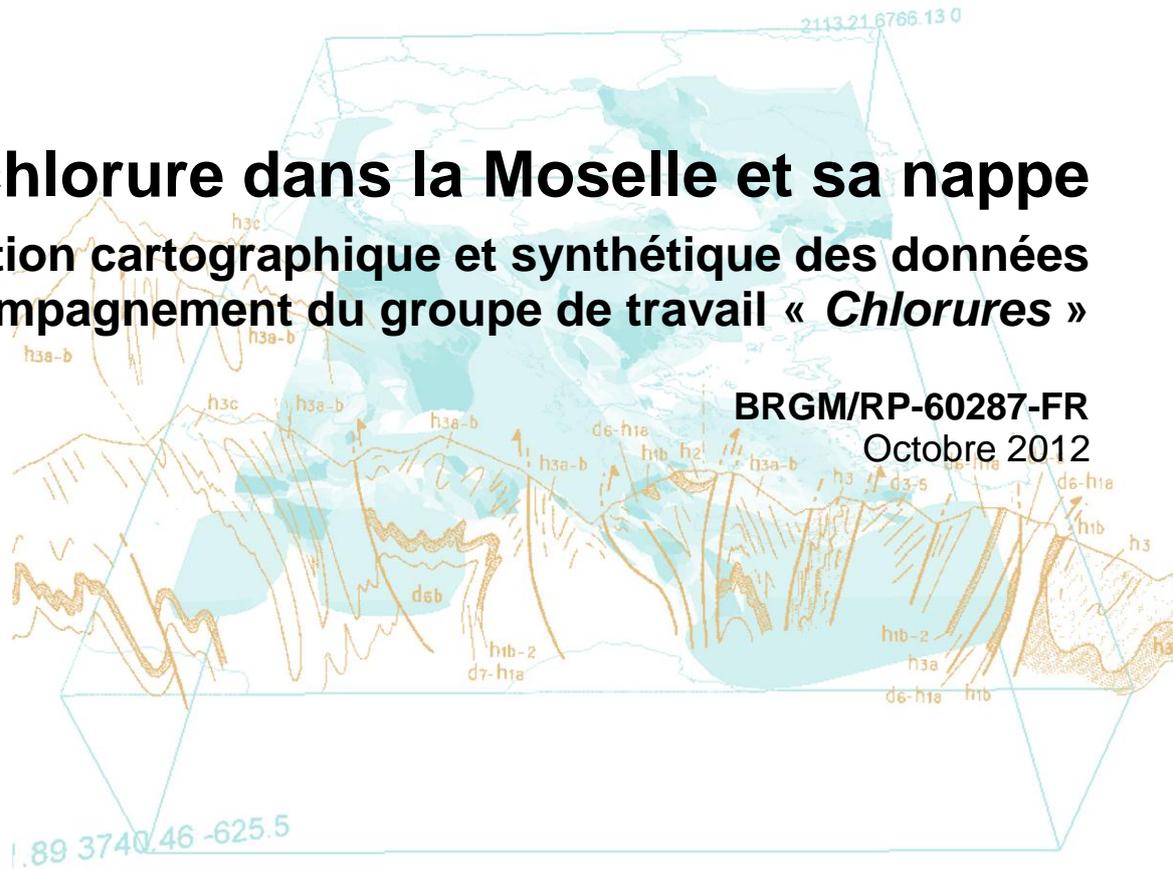




Le chlorure dans la Moselle et sa nappe

Exploitation cartographique et synthétique des données

Accompagnement du groupe de travail « Chlorures »



BRGM/RP-60287-FR
Octobre 2012



Le chlorure dans la Moselle et sa nappe

Exploitation cartographique et synthétique des données

Accompagnement du groupe de travail « *Chlorures* »

BRGM/RP-60287-FR

Octobre 2012

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2011-EAUI-52

D. Nguyen-Thé avec la collaboration de G. Fourniguet et M. Pétrignet

Vérificateur :

Nom : J.J. Seguin

Date : 26/11/2012

(original signé) :

Approbateur :

Nom : D. Midot

Date : 22/01/2013

(original signé) :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.



Mots-clés : chlorure, nappe de la Moselle, Moselle, Meurthe, Lorraine.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

D. Nguyen-Thé avec la collaboration de G. Fourniquet et M. Pétrignet (2011) – Le chlorure dans la Moselle et sa nappe, Exploitation cartographique et synthétique des données, Accompagnement du groupe de travail « *Chlorures* ». Rapport BRGM/RP-60287-FR, 78 p., 27 ill., 2 ann., 1 DVD.

Synthèse

L'Agence de l'eau Rhin-Meuse (AERM) et la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Lorraine ont missionné le BRGM, dans le cadre du groupe de travail « *Chlorures* », afin de réaliser un état des lieux concernant les études et travaux qui ont déjà été effectués sur la problématique du chlorure dans la Moselle et dans sa nappe alluviale.

Pour ce faire, une géodatabase a été créée, dans laquelle ont été bancarisées, voire saisies numériquement, les données quantitatives et qualitatives pertinentes qui ont été recensées sur cette problématique et collectées auprès de divers organismes, exploitants ou collectivités. Les études et cartes pertinentes y ont également été référencées.

A partir de cette synthèse de données et d'informations, des cartes générales de la zone d'étude ont été éditées, en particulier celle des concentrations maximales en chlorure qui ont été observées après la mise en place de la dernière régulation des rejets salins des soudières. Ces cartes synthétiques sur lesquelles figurent les renseignements essentiels inventoriés ont permis de définir les quatre secteurs à enjeux d'Atton et Loisy, d'Arry-la-Lobe, de Moulins-lès-Metz, et de Metz-nord. Il s'agit des secteurs comportant des captages d'AEP en nappe alluviale qui sont influencés par la Moselle et qui ont connu des épisodes de concentrations en chlorure ayant dépassé le seuil de 250 mg/L ou qui sont susceptibles d'en connaître.

Les données numériques ont en outre été valorisées par une première analyse exploratoire faisant ressortir que les concentrations en chlorure mesurées dans les captages en nappe alluviale pouvaient être corrélées à celles dans la rivière, alors qu'elles ne semblaient pas l'être avec l'intensité des prélèvements d'eau des captages. La conservation sous un format numérique, à un pas de temps mensuel, voire hebdomadaire, de davantage de données de prélèvements d'eau permettrait de poursuivre l'analyse des données et la comparaison de paramètres en disposant pour cette dernière tâche des valeurs des rejets salins des soudières sous un format numérique.

En accompagnement du groupe de travail et de son sous-groupe de travail A sur la « *Connaissance de la nappe et cartographie de la minéralisation* », un bilan sur les possibilités de réutilisation des anciens outils de modélisation qui ont été mis en place au niveau des secteurs à enjeux a été dressé et est détaillé dans le présent rapport.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Informations utilisées	9
2.1. ORIGINE DES DONNEES CHIFFREES	9
2.2. PERIODE ETUDIEE	9
2.3. LIMITE GEOGRAPHIQUE DES DONNEES	10
2.4. EXPLOITATION DES CAPTAGES	10
3. Création d'une géodatabase.....	13
3.1. OUTIL DE TRAITEMENT DES INFORMATIONS	13
3.2. PRESENTATION ET MENU DE LA BASE DE DONNEES	14
3.2.1. Pages des données numériques.....	14
3.2.2. Cartographie	16
3.2.3. Chronique des principaux ions	16
3.2.4. Bibliographie	17
3.2.5. Saisie de nouvelles informations.....	19
3.2.6. Mise à jour de la base.....	20
3.3. POINTS D'EAU BANCARISES	20
4. Valorisation des informations bancarisées.....	23
4.1. CARTOGRAPHIE DES ANNEES 1999, 2003, 2006 ET 2009.....	23
4.2. CONCENTRATIONS MAXIMALES RENCONTREES AU COURS DE LA PERIODE 1999-2010.....	23
4.3. STRATEGIE D'APPROCHE	26
4.4. TRAVAIL SUR LES INFORMATIONS BANCARISEES OU RECENSEES.....	32
4.4.1. Première analyse des données brutes disponibles	32
4.4.2. Question sur les outils de modélisation disponibles	33
5. Conclusion.....	41
6. Références bibliographiques	43

Liste des illustrations

Illustration 1 : Données récupérées dans le cadre de l'enquête réalisée.	11
Illustration 2 : Fenêtre d'accueil de l'application « Cl_Moselle.mdb ».	13
Illustration 3 : Page des données analytiques.	14
Illustration 4 : Exemples d'accès aux données de qualité ou de quantité.	15
Illustration 5 : Page écran permettant d'accéder à la cartographie.	16
Illustration 6 : Page des chroniques des principaux ions.	17
Illustration 7 : Exemple de comparaison de chroniques de qualité.	17
Illustration 8 : Pages de la bibliographie.	18
Illustration 9 : Ajout de points d'eau dans la base.	19
Illustration 10 : Localisation des points d'eau.	21
Illustration 11 : Usages des points d'eau.	22
Illustration 12 : Carte des concentrations en chlorure de l'année 1999 (en mg/L).	24
Illustration 13 : Carte des concentrations en chlorure de l'année 2003 (en mg/L).	24
Illustration 14 : Carte des concentrations en chlorure de l'année 2006 (en mg/L).	25
Illustration 15 : Carte des concentrations en chlorure de l'année 2009 (en mg/L).	25
Illustration 16 : Concentrations maximales en chlorure toutes années confondues.	27
Illustration 17 : Secteur à enjeux d'Atton et Loisy.	28
Illustration 18 : Secteur à enjeux d'Arry-la-Lobe.	29
Illustration 19 : Secteur à enjeux de Mouins-lès-Metz.	30
Illustration 20 : Secteur à enjeux de Metz-nord.	31
Illustration 21 : Extensions et caractéristiques des modèles disponibles à Atton et Loisy.	34
Illustration 22 : Résultats de scénarios étudiés par les modèles des soudières.	34
Illustration 23 : Extensions et caractéristiques des modèles disponibles à Arry-la-Lobe.	35
Illustration 24 : Résultats de scénarios étudiés par le modèle des soudières.	36
Illustration 25 : Extension et caractéristiques du modèle disponible à Moulins-lès-Metz.	37
Illustration 26 : Résultats de scénarios étudiés par le modèle des soudières.	37
Illustration 27 : Extensions et caractéristiques des modèles disponibles à Metz-nord.	38

Liste des annexes

Annexe 1 : Liste des points d'eau bancarisés.	45
Annexe 2 : Cartes des concentrations maximales en chlorure par année – Période 1990-2011.	55

1. Introduction

Le groupe de travail « *Chlorures* » a été créé pour rendre compte au Comité de bassin Rhin-Meuse de l'avancement de la sécurisation de l'alimentation en eau potable des collectivités affectées par la salinité de la Moselle et sa nappe alluviale, et de l'avancement de la mise en place d'actions permettant aux concentrations en chlorure dans la Moselle et dans sa nappe de se rapprocher d'un état naturel, plan qui est inscrit dans le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux).

Lors de la réunion du groupe de travail du 26/11/2010, il a été demandé de réaliser un état des lieux de l'existant concernant les études et travaux qui avaient déjà été effectués sur la problématique du chlorure dans la Moselle et dans sa nappe. La mission a été confiée au BRGM par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, financeur du projet avec le concours financier du BRGM, ainsi que par la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Lorraine.

L'objectif du projet est de réaliser des cartes synthétiques de la nappe de la Moselle et de la Meurthe sur lesquelles doivent figurer les informations essentielles qui ont été inventoriées. Il s'agit principalement de représenter les points d'eau possédant des données quantitatives ou qualitatives, ainsi que de rendre compte des études et modèles de la nappe qui existent. Ce travail de synthèse vise *in fine* à identifier les secteurs à enjeux de la nappe alluviale.

Le présent rapport rend compte de la sélection des informations et des données récupérées qui ont été bancarisées dans une géodatabase afin de créer les cartes demandées. Les critères de choix des secteurs à enjeux et une proposition de secteurs sont également présentés. Enfin, dans le cadre de l'accompagnement du groupe de travail « *Chlorures* » et de son sous-groupe de travail A sur la « *Connaissance de la nappe et cartographie de la minéralisation* », les possibilités de réutilisation des outils numériques qui existent sont évoquées.

2. Informations utilisées

2.1. ORIGINE DES DONNEES CHIFFREES

Une identification préliminaire des informations à bancariser a été entreprise au premier trimestre 2011 (voir le rapport BRGM/RP-59867-FR). Elle a servi de départ pour consulter les organismes disposant de données chiffrées qui pourraient être utilisées.

Plusieurs bases de données ont été consultées et ont fait l'objet d'extractions afin de réaliser une concaténation de données qualitatives et quantitatives qui soit la plus synthétique possible. Des extractions ont ainsi été faites à partir des banques de données du SIERM (Système d'Information sur l'Eau Rhin-Meuse pour les données de la Banque Hydro) par l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, SISE-EAUX par l'Agence régionale de santé de Lorraine, et ADES par le BRGM. La société Novacarb a aussi transmis, pour le compte des soudières, des données concernant la station de mesures de Hauconcourt.

Une enquête complémentaire a également été effectuée auprès des collectivités, des syndicats des eaux et/ou de leurs fermiers pour récupérer directement des données concernant les captages d'alimentation en eau potable (AEP) exploitant la nappe alluviale.

Il s'agit des communes d'Ancy-sur-Moselle, Basse-Ham, Corny-sur-Moselle, Dornot, Fameck, Hagondange, Haute-Kontz, Jouy-aux-Arches, Metz, Millery, Montigny-lès-Metz, Novéant-sur-Moselle, Pagny-sur-Moselle, Pont-à-Mousson, Rettel, Thionville, Vandières, Yutz, du Syndicat d'Atton, du Syndicat de Cattenom, du Syndicat de l'Est Thionvillois, du Syndicat de Florange, du Syndicat de Guénange, du Syndicat Intercommunal des Eaux de Gravelotte et de la Vallée de l'Orne, du Syndicat Intercommunal des Eaux de Seille Moselle, du Syndicat de production d'Orbion-Moselle, du Syndicat de Verny, de la Mosellane des Eaux, et de la SAUR. Des données ont en outre été récupérées à la Base Aérienne 128 d'Augny-Frescaty.

