	-0.00243
31	SOLEVAL France - Usine de Charny sur Meuse	-0.00201	-0.00185	-0.00234
8	Centre de stockage des déchets d'Eteignières	-0.00147	-0.00113	-0.00137
17	FVM Technologies	-0.00144	-0.00130	-0.00142
3	ARCELOR MITTAL, Commercy	-0.00102	-0.00209	-0.00214
29	SCORI EST	-0.00101	0.00000	-0.00087
19	HANON SYSTEMS CHARLEVILLE SAS	-0.00068	-0.00086	-0.00119
11	Etablissement de Cliron. dit BRENNTAG ARDENNES	-0.00025	-0.00020	0.00000
9	Daum	-0.00010	-0.00330	-0.00213
2	ARCAVI - Chalandry-Elairé	-0.00008	-0.00008	-0.00007
27	SAS EUROVITA	-0.00005	-0.00017	-0.00008
1	ACTEGA Rhenacoat SAS	-0.00002	-0.00001	-0.00001
12	FAURECIA	-0.00001	-0.00001	-0.00005
4	ARCELORMITTAL Atlantique et Lorraine MOUZON	0.00000	-0.00157	0.00098
18	GESTAMP PRISMA	0.00000	0.00000	-0.00003

Tableau 11 : Industries présentes sur le bassin de la Meuse et ayant une consommation positive sur la période 2012-2014.

#	Etablissement	Consommation 2012 [m ³ /s]	Consommation 2013 [m ³ /s]	Consommation 2014 [m ³ /s]
10	EDF - CNPE de Chooz	1.15511	1.32540	1.37514
23	MUNKSJÖ STENAY	0.01904	0.02041	0.02212
26	OI Manufacturing GIRONCOURT	0.01170	0.01278	0.00910
16	FROMAGERIES BEL PRODUCTION FRANCE	0.01145	0.00646	0.00835
21	LA FONTE ARDENNAISE. unité FA4	0.00220	0.00345	0.00250
28	SCHULMAN PLASTICS S.A.S.	0.00133	0.00174	0.00168
5	ATELIERS DES JANVES	0.00038	0.00051	0.00048
4	ARCELORMITTAL Atlantique et Lorraine MOUZON	0.00000	-0.00157	0.00098

Tableau 12 : Industries présentes sur le bassin de la Meuse et ayant une consommation nulle sur la période 2012-2014.

#	Etablissement	Consommation 2012 [m ³ /s]	Consommation 2013 [m ³ /s]	Consommation 2014 [m ³ /s]
-	KME usine de Givet	0	0	0
-	MARCEL FRANCE MECANO GALVA	0	0	0
-	Société Ardennaise Industrielle	0	0	0
-	EUROSTAMP SAS	0	0	0
-	MOSELLE PHOTOGRAVURE SAS	0	0	0
-	SOLVAY CARBONATE FRANCE	0	0	0
-	RUBBER PLASTIC SYSTEMS	0	0	0
-	SABEST (abattoir)	0	0	0
-	SITA Romagne-sous- Montfaucon	0	0	0
-	Auchan Pole Europe	0	0	0
-	GABS SAS	0	0	0
-	ENTREMONT SODIAAL	0	0	0