Sur les 28 collectivités ou établissements contactés, hors sociétés fermières, pour réaliser l'enquête, nous avons pu aller collecter des données ou en avons reçues pour 19 d'entre eux. 3 entités ont aussi indiqué qu'elles ne disposaient pas de données. Enfin, pour les 9 entités restantes notre enquête a été infructueuse : aucune donnée n'a pu être récupérée sans que cela préjuge de leur inexistence.

Le détail des données récupérées est présenté dans le tableau de l'illustration 1. Certaines données ont été extraites de rapports d'études ou de rapports annuels d'exploitation que nous avons pu consulter dans le cadre de l'enquête. Pour la Commune de Millery pour laquelle aucune donnée n'a été archivée, des données analytiques provenant du SIERM (voir ci-dessus) ont toutefois été bancarisées. Pour la commune de Pagny-sur-Moselle pour laquelle l'enquête a été infructueuse, il en est de même. Ainsi, en termes de bilan de l'enquête, le taux de réponses définitives obtenues est de 89 % (75 % de récupération d'informations, plus 14 % d'absence d'information) et le taux de sollicitations infructueuses est de 11 %.

2.2. PERIODE ETUDIEE

Lors de la première réunion du sous-groupe de travail A du 21 mars 2011, les soudières ont exprimé le souhait que l'actualisation de la cartographie de la minéralisation de la nappe alluviale de la Moselle porte sur des données qui soient postérieures à la mise en place des dernières conditions de régulation de leurs rejets salins, c'est-à-dire qui ne soient pas antérieures à 1999.

Dans cet esprit, il a été acté que soient réalisées des cartographies ponctuelles des concentrations en chlorure pour les années 2003, 2006 et 2009, voire pour l'année 1999. Il a également été précisé que la bancarisation des données pourrait porter sur des données antérieures à 1999, dans la mesure où celles-ci pourraient permettre de mieux comprendre les phénomènes en jeu et ainsi d'approfondir la connaissance de la nappe conformément aux dispositions du SDAGE.

2.3. LIMITE GEOGRAPHIQUE DES DONNEES

Les parties des cours d'eau considérées dans la base sont situées :

- pour la Moselle, entre Dommartin-lès-Toul et Apach ;
- pour la Meurthe, entre Lunéville et la confluence avec la Moselle à Frouard ;
- pour les affluents principaux, à l'extrémité aval de la Fensch et de l'Orne, ainsi que sur la totalité du Sânon et de la Seille.

2.4. EXPLOITATION DES CAPTAGES

Dans le tableau de l'illustration 1, les captages qui sont abandonnés sont indiqués. C'est le cas de l'ouvrage de Millery, qui a été abandonné il y a une quinzaine d'années à cause de concentrations trop importantes en fer et manganèse dans ses eaux. Pour la commune de Pagny-sur-Moselle, les trois captages implantés sur le territoire communal ont été abandonnés, mais les deux situés à Vandières ont été conservés. Le puits de la commune de Pont-à-Mousson a été abandonné à la fin des années 1990, lui aussi pour des problèmes de concentrations importantes en fer et manganèse. Le dernier captage abandonné est celui de Hagondange. Enfin il est à noter que le captage de la commune de Basse-Ham n'a pas été abandonné mais qu'il sert essentiellement à l'entretien des espaces verts.

	Collectivité / établissement	Données de quantité	Données de qualité	Captage abandonné
MEURTHE-ET-MOSELLE	Commune de Millery (1 puits)	Absence de données	Absence de données	OUI
	Commune de Pagny-sur-Moselle (5 puits)	Aucune donnée récupérée		OUI
	Commune de Pont-à-Mousson (1 puits)	Absence de données	Absence de données	OUI
	Syndicat d'Atton (1 puits)	Débits mensuels de 1998	Non récupérées	NON
	Syndicat de production d'Orbion-Moselle (5 puits)	Débits mensuels de 1986 à 1993	Données mensuelles de chlorure et nitrate de 1999 à 2010	NON
	Syndicat Intercommunal des Eaux de Seille Moselle (2 puits)	Non récupérées	Données mensuelles de chlorure et nitrate de 1999 à 2010	NON
MOSELLE	Base Aérienne 128 d'Augny-Frescaty (2 puits)	Débits annuels de 1986 à 1991 et de 2009 à 2011	Données mensuelles de paramètres physico-chimiques et biologiques de 1982 à 2011 (données irrégulières)	NON
	Commune d'Ancy-sur-Moselle (1 puits)	Débits annuels de 1999 à 2010	Données annuelles de paramètres physico-chimiques et biologiques de 1999 à 2010	NON
	Commune de Basse-Ham (1 puits)	Absence de données	Absence de données	NON
	Commune de Corny-sur-Moselle (2 puits)	Débits mensuels de 2009 à 2010	Données physico-chimiques annuelles de 1992 à 2011	NON
	Commune de Dornot (1 puits)	Débits mensuels d'exploitation de 2006 à 2010	Données sur les eaux traitées en 2009 et 2010	NON
	Commune de Fameck (1 puits)	Aucune donnée récupérée		NON
	Commune de Hagondange (1 puits)	Absence de données	Absence de données	OUI
	Commune de Haute-Kontz (1 puits)	Débits annuels de 1999 à 2010	Données physico-chimiques de 1999 à 2001, en 2007, 2010 et 2011	NON
	Commune de Jouy-aux-Arches (1 puits)	Débits annuels de 1995 à 2010	Non récupérées	NON
	Commune de Metz (champs captants Nord et Sud, environ 140 puits)	Débits annuels de 2006 à 2010	Données mensuelles de paramètres physico-chimiques et biologiques de 1997 à 2011 (données irrégulières)	NON
	Commune de Montigny-lès-Metz (champ captant de 12 puits)	Débits hebdomadaires de 2007 à 2010	Données hebdomadaires de chlorure, nitrate et conductivité de 2006 à 2010	NON
	Commune de Novéant-sur-Moselle (1 puits)	Débits annuels de 2006 à 2009	Non récupérées	NON
	Commune de Rettel	Aucune donnée récupérée		NON
	Commune de Thionville (11 puits)	Débits annuels de 2007 à 2010	Données physico-chimiques de 1992 à 2010	NON
	Commune de Vandières (1 puits)	Débits annuels de 1995 à 2009	Données annuelles de paramètres physico-chimiques de 2003 à 2010	NON
	Commune de Yutz (8 puits)	Débits horaires moyens	Données physico-chimiques et biologiques de 2009 et 2011	NON
	Syndicat de Cattenom (4 puits)	Non récupérées	Données annuelles de paramètres physico-chimiques de 1992 à 2011	NON
	Syndicat de l'est Thionvillois (5 puits)	Débits annuels de 2000 à 2010	Données annuelles de paramètres physico-chimiques de 1991 à 2011	NON
	Syndicat de Florange (4 puits)	Non récupérées	Données annuelles de paramètres physico-chimiques de 1992 à 2010	NON
	Syndicat de Guénange (13 puits)	Non récupérées	Données annuelles de paramètres physico-chimiques de 1992 à 2010	NON
	Syndicat de Verry (1 puits)	Débits annuels de 1999 à 2010	Non récupérées	NON
	Syndicat Intercommunal des Eaux de Gravelotte et de la Vallée de l'Orne (14 puits)	Débits journaliers de 2000 à 2011	Données annuelles de paramètres physico-chimiques de 2000 à 2011	NON

Illustration 1 : Données récupérées dans le cadre de l'enquête réalisée.

3. Création d'une géodatabase

3.1. OUTIL DE TRAITEMENT DES INFORMATIONS

Toutes les informations qui ont été récupérées, que ce soit des données numériques, des données sur un support en papier, des cartes ou les références de rapports d'études, ont été classées et organisées, voire saisies ou vectorisées, dans une géodatabase de manière à optimiser leur traitement. Cette géodatabase permet, d'une part, de consulter toutes les informations inventoriées sur la Moselle et sa nappe, dont celles sur le chlorure qui les affectent, et d'autre part, de saisir de nouvelles données et de mettre à jour la base (voir la page d'accueil de l'application qui est présentée sur l'illustration 2).

Les fonctionnalités de la base de données « CI_Moselle.mdb » qui a ainsi été créée sont présentées dans la partie 3.2 suivante. Les dossiers qui accompagnent le fichier « .mdb » regroupent les images, tableaux et autres fichiers qui sont nécessaires à l'utilisation de la géodatabase. Il est donc important de ne pas déplacer ces dossiers pour préserver les liens établis avec la base. L'utilisation et l'exploitation optimale de la base de données requiert les logiciels Microsoft® Office Access 2010 et Excel 2010, et ESRI® ArcGIS 9.3.

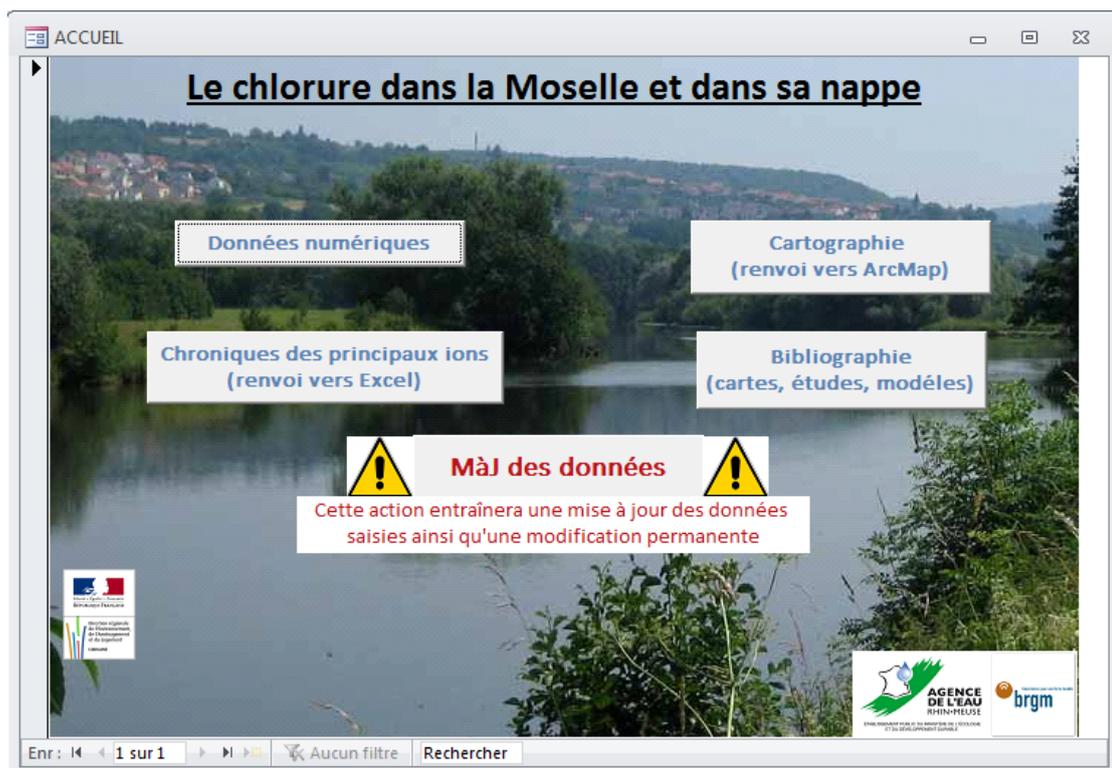


Illustration 2 : Fenêtre d'accueil de l'application « CI_Moselle.mdb ».

3.2. PRESENTATION ET MENU DE LA BASE DE DONNEES

3.2.1. Pages des données numériques

Le bouton situé en haut à gauche de la page d'accueil est intitulé « Données numériques ». Il permet d'accéder à la boîte de dialogue qui est reportée sur l'illustration 3. Celle-ci répertorie l'ensemble des points d'eau souterraine et des points d'eau superficielle qui ont été inventoriés au niveau de la nappe alluviale, ainsi qu'au niveau de la Moselle et de la Meurthe avant sa confluence avec la Moselle.

The form is titled "DESIGNATION" and contains several input fields and buttons. At the top left is a green button labeled "AJOUT DE NOUVEAUX POINTS". To its right is a dropdown menu labeled "DESIGNATION". Further right is a "Retour accueil" button. Below these are fields for "TYPE D'OUVRAGE", "NATURE", and "COMMUNE". A section titled "COORDONNEES" contains three input fields: "X L2E (m)", "Y L2E (m)", and "Z sol (m)". Below this is a section titled "DONNEES TECHNIQUES" with three input fields: "Profondeur travaux", "Date travaux", and "Diamètre (mm)". At the bottom, there are two columns: "DONNEES DE QUALITE" and "DONNEES DE QUANTITE". Each column contains two buttons: "Vers le tableau des données des eaux souterraines" and "Vers le tableau des données des eaux superficielles". The buttons are highlighted with red boxes.

Illustration 3 : Page des données analytiques.

Avec le menu déroulant « DESIGNATION » il est possible de sélectionner l'indice BSS (Banque des données du Sous-Sol) ou le code hydrologique du point d'eau, et de connaître ses caractéristiques :

- La « NATURE » indique s'il s'agit d'un forage, d'un puits, d'un piézomètre ou d'une station hydrologique...
- La « COMMUNE » permet de connaître dans quelle commune se trouve l'emplacement de l'ouvrage d'eau.
- Les « COORDONNEES » planimétriques X et Y sont fournies dans le système de projection Lambert 2 étendu et l'altitude du point Z est aussi indiquée.
- La partie « DONNEES TECHNIQUES » précise, dans le cas d'un ouvrage souterrain, la profondeur atteinte par l'ouvrage, la date à laquelle les travaux ont été réalisés et le diamètre de l'ouvrage s'il est renseigné.

Selon la sélection de l'ouvrage qui est faite grâce au menu déroulant « DESIGNATION », il ne subsiste qu'un seul cadre rouge dans la partie inférieure de la fenêtre autour des types de données (eaux souterraines ou eaux superficielles) qui sont disponibles pour le point sélectionné. En cliquant sur les boutons « DONNEES DE QUALITE » ou « DONNEES DE QUANTITE » on accède aux tables des données bancarisées (illustration 4). Il est possible d'appliquer des filtres et des tris sur les colonnes affichées pour rechercher des résultats particuliers.

DONNEES DE QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

DESIGNATION 01145X0176/PZ11

DATE_MESURE	PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	ORIGINE_MESURE
11/07/2005	Plomb	5 µg(Pb)/L		BRGM
11/07/2005	Potentiel en Hydrogène (pH)	6,7 unité pH		BRGM
11/07/2005	Tétrachloréthène	0,5 µg/L		BRGM
11/07/2005	Trichloroéthylène	2 µg/L		BRGM
11/07/2005	Zinc	25 µg(Zn)/L		BRGM
11/07/2005	Nickel	54 µg(Ni)/L		BRGM
11/07/2005	Mercure	1 µg(Hg)/L		BRGM
11/07/2005	Cuivre	5 µg(Cu)/L		BRGM
11/07/2005	Chrome hexavalent	10 µg(Cr)/L		BRGM
11/07/2005	Sulfates	559000 mg(SO4)/L		BRGM
11/07/2005	Aluminium	34 µg(Al)/L		BRGM
11/07/2005	Arsenic	1 µg(As)/L		BRGM

Enr : 1 sur 83 Non filtré Rechercher

DONNEES DE QUANTITE DES EAUX SUPERFICIELLES

DESIGNATION 2084000

DATE_MESURE	PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	ORIGINE_MESU
01/01/1971	Débit	49,7 m3/s		AERM
02/01/1971	Débit	45,4 m3/s		AERM
03/01/1971	Débit	38,8 m3/s		AERM
04/01/1971	Débit	42,6 m3/s		AERM
05/01/1971	Débit	53 m3/s		AERM
06/01/1971	Débit	43,6 m3/s		AERM
07/01/1971	Débit	36,8 m3/s		AERM
08/01/1971	Débit	36,7 m3/s		AERM
09/01/1971	Débit	38,1 m3/s		AERM
10/01/1971	Débit	38,1 m3/s		AERM
11/01/1971	Débit	35,1 m3/s		AERM
12/01/1971	Débit	34 m3/s		AERM

Enr : 1 sur 12935 Aucun filtre Rechercher

Illustration 4 : Exemples d'accès aux données de qualité ou de quantité.

Les données de qualité indiquent sur une ligne la valeur d'un paramètre chimique ou biologique, l'unité de la mesure, la date à laquelle le prélèvement pour analyse a été réalisé, et l'organisme à l'origine de la mesure. La base comprend majoritairement des valeurs de concentrations en chlorure et des valeurs de concentrations en autres ions majeurs (calcium, magnésium, sodium et sulfate). Mais elle contient également des résultats de mesures concernant les pesticides, les métaux lourds et d'autres composés potentiellement polluants. Les données de quantité regroupent pour les eaux souterraines des données de pompage sur les captages (débit horaire, hebdomadaire, mensuel ou annuel) et des niveaux piézométriques, et pour les eaux superficielles des débits de rivière mesurés aux stations hydrologiques.

3.2.2. Cartographie

Le bouton « Cartographie (renvoi vers ArcMap) » de la page d'accueil de l'application regroupe dans une seule rubrique, sous la forme de liens hypertextes, l'ensemble des cartes qui ont été produites sous ArcGIS. En cliquant sur ce bouton on accède à la fenêtre de l'illustration 5. Un même fond cartographique a été utilisé pour produire toutes les cartes. Ces cartes sont également disponibles au format « .png » dans le dossier « ArcGIS\Fichiers_png » associé à l'application.

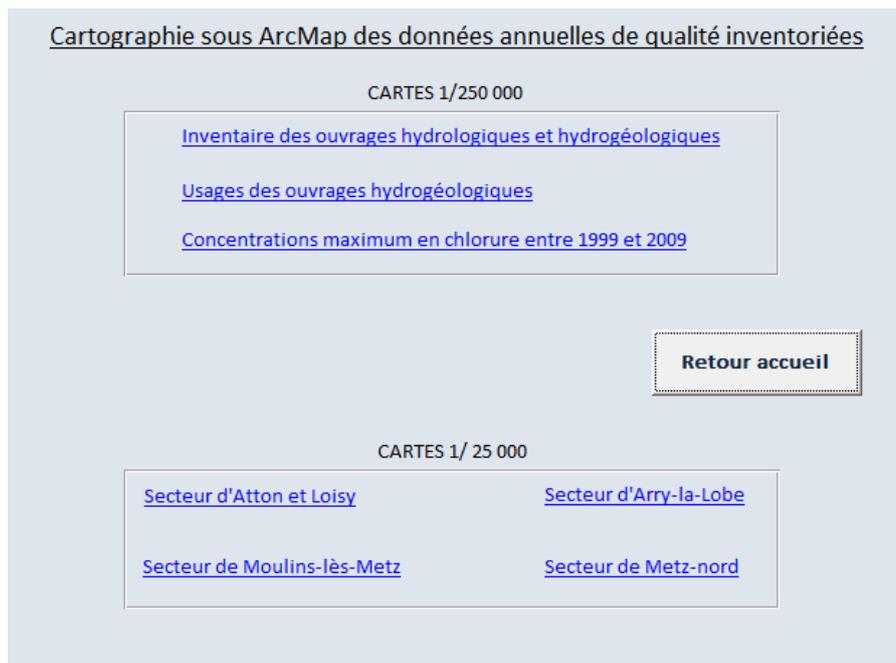


Illustration 5 : Page écran permettant d'accéder à la cartographie.

3.2.3. Chronique des principaux ions

Le bouton « Chroniques des principaux ions (renvoi vers Excel) » de la page d'accueil de l'application permet d'accéder à la fenêtre de l'illustration 6. Celle-ci renvoie à des graphiques croisés dynamiques relatifs aux données analytiques inventoriées. Ils permettent de représenter conjointement pour le point d'eau sélectionné les chroniques des 8 paramètres principaux correspondant aux données les plus souvent bancarisées.

En cliquant sur les boutons « Qualité des eaux SOUTERRAINES » ou « Qualité des eaux SUPERFICIELLES » on affiche ces graphiques dans une nouvelle fenêtre (illustration 7). La sélection des données se fait avec les deux menus déroulant en haut à droite de la fenêtre, l'objectif de la représentation étant de comparer des données entre elles. En maintenant la touche « Ctrl » du clavier enfoncée, il est possible de choisir plusieurs ouvrages avec un seul paramètre, un seul ouvrage avec plusieurs paramètres, ou encore plusieurs ouvrages avec plusieurs paramètres.

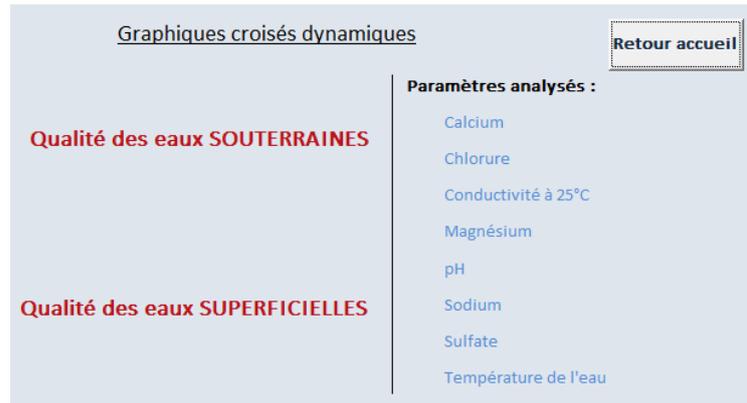


Illustration 6 : Page des chroniques des principaux ions.

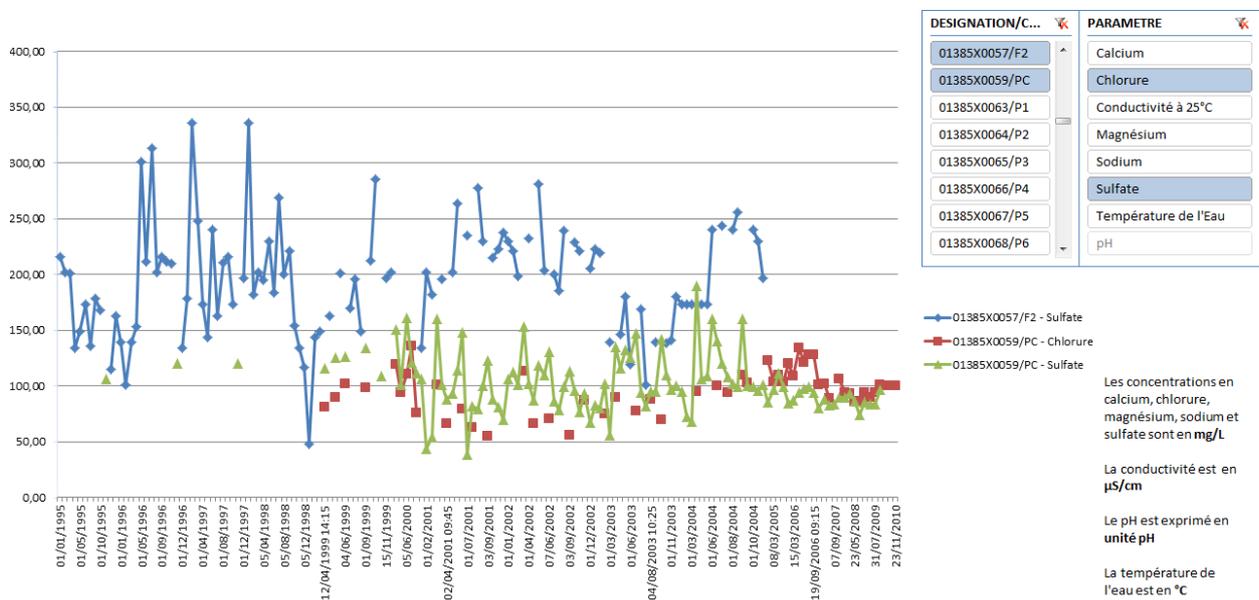


Illustration 7 : Exemple de comparaison de chroniques de qualité.

3.2.4. Bibliographie

Le bouton « Bibliographie (cartes, études, modèles) » de la page d'accueil de l'application présente une liste non exhaustive des références d'ouvrages et de publications traitant de la Moselle, de sa nappe alluviale et de la problématique associée du chlorure. La sélection des informations se fait à l'aide des rubriques « Cartes », « Etudes » ou « Modèles » (illustration 8).

Dans la rubrique de sélection « Etudes », la recherche est faite à partir du menu déroulant « CHOIX OUVRAGE ». Les informations bibliographiques qui sont fournies concernent la date d'édition de l'étude, son auteur, le type de l'étude (étude d'impact, notice, ouvrage technique, ouvrage non technique...), l'objectif de l'étude, les conclusions de l'étude (ce que les informations apportent sur la problématique du chlorure), la période étudiée (date de début et date de fin), les cartes pertinentes présentées dans l'étude (carte piézométrique, carte de localisation de points d'eau...), les modèles qui ont été réalisés sur la zone de l'étude (modèle hydrodynamique ou hydrodispersif, transitoire ou permanent...), les points d'eau qui sont rattachés à l'étude.

Il est également possible de consulter des cartes scannées en cliquant sur leurs titres dans la partie « CARTES » qui est située en haut à droite de la fenêtre. Les mêmes types d'informations sont fournis dans les rubriques de sélection « Cartes » et « Modèles ».

Etudes
Retour accueil

CHOIX OUVRAGE
DATE D'EDITION

TYPE D'ETUDE: Etude d'impact
auteur: EEC

Objectif et conclusions: Impact de l'augmentation de la capacité des soudières sur l'eau et l'air

PERIODE ETUDIEE

DATE DE DEBUT: 01/01/1972 DATE DE FIN: 31/12/1996

Sélection par modèle

Sélection par carte

CARTES

date_edition	TITRE
01/10/1992	Esquisse piézométrique sur la base de l'état des basses eaux
01/10/1992	Qualité générale des eaux de la nappe alluviale de la Meurthe et de la Moselle
01/10/1992	Teneurs en chlorures de la nappe alluviale de la Meurthe et de la Moselle
27/04/1993	Carte synthétique des teneurs en chlorures mesurées lors de la campagne de basse

MODELES

date	auteur	objectifs
*		

POINTS D'EAU

DESIGNATION/CODE_HYDRO	COMMUNE	NATURE
2082500	POMMERIEUX	STATION_HYDROLOGIQUE
01938X0104/P1	LOISY	PUITS
01938X0105/P2	LOISY	PUITS
01938X0117/P4	LOISY	PUITS

Cartes
Retour accueil

CHOIX CARTE

Maitre d'ouvrage: 2

Maitre d'oeuvre: 2

Auteur: EEC

Objectif et conclusions: Influence du bassin de modulation sur la nappe de la Moselle

ECHELLE: 1/10000

COMMENTAIRE: Page 5 du rapport

Sélection par modèle

Sélection par étude

MODELES

date_edition	maitre_ouvrage	maitre_oeuvre	auteu
*			

ETUDES

Nom de l'ouvrage	date_edition	maitre_ouvrage	maitre_oeuvre
Dossier 1998: Etude d'impact pié	2	2	

Modèles
Retour accueil

MODELE
Auteur: Bués, Oltean, Pascual

Maitre d'oeuvre: 2
Maitre d'ouvrage: 2

Objectif: Représenter dispersion des chlorures dans la nappe alluviale en relation avec la piézométrie et les pompages au niveau de la boucle de Loisy
Date d'édition: 1998

Conclusions: Modèle local appliqué à la nappe alluviale de la Moselle. Petite surface étudiée bien connue avec 13 valeurs de transmissivité et 4 valeurs de coefficient d'emménagement

Type de modèle: Modèle physique maillé hydrodynamique et hydrodispersif.HPP-GMS, éléments fins. Régime transitoire

Conditions aux limites: 3 conditions: Mixte: échange nappe-rivière au niveau de la Moselle, Dirichlet: Charge imposée au Nord, Neumann: Limite imperméable à l'Est

PERIODE ETUDIEE

Date de début: 1992 Date de fin: 1996

Sélection par étude

Sélection par carte

CARTES

date_edition	maitre_ouvrage	maitre_oeuvre	ENSG	auteur
02/02/1998	2			

ETUDES

Nom de l'ouvrage	date_edition	maitre_ouvrage	maitre_oeuvre
Dossier 1998: Etude d'impact Pié	1998	2	

POINTS D'EAU

NUM_NATIONAL	INDICE	DESIGNATION/CODE_HYDRO
01938X0104	P1	01938X0104/P1
01938X0105	P2	01938X0105/P2
01938X0117	P4	01938X0117/P4
01938X0118	P5	01938X0118/P5

Illustration 8 : Pages de la bibliographie.

3.2.5. Saisie de nouvelles informations

Il est possible de compléter ou de modifier les informations de la base de données. Ces actualisations concernent la bancarisation de nouveaux points d'eau souterraine ou d'eau superficielle, la saisie de nouvelles données qualitatives ou quantitatives, et la complétion des informations bibliographiques.

a) Création de nouveaux points d'eau

Dans la fenêtre des « Données numériques », il est possible d'ajouter de nouveaux points d'eau en cliquant sur le bouton en haut à gauche intitulé « AJOUT DE NOUVEAUX POINTS » (revoir l'illustration 3). La fenêtre ci-dessous s'ouvre de suite.

The screenshot shows a window titled 'LISTE DES POINTS D'EAU' with a sub-header 'Vers "Données numériques"'. The table contains the following data:

cle_CPG	NUM_NATIONAL	INDICE	DESIGNATION	COMMUNE	NATURE	TYPE_POINT	X_L2E	Y_L2E	Z_SOL	PRECISION Z	PROFONDEUR DES TRAVAUX	DATE	DIAMETRE DU TUBAGE
	2060000	A571006A	2060000	TOUL	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	862283	2414041					
5	2060500	A574006A	2060500	GONDREVILLE	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	867448	2418482					
6	2060750	A585006A	2060750	LIVERDUN	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	874363	2422864					
7	2061000	A585006A	2061000	POMPEY	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	878796	2425296					
8	2068000	A634010A	2068000	LUNEVILLE	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	905764	2406261					
9	2068500	A658010A	2068500	REHAINVILLER	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	905178	2404720					
10	2068750	A677010A	2068750	ROSIERES-AUX-SALINES	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	895469	2407860					
11	2070250	A676010A	2070250	DAMELEVIERES	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	899106	2403607					
12	2071050	A687020A	2071050	DOMBASLE-SUR-MEURTHE	STATION_HYDROLOGIQUE	SUPERFICIEL	895908	2410972					

A red box highlights a button at the bottom left of the table, with a red arrow pointing to it and the text 'Nouvel enregistrement'.

Illustration 9 : Ajout de points d'eau dans la base.

Il suffit de cliquer sur le bouton «  » de création d'un nouvel enregistrement qui est situé en bas à gauche de la fenêtre pour procéder à l'ajout d'un point d'eau. Il faut alors renseigner les champs descriptifs du point d'eau, excepté le champ « clé CPG » qui est un incrément automatique.

b) Ajout de nouvelles données

Pour ajouter de nouvelles données numériques à la géodatabase il est nécessaire que le point d'eau auquel elles se rattachent existe dans la base. Si ce n'est pas le cas, il doit préalablement être créé. Pour procéder à l'ajout des données, il faut aller dans les tables des données de la partie « Données numériques » (confer l'illustration 4), puis il faut cliquer en bas de la fenêtre sur le bouton «  » de création d'un nouvel enregistrement.

c) Ajout des références de nouvelles études

Dans la fenêtre « Bibliographie (cartes, études, modèles) », à partir des rubriques de sélection « Cartes », « Etudes » et « Modèles », il est possible d'ajouter de nouvelles références bibliographiques en cliquant, en bas des fenêtres, sur le bouton «  » de création de nouveaux enregistrements.

3.2.6. Mise à jour de la base

Après la bancarisation de nouveaux points d'eau ou de nouvelles données numériques, la mise à jour de la base est nécessaire. Elle se fait en cliquant sur le dernier bouton présent au milieu en bas de la page d'accueil de l'application. La mise à jour permet d'actualiser les cartes produites sous ArcGIS, notamment celles indiquant la concentration en chlorure des points d'eau souterraine et des points d'eau superficielle. Cette mise à jour des données est irréversible.

3.3. POINTS D'EAU BANCARISES

Les points d'eau pour lesquels des données de qualité et/ou de quantité ont été récupérées et rassemblées dans la base sont localisés sur les cartes de l'illustration 10. La liste des points d'eau est reportée en annexe 1. Ils sont au nombre de 391 pour les points d'eau souterraine et 59 pour les points d'eau superficielle, soit au total 460 points pour tous les usages confondus. Parmi eux, 6 ouvrages d'eau souterraine sont des anciens captages abandonnés.

Les usages des points d'eau dont les données ont été concaténées et collectées sont précisés sur les cartes de l'illustration 11. Ces cartes des deux illustrations suivantes sont des éditions cartographiques qui ont été préparées dans la géodatabase, tel qu'il est possible de le faire (revoir la partie 3.2.2).

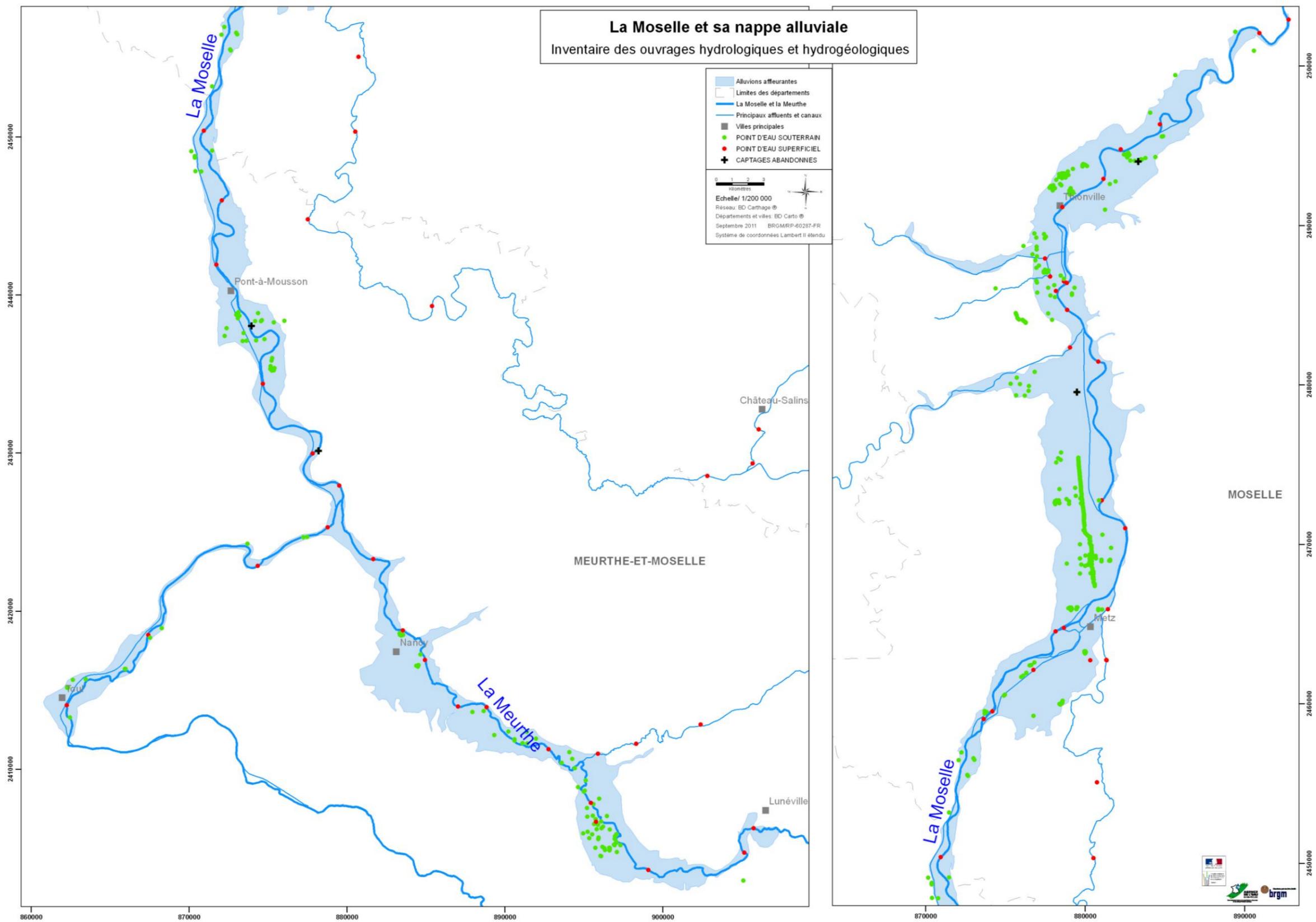


Illustration 10 : Localisation des points d'eau.

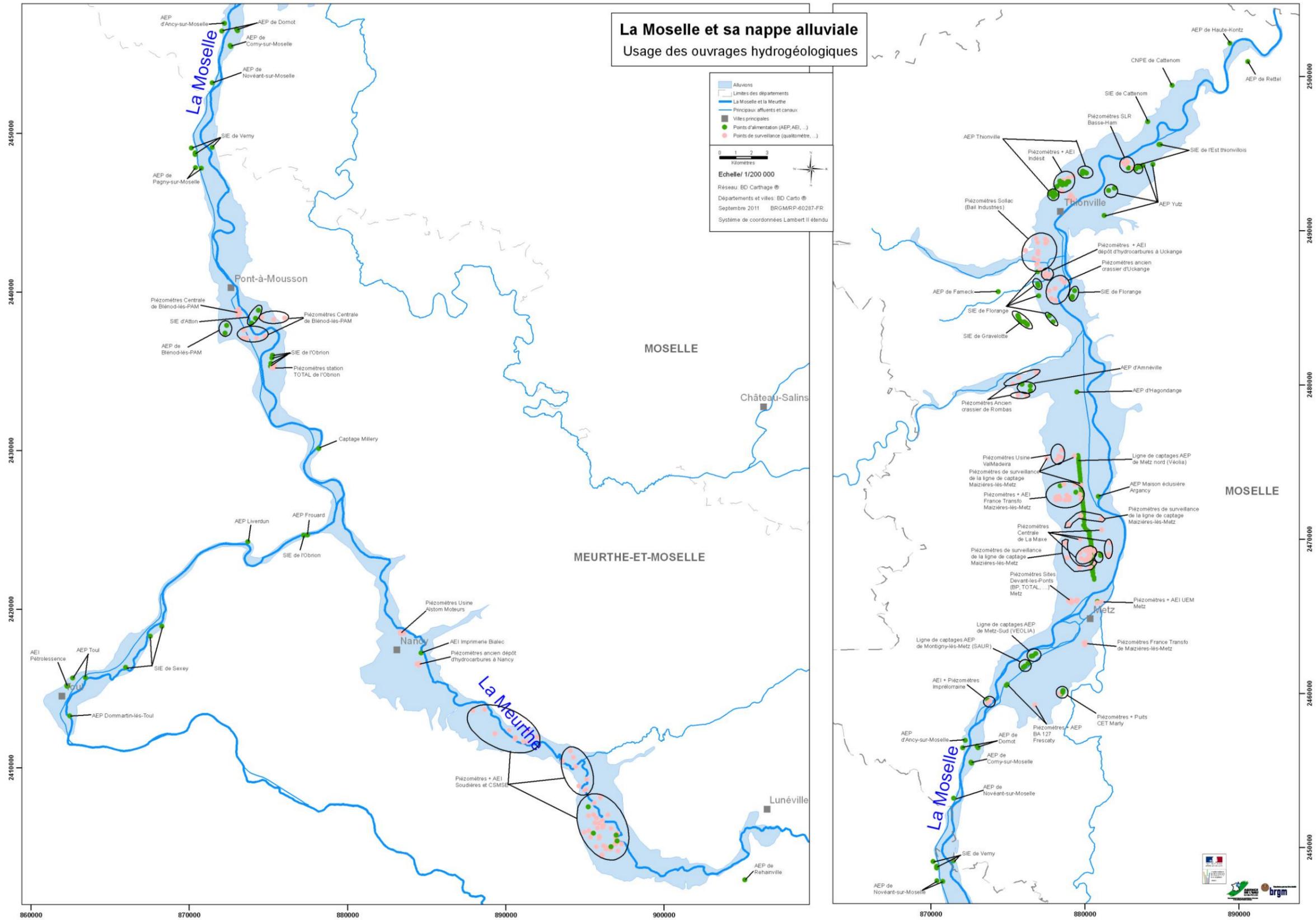


Illustration 11 : Usages des points d'eau.

4. Valorisation des informations bancarisées

4.1. CARTOGRAPHIE DES ANNEES 1999, 2003, 2006 ET 2009

Les cartes des concentrations en chlorure mesurées dans la Moselle et dans sa nappe alluviale au cours des années 1999, 2003, 2006 et 2009 sont présentées sur les illustrations 12 à 15. Les résultats sont exprimés par classes de concentration en mg Cl/L pour une meilleure lisibilité. Dans la légende le terme « *Cl_{esup}_XXXX* » correspond aux concentrations dans les eaux superficielles et le terme « *Cl_{esout}_XXXX* » aux concentrations dans les eaux souterraines. C'est globalement en 2003 que les mesures de concentrations en chlorure ont été les plus nombreuses. Au cours de cette année les valeurs des concentrations étaient souvent importantes. Néanmoins en 2006 et 2009, des concentrations plus élevées qu'en 2003 ont parfois été observées dans certains secteurs, comme à Loisy ou Moulins-lès-Metz. Les données disponibles des eaux souterraines pour l'année 1999 étaient beaucoup moins nombreuses que pour les trois autres années.

4.2. CONCENTRATIONS MAXIMALES RENCONTREES AU COURS DE LA PERIODE 1999-2010

Les concentrations maximales en chlorure identifiées, pour toutes les années confondues, sont reportées par classes de valeurs sur les cartes de l'illustration 16. Les communes ou secteurs où les concentrations ont dépassé le seuil de 250 mg/L ont été repérés en rouge sur l'illustration 16. Il s'agit de :

- ✓ Atton et Loisy pour les captages des codes BSS 01934X0173/P (avec 305 mg/L en 2003, 255 mg/L en 2005 et 343 mg/L en 2006), 01938X0104/P1 (avec 260 mg/L en 1999 et 314 mg/L en 2004), 01938X0105/P2 (avec 272 mg/L en 2004, 273 mg/L en 2005 et 309 mg/L en 2006), 01938X0117/P4 (avec 320 mg/L en 2005, 384 mg/L en 2006 et 254 mg/L en en 2007), et 01938X0118/P5 (264 mg/L en 1999, 269 mg/L en 2003, 304 mg/L en 2004, 304 mg/L en 2005, 359 mg/L en 2006 et 259 mg/L en 2007).
- ✓ Arry-la-Lobe pour le captage de code 01638X0207/P1 (avec 352 mg/L en 2000, 269 mg/L en 2002, 266 mg/L en 2004, 310 mg/L en 2008, 359 mg/L en 2009 et 420 mg/L en 2010).
- ✓ Metz-sud pour les captages des codes 01641X0084/P5 (avec 262 mg/L en 1999, 281 mg/L en 2004, 305 mg/L en 2005, 530 mg/L en 2006, 294 mg/L en 2007, 253 mg/L en 2008, 286 mg/L en 2009 et 290 mg/L en 2010), et 01641X0080/P1 (avec 281 mg/L en 2004, 304 mg/L en 2005, 310 mg/L en 2006, 270 mg/L en 2007, 360 mg/L en 2009 et 290 mg/L en 2010).
- ✓ Metz-nord pour les piézomètres de contrôle du champ captant des désignations Pz9 (avec 458 mg/L en 2004 et 251 mg/L en 2006), Pz6 (avec 290 mg/L en en 2006, 375 mg/L en 2007, 305 mg/L en 2008 et 260 mg/L en 2009), Pz3 (avec 325 mg/L en 2006 et 255 mg/L en 2008), et Pz1 (avec 300 mg/L en 2004, 333 mg/L en 2005, 370 mg/L en 2006 et 320 mg/L en 2007).
- ✓ Argancy pour le captage de code 01385X0336/P (avec 321 mg/L en 2004 et 275 mg/L en 2009).

A titre indicatif, des cartes des valeurs maximales des concentrations en chlorure recensées par années, de 1990 à 2011, ont été réalisées et sont présentées en annexe 2.

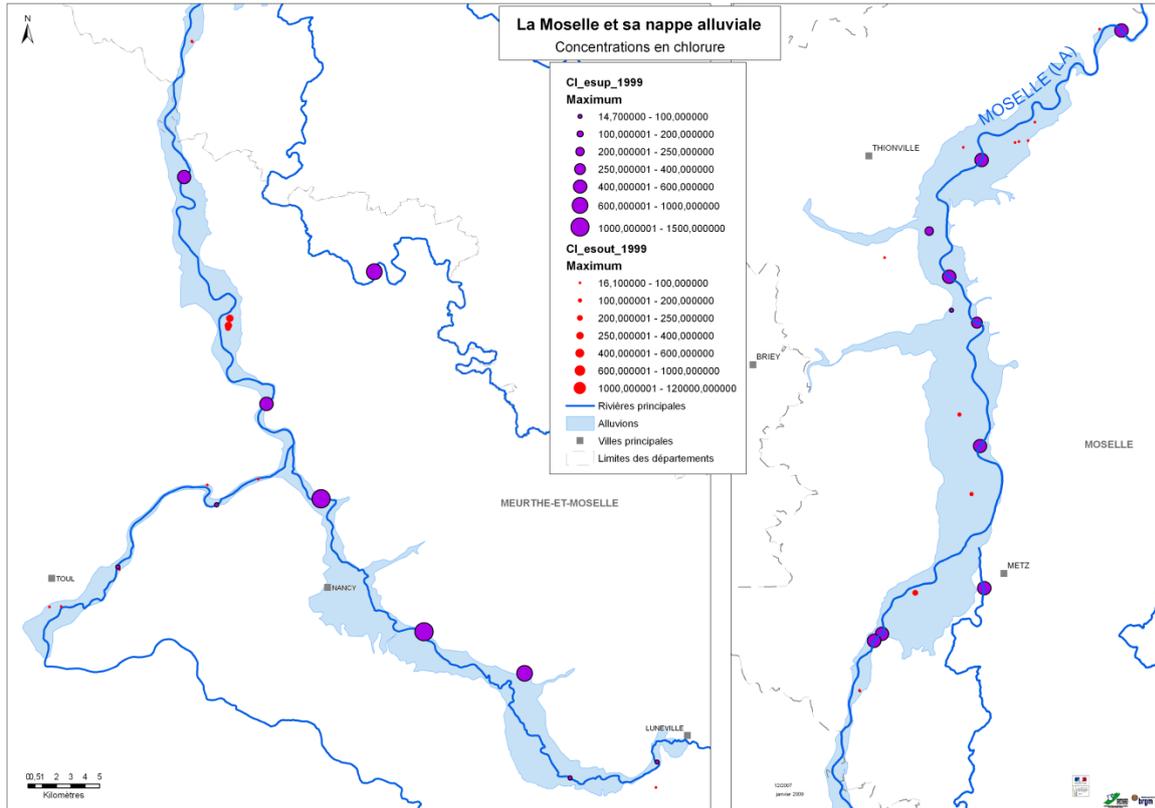


Illustration 12 : Carte des concentrations en chlorure de l'année 1999 (en mg/L).

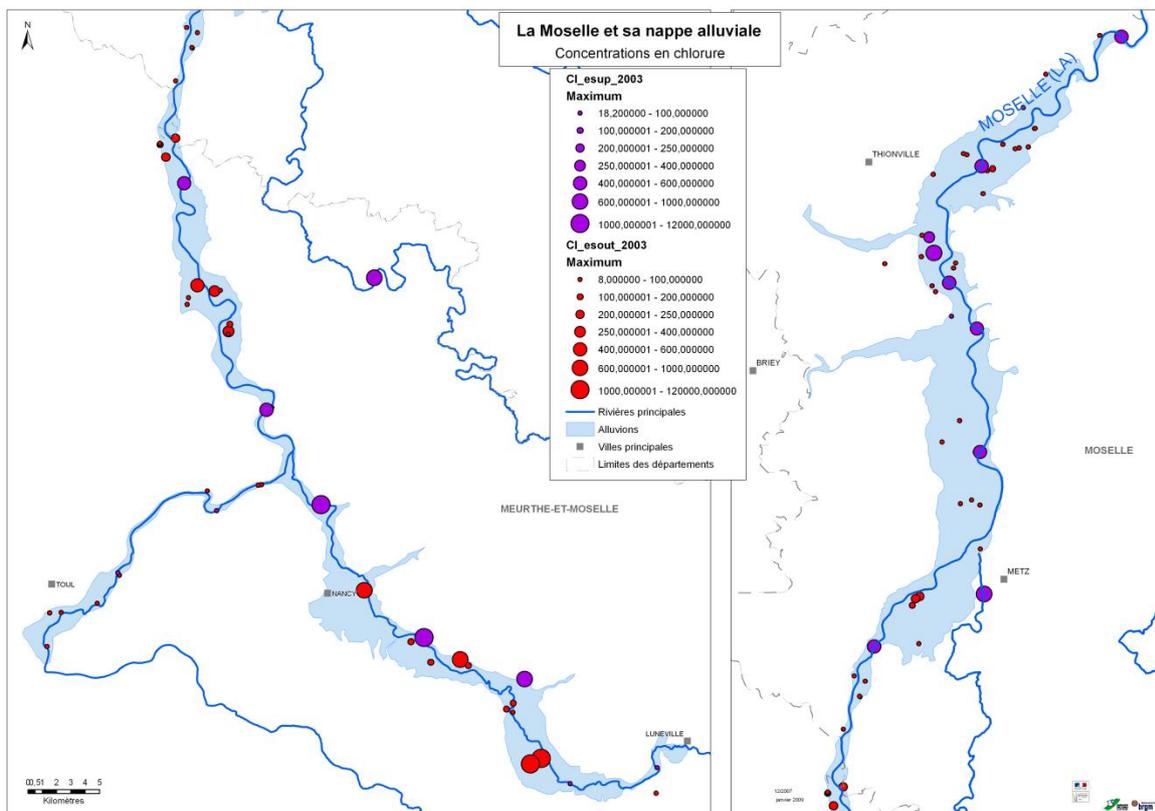


Illustration 13 : Carte des concentrations en chlorure de l'année 2003 (en mg/L).

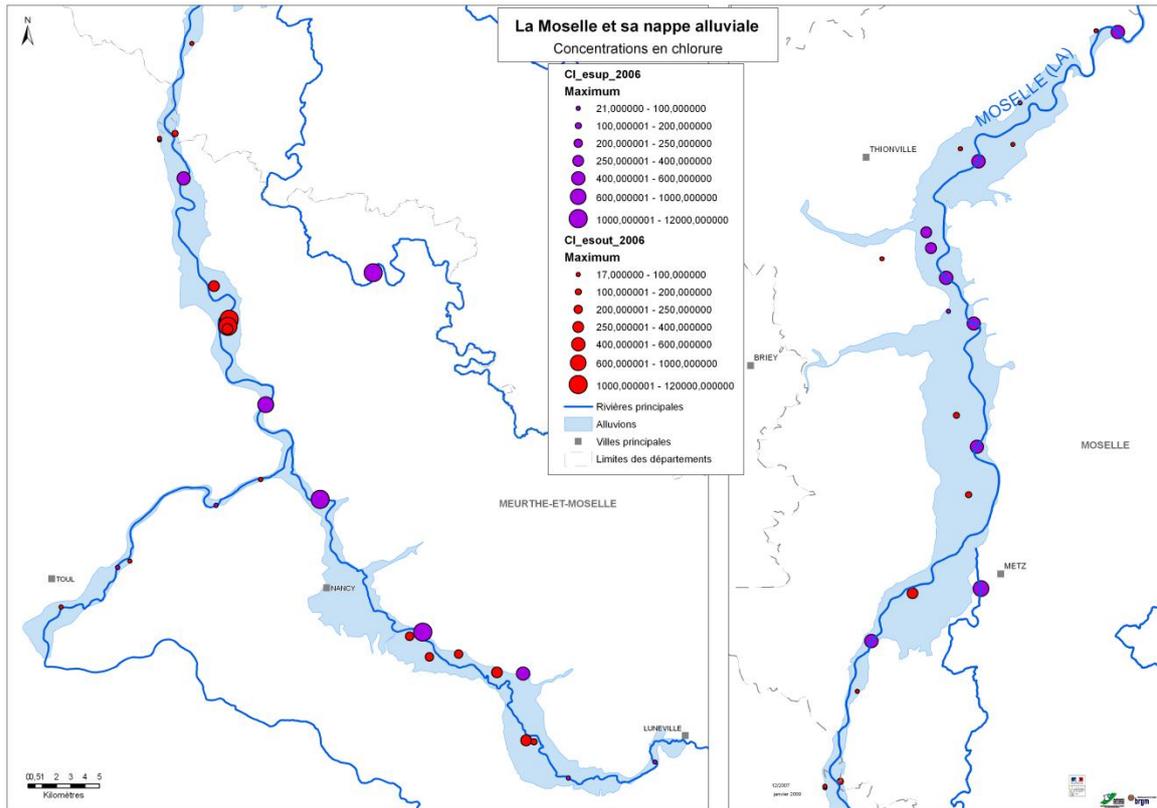


Illustration 14 : Carte des concentrations en chlorure de l'année 2006 (en mg/L).

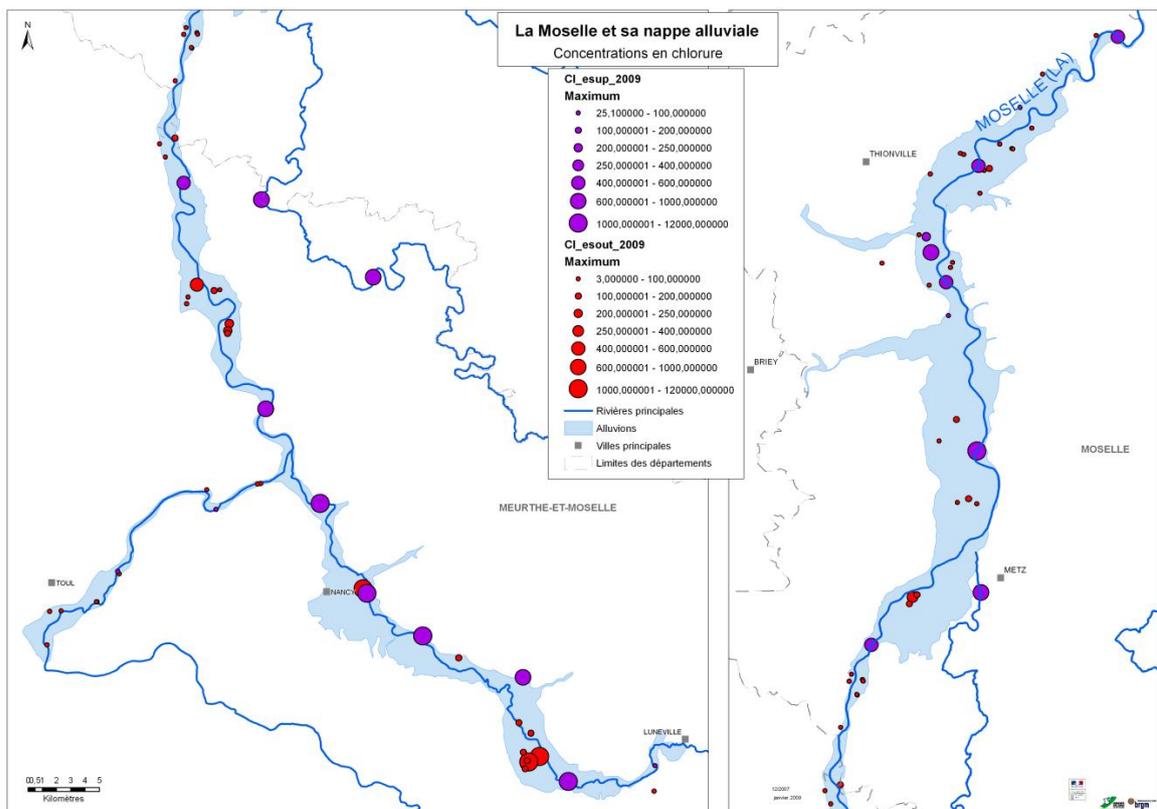


Illustration 15 : Carte des concentrations en chlorure de l'année 2009 (en mg/L).

4.3. STRATEGIE D'APPROCHE

La problématique du chlorure est complexe. La description du fonctionnement de la nappe alluviale et la compréhension des facteurs qui gouvernent cette problématique n'est pas envisageable sur toute l'étendue des masses d'eau concernées, dans le cadre de la mission qui a été confiée au BRGM par le groupe de travail « *Chlorures* ».

Aussi, il a été choisi d'adopter une priorisation de l'approche sur des secteurs dits à enjeux. Une proposition de critères de sélection des secteurs à enjeux a été faite lors de la réunion du groupe de travail du 28/10/2011. Ces critères sont les suivants :

Condition 1 : Le secteur doit comporter un captage servant à l'AEP.

Condition 2 : Ce captage doit être principalement influencé par la Moselle.

Condition 3 : La concentration en chlorure de l'eau pompée au captage a dépassé régulièrement le seuil de 250 mg/L.

ou

Condition 3 bis : La concentration en chlorure serait susceptible de dépasser 250 mg/L en fonction des conditions climatiques ou des modalités d'exploitation, voire d'autres éventuels facteurs.

Sur cette base, 4 secteurs à enjeux ont été proposés lors de la réunion. Il s'agit des secteurs d'Atton et Loisy, d'Arry-la-Lobe, de Moulins-lès-Metz, et de Metz-nord (incluant la commune d'Argancy). *A contrario*, le secteur de Bertrange n'a, par exemple, pas été retenu car il n'y est plus observé de concentrations en chlorure dépassant le seuil de 250 mg/L depuis l'année 1999.

Les quatre secteurs à enjeux ont aussi été présentés lors de la réunion du 28/10/2011. Les critères de sélection des secteurs à enjeux et les quatre secteurs proposés ont été acceptés et aucune demande de modification des critères et des secteurs n'a été formulée lors de la réunion suivante, et dernière en date, du groupe de travail « *Chlorures* », qui a eu lieu le 27/04/2012. Les délimitations des quatre secteurs à enjeux retenus sont présentées sur les illustrations 17 à 20.

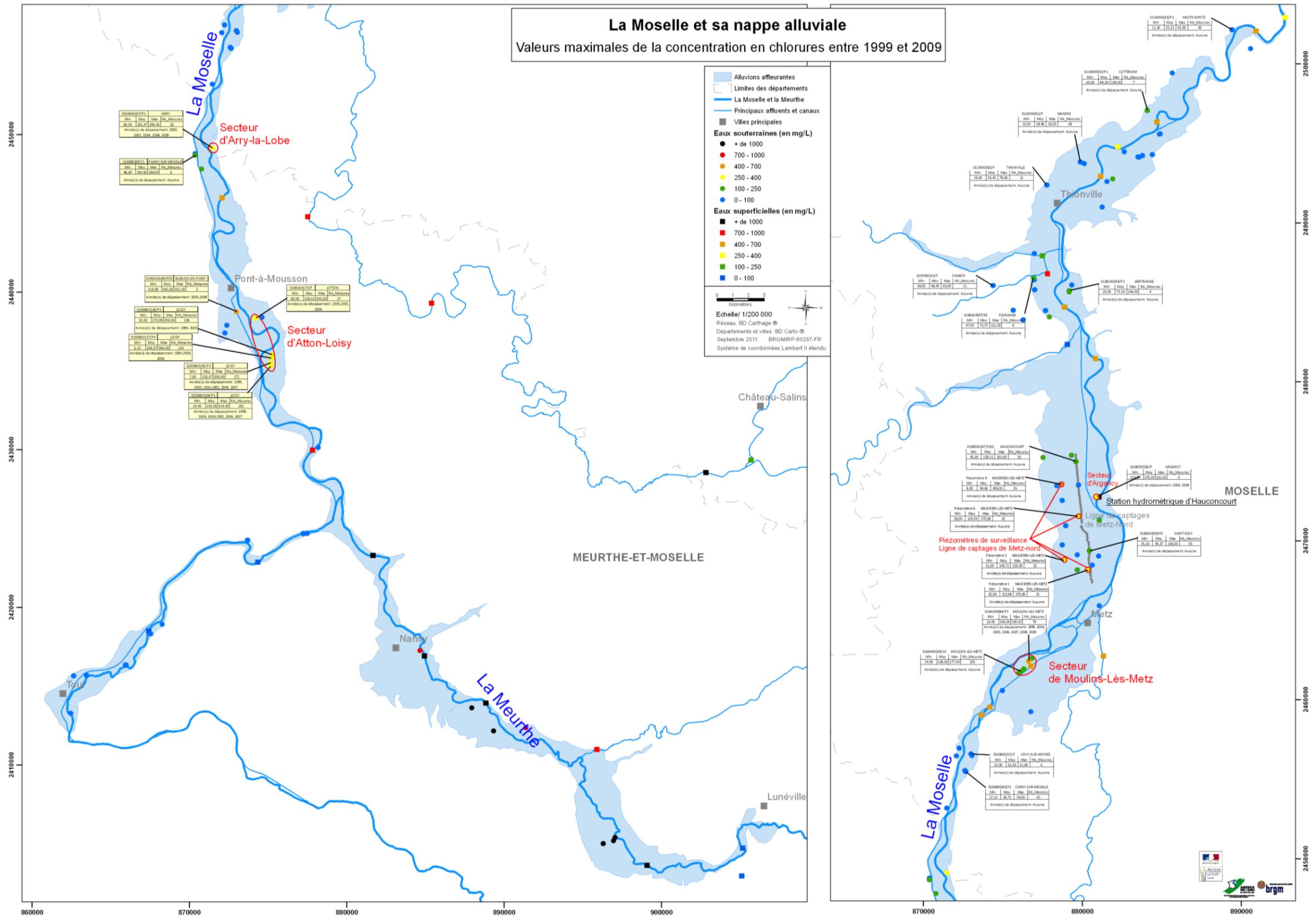


Illustration 16 : Concentrations maximales en chlorure toutes années confondues.

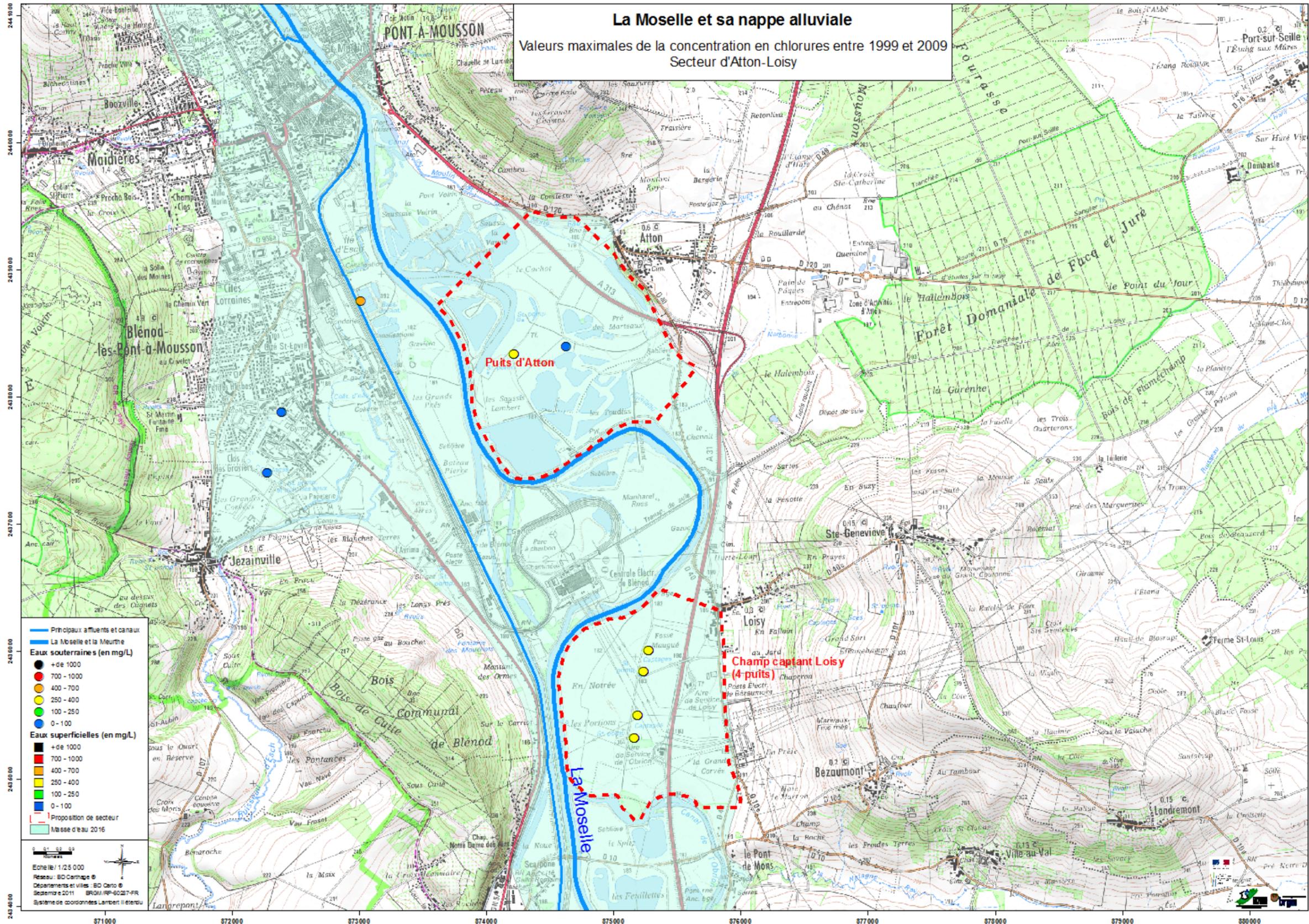


Illustration 17 : Secteur à enjeux d'Atton et Loisy.

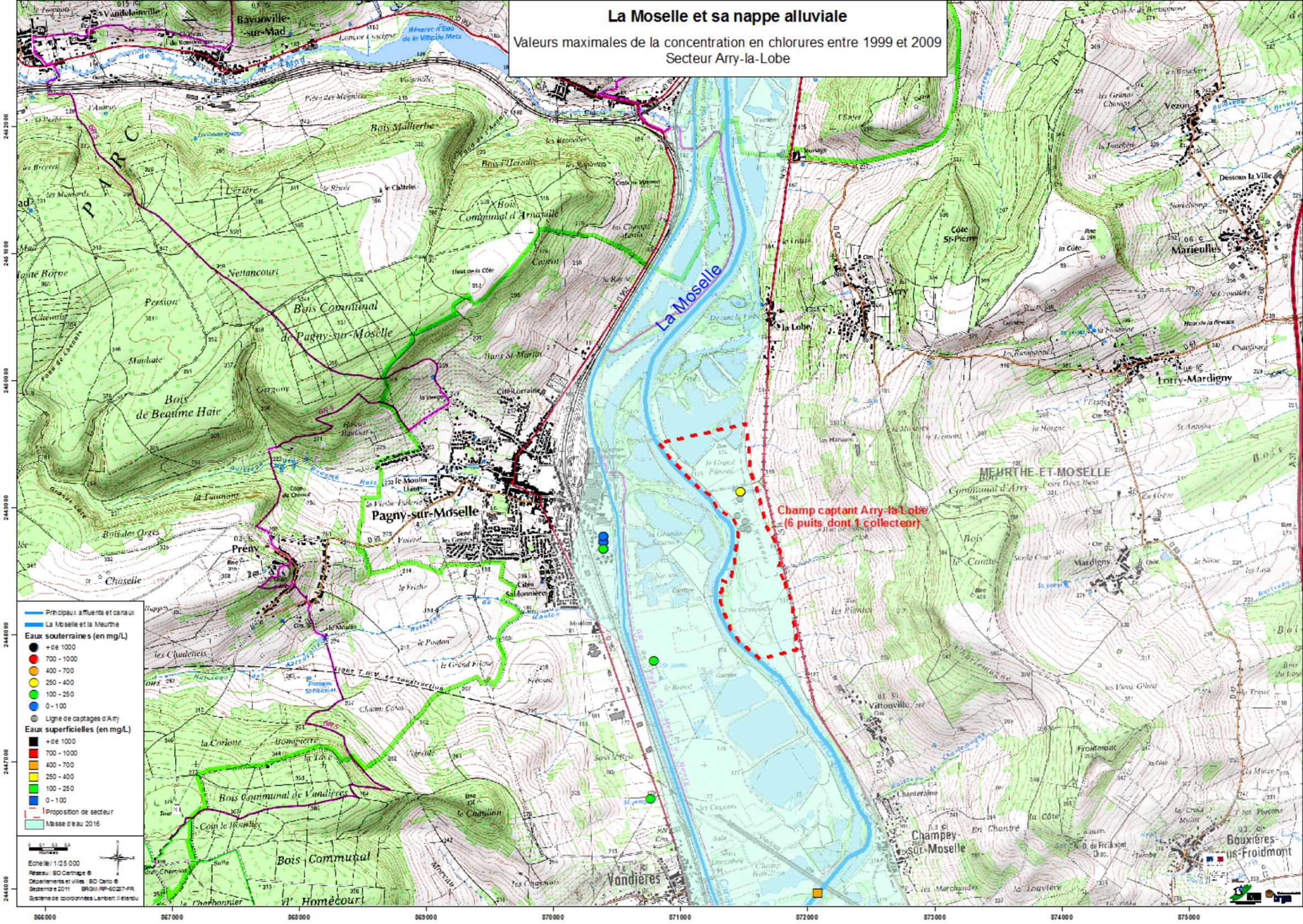


Illustration 18 : Secteur à enjeux d'Arry-la-Lobe.

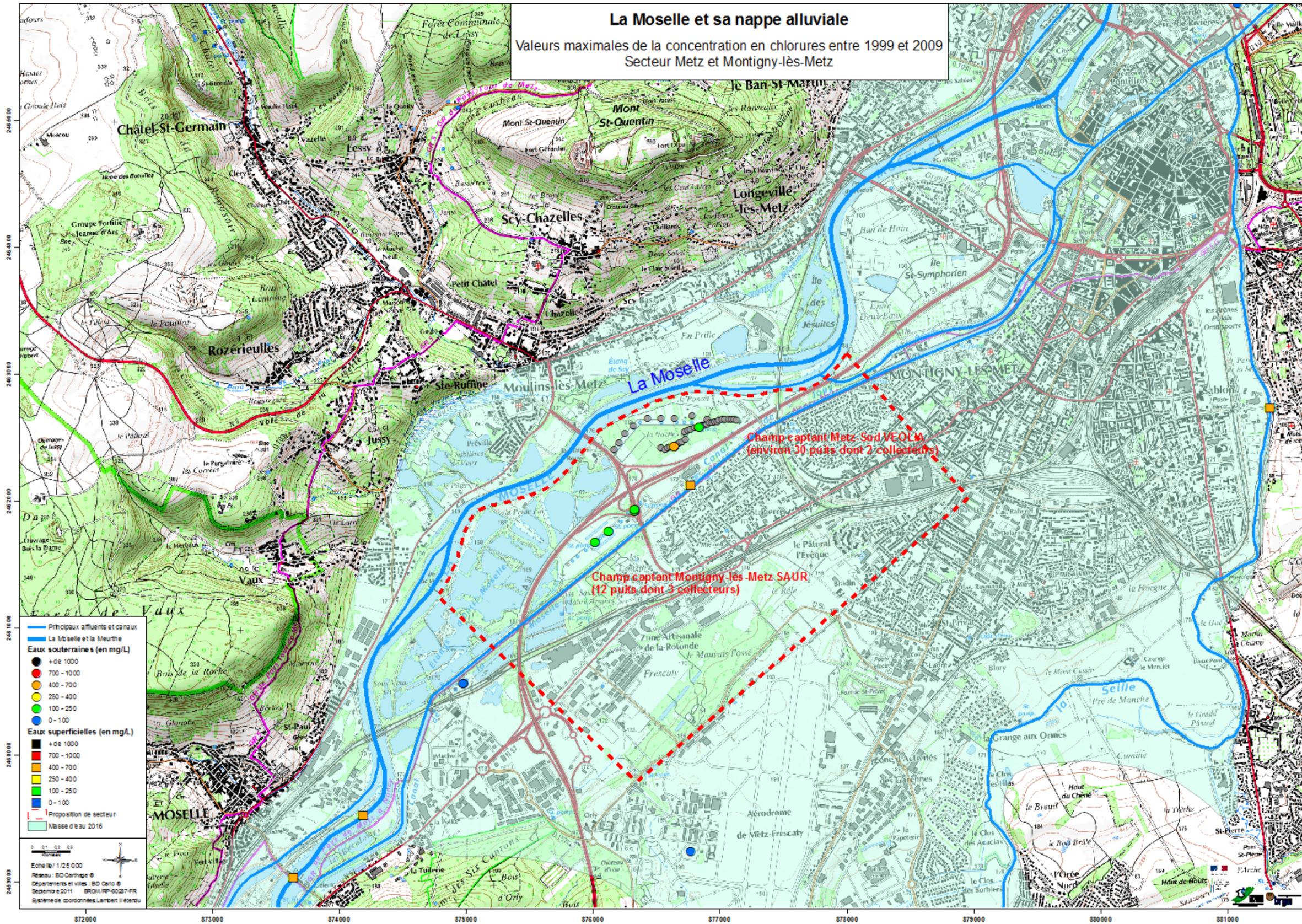


Illustration 19 : Secteur à enjeux de Mouins-lès-Metz.

4.4. TRAVAIL SUR LES INFORMATIONS BANCARISEES OU RECENSEES

4.4.1. Première analyse des données brutes disponibles

A partir de la géodatabase, une première analyse des données qui ont été bancarisées a pu être faite afin de les valoriser. Des exemples de différents types de croisement de données qui ont été réalisés à cette fin sont fournis dans les paragraphes suivants.

a) Exemple de comparaison des concentrations en chlorure dans la Moselle et dans la nappe alluviale à Loisy

Pour mémoire, l'incrément (ajout par les soudières) maximal réglementaire de la concentration en chlorure dans les eaux de la Moselle à Hauconcourt est de 400 mg/L. Les concentrations en chlorure mesurées quotidiennement par les soudières depuis 2001 dans la Moselle à Hauconcourt constituent la chronique de concentration en chlorure dans la rivière qui est la plus complète d'un point de vue de sa régularité, de sa fréquence et de sa durée. C'est pour cette raison que l'évolution des concentrations en chlorure dans la Moselle à Hauconcourt peut être utilisée comme une chronique de référence qualitative de la rivière.

Afin de comparer les concentrations en chlorure mesurées dans l'eau pompée dans la nappe alluviale au puits P1 (de code BSS 01938X0104/P1) de Loisy et les concentrations en chlorure dans la Moselle mesurées à Hauconcourt, il est possible de reporter ces concentrations sur un diagramme de corrélation. Le temps de transfert de l'eau dans la nappe alluviale depuis la Moselle jusqu'au puits P1 a été estimé à environ 1 mois (Cachet, 1999). La fréquence des mesures dans la rivière est journalière alors que la fréquence des mesures dans la nappe est approximativement mensuelle. Pour tenir compte du temps de transfert et avoir une comparaison pertinente entre les deux types de concentration en chlorure, il faut sélectionner dans la chronique des concentrations en chlorure à Hauconcourt les valeurs qui ont été acquises antérieurement aux mesures des concentrations en chlorure au puits P1. En faisant varier la durée du décalage entre les deux séries de données autour d'un mois, ce qui peut se justifier puisque le temps de transfert n'est probablement pas constant autour d'un cycle hydrologique, on obtient un coefficient de corrélation linéaire allant de 0,3 à 0,9. Cela signifie que les concentrations en chlorure dans la Moselle et dans la nappe à Loisy peuvent être peu ou bien corrélées.

b) Exemple de comparaison des concentrations en chlorure dans la nappe et du niveau piézométrique à Atton

Le niveau piézométrique de la nappe alluviale de la Moselle à proximité du captage d'alimentation en eau potable (01934X0173/P) d'Atton est bien connu grâce à un piézomètre (01934X0106/33) voisin d'une trentaine de mètres seulement. Ce dernier appartient au réseau piézométrique de la Direction régionale Lorraine du BRGM et dispose de mesures piézométriques quotidiennes. Compte tenu du fait qu'il existe une relation directe entre le rabattement d'une nappe provoqué par un pompage et le débit de celui-ci, il est possible de comparer la concentration en chlorure dans la nappe au rabattement ou niveau de la nappe pour voir si cette concentration et le prélèvement pour l'AEP sont corrélés. La comparaison est faite à l'aide d'un diagramme de corrélation ; pour ce cas, les concentrations en chlorure dans la nappe ne semblent pas être corrélées aux prélèvements en nappe.

c) Exemple de comparaison des concentrations en chlorure dans la nappe et des débits de prélèvement pour l'AEP à Arry-la-Lobe

Enfin, un dernier type de comparaison entre données peut être effectué à partir des concentrations en chlorure dans la nappe et des données de débit disponibles concernant les prélèvements pour l'alimentation en eau potable. Le diagramme de corrélation fait par exemple pour le captage collecteur (O1638X0207/P1) du champ captant d'Arry-la-Lobe à partir de données de prélèvements mensuelles ou annuelles montre qu'il n'existe pas de corrélation entre la concentration en chlorure dans la nappe et les prélèvements pour l'AEP. Cette comparaison souffre cependant du faible nombre de mesures de débit disponibles.

d) Premières recommandations

Afin de faciliter des traitements ultérieurs de données, il faudrait conserver les données de prélèvements des captages sous un format numérique, à un pas de temps mensuel, voire hebdomadaire. En outre il serait intéressant de poursuivre la comparaison des paramètres en travaillant également à partir des données des rejets salins. Pour cela, il faudrait récupérer ces données sous un format numérique.

4.4.2. Question sur les outils de modélisation disponibles

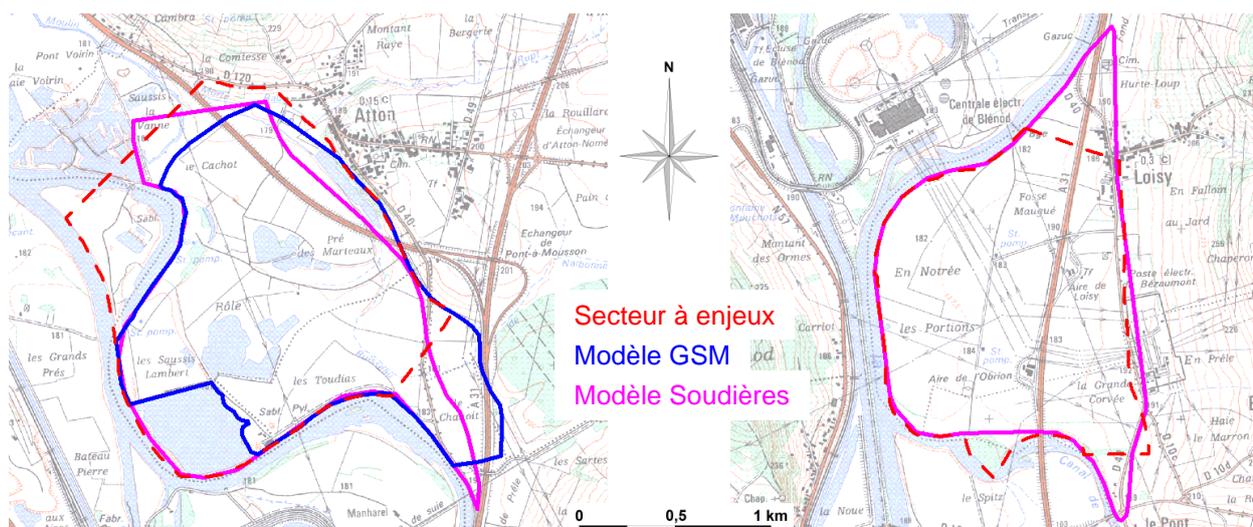
Par ailleurs, dans le cadre de l'accompagnement du groupe de travail « *Chlorures* » et de la réalisation de l'état des lieux de l'existant sur la problématique, il a été souhaité que soit effectué un bilan des perspectives de réutilisation des modèles qui existent déjà. Les résultats des modèles qui sont présentés dans les parties suivantes proviennent principalement de demandes d'autorisation d'exploiter (voir la liste des références bibliographiques en partie 6).

a) Secteur à enjeux d'Atton et Loisy

Le secteur à enjeux situé le plus en amont dans la vallée de la Moselle se compose de deux parties. Celle d'Atton et celle de Loisy, pour lesquelles des modèles hydrogéologiques ont déjà été mis en place par le passé. Les extensions de ces outils numériques sont représentées sur les cartes de l'illustration 21 et les caractéristiques des modèles sont également résumées dans le tableau de cette illustration.

Tous ces modèles sont spatialisés et sont capables de faire des calculs de transport, c'est-à-dire qu'ils peuvent réaliser des calculs des concentrations en chlorure dans toute maille de leur domaine. En revanche le modèle GSM ne fait que des calculs en régime permanent ce qui ne permet pas de modéliser l'évolution des concentrations dans le temps. Seuls les modèles des soudières, modèle d'Atton et modèle de Loisy, peuvent réaliser des calculs en régime transitoire. Ces deux modèles sont donc adaptés à la problématique et ils ont d'ailleurs été conçus pour l'étude de celle-ci. Ils ont montré qu'il existait des possibilités d'amélioration de la situation par substitution ou déplacement de puits. Les meilleurs résultats d'amélioration de la qualité des eaux captées pour l'AEP qui ont été simulés sont présentés dans le tableau de l'illustration 22.

Dans ces scénarios on relève que les productions des champs captants qui ont été simulées étaient représentatives des valeurs d'exploitation réelles mais qu'elles étaient inférieures aux prélèvements maximaux autorisés. Cela signifie que dans le cas où une exploitation maximale des captages serait recherchée dans le cadre des autorisations qui ont été accordées, tout comme des rejets salins maximaux sont recherchés par les soudières pour optimiser leurs exploitations dans le cadre de leurs autorisations, ces résultats d'amélioration ne seront plus valables.



Atton	GSM, ANTEA	Réalisé ou utilisé en 1995, 2006	Modèle spatialisé	Hydrodynamique (piézométrie, débits)	Transport (concentrations)	Régime permanent
	Soudières, ENSG	Réalisé ou utilisé en 1998	Modèle spatialisé	Hydrodynamique (piézométrie, débits)	Transport (concentrations)	Régime transitoire (données trimestrielles)
Loisy	Soudières, ENSG	Réalisé ou utilisé en 1998	Modèle spatialisé	Hydrodynamique (piézométrie, débits)	Transport (concentrations)	Régime transitoire (données bimestrielles)

Illustration 21 : Extensions et caractéristiques des modèles disponibles à Atton et Loisy.

	Concentration moyenne en chlorure au réservoir	Nombre de dépassements de 200 mg Cl/L
Atton	- 76 %	- 100 %
Loisy	- 2 %	- 23 %

Illustration 22 : Résultats de scénarios étudiés par les modèles des soudières.

Par ailleurs, à Loisy, les périodes de baisse de la concentration simulée dans la nappe alternent avec les périodes d’augmentation de la concentration simulée. Inversement, des simulations non présentées de diminution des prélèvements allant jusqu’à 10 % permettraient de diminuer d’autant la moyenne des concentrations en chlorure au collecteur à Loisy.

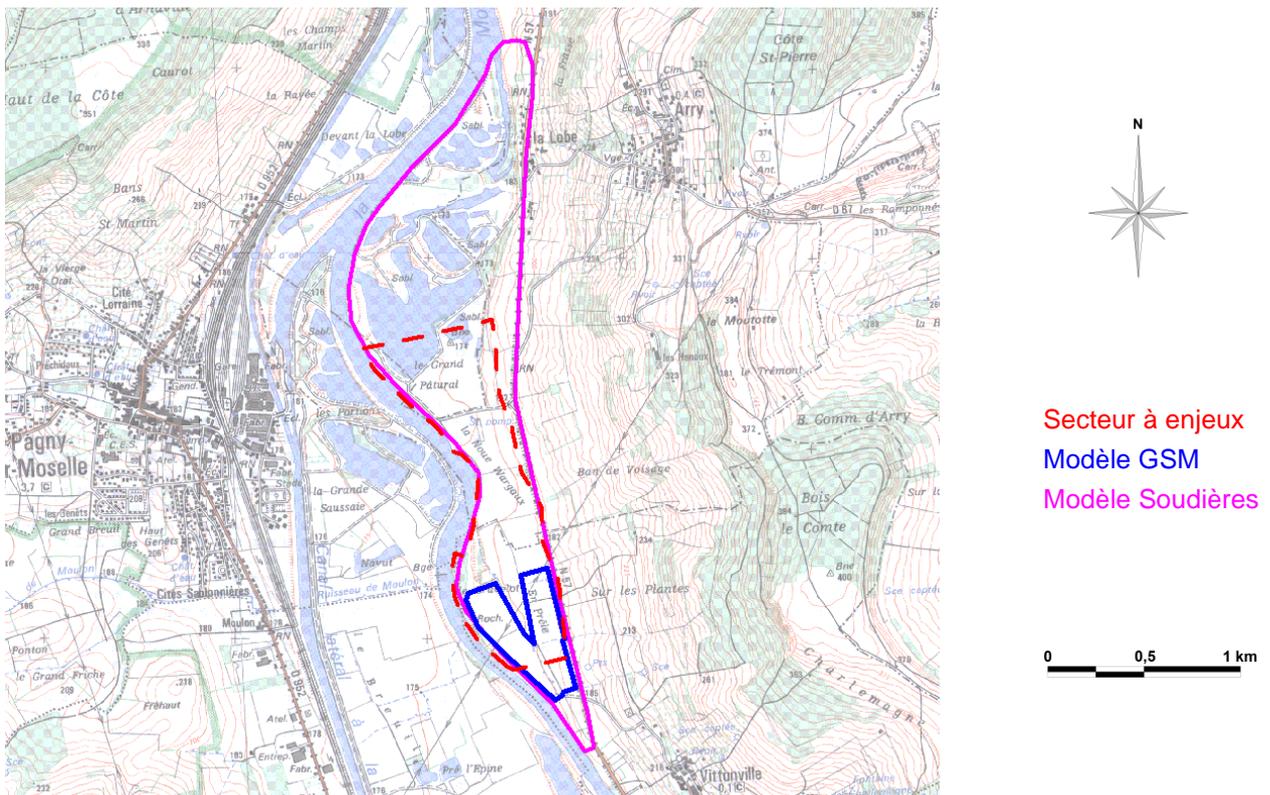
Pour les simulations effectuées par les modèles des soudières, il faut noter que leur représentativité était trimestrielle à bimestrielle, compte tenu des données de calage disponibles. Enfin, il aurait aussi été intéressant d’étudier un scénario de diminution de la concentration en chlorure dans la Moselle pour évaluer les améliorations qui auraient été induites sur les captages d’AEP.

A partir des résultats des simulations effectuées, les perspectives envisagées concernant la problématique du chlorure pour le secteur à enjeux d'Atton et Loisy sont :

- pour Atton, de faire une étude de faisabilité technique des recommandations de substitution et de déplacement du puits (implantation de piézomètres, pompages d'essai, campagne d'analyses...);
- pour Atton et Loisy, de simuler une diminution générale de la concentration en chlorure dans la Moselle et de simuler une augmentation des prélèvements d'eau dans la limite des autorisations déjà accordées.

b) Secteur à enjeux d'Arry-la-Lobe

Deux modèles sont disponibles au niveau du secteur à enjeux d'Arry-la-Lobe. Leurs extensions et leurs principales caractéristiques sont présentées sur l'illustration 23. Le modèle des soudières est adapté à la problématique du chlorure. La représentativité des simulations qui ont été effectuées était bimestrielle. Des scénarios de substitution ou déplacement de puits ont été simulés à l'aide du modèle hydrogéologique des soudières et ils ont montré qu'une amélioration de la qualité de l'eau exploitée pour l'AEP pourrait ainsi être obtenue. Les meilleurs résultats obtenus sont présentés sur le tableau de l'illustration 24.



GSM, ANTEA	Réalisé ou utilisé en 2006	Modèle spatialisé	Hydrodynamique (piézométrie, débits)	Transport (concentrations)	Régime permanent
Soudières, ENSG	Réalisé ou utilisé en 1998	Modèle spatialisé	Hydrodynamique (piézométrie, débits)	Transport (concentrations)	Régime transitoire (données bimestrielles)

Illustration 23 : Extensions et caractéristiques des modèles disponibles à Arry-la-Lobe.

	<i>Concentration moyenne en chlorure au réservoir</i>	<i>Nombre de dépassements de 200 mg Cl/L</i>
<i>Arry-la-Lobe</i>	- 43 %	- 65 %

Illustration 24 : Résultats de scénarios étudiés par le modèle des soudières.

Il est à noter que la production d'eau du champ captant simulée était représentative des valeurs réelles d'exploitation mais qu'elle était inférieure aux prélèvements maximaux autorisés. En cas d'augmentation des prélèvements d'eau, en accord avec le volume d'exploitation maximal qui a été autorisé pour ce champ captant, l'amélioration de qualité des eaux pompées sera moindre. Parallèlement, les simulations qui ont été effectuées sur la période 1994-1996 ont montré que malgré une baisse importante des prélèvements d'eau, les concentrations en chlorure dans les eaux prélevées augmentaient nettement. Il aurait aussi été intéressant de simuler des diminutions de la concentration en chlorure dans la Moselle pour évaluer les améliorations qui auraient été induites sur la qualité des eaux captées pour l'AEP.

En termes de perspectives envisagées pour le secteur à enjeux d'Arry-la-Lobe, les actions suivantes pourraient être engagées :

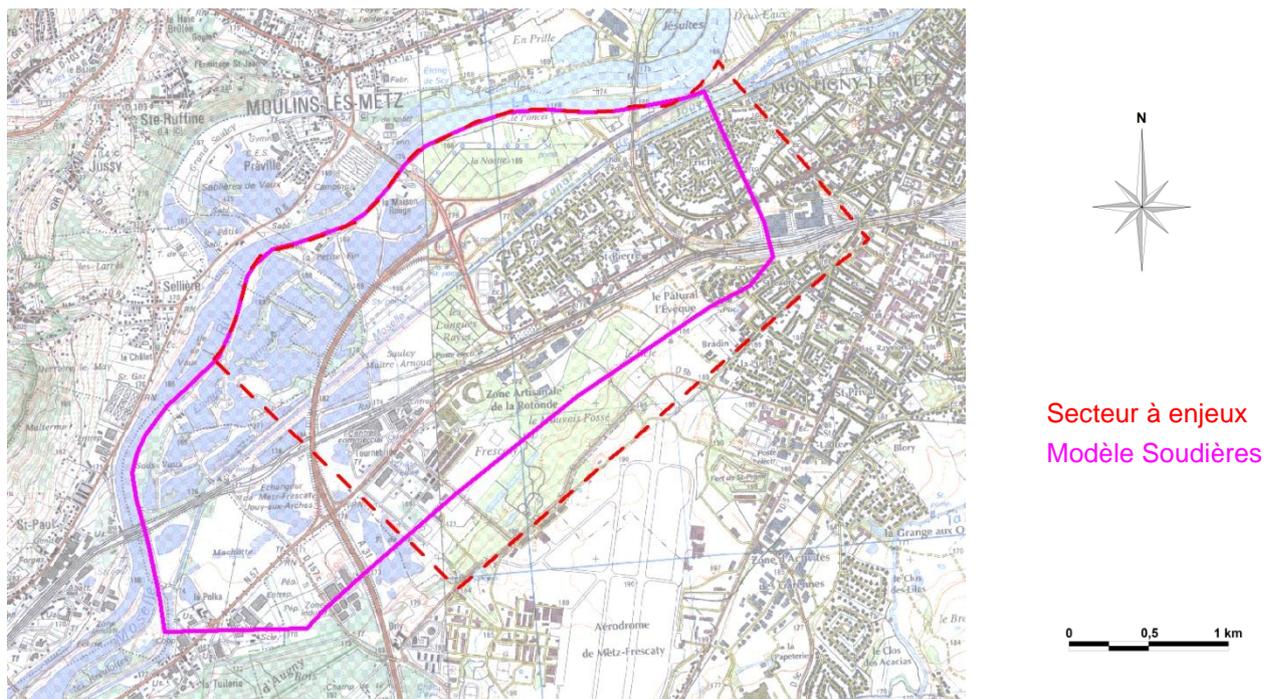
- évaluer le bilan « coûts/bénéfices » des scénarios de substitution ou déplacement de puits qui ont été étudiés ;
- simuler une diminution générale de la concentration en chlorure dans la Moselle et une augmentation des prélèvements d'eau dans la limite de l'autorisation déjà accordée.

c) Secteur à enjeux de Moulins-lès-Metz

L'extension et les caractéristiques du modèle hydrogéologique qui existe au niveau du secteur à enjeux de Moulins-les-Metz sont présentées sur l'illustration 25.

Ce modèle spatialisé permettant de réaliser des calculs de transport en régime transitoire, il est adapté à la problématique. Des scénarios de substitution ou déplacement de puits ont été simulés pour la partie nord du secteur (zone dite de Metz-sud) pour étudier les possibilités d'amélioration de la situation vis-à-vis du chlorure, dont les meilleurs résultats d'amélioration sont présentés dans le tableau de l'illustration 26. Cette amélioration est moins intéressante que pour les deux secteurs à enjeux précédents. En revanche la représentativité des simulations était meilleure, des données de calage plus nombreuses ayant permis de choisir un pas de temps mensuel pour les simulations.

Il faut encore remarquer, pour Metz-sud, que les prélèvements d'eau qui ont été simulés pour le champ captant étaient inférieurs aux prélèvements maximaux autorisés, ce qui atténuera l'amélioration calculée en cas d'augmentation des pompages dans la limite de l'autorisation qui existe déjà. Il aurait aussi été intéressant de simuler des diminutions de la concentration en chlorure dans la Moselle pour évaluer les améliorations induites sur la qualité de l'eau des captages d'AEP



Soudières, ENSG Réalisé ou utilisé en 1998 Modèle spatialisé Hydrodynamique (piézométrie, débits) Transport (concentrations) Régime transitoire (données mensuelles)

Illustration 25 : Extension et caractéristiques du modèle disponible à Moulins-lès-Metz.

	Concentration moyenne en chlorure au réservoir	Nombre de dépassements de 200 mg Cl/L
Metz-sud	- 11 %	- 37 %
Montigny-lès-Metz	En l'absence de dépassement, aucun scénario de substitution ou déplacement n'a été simulé	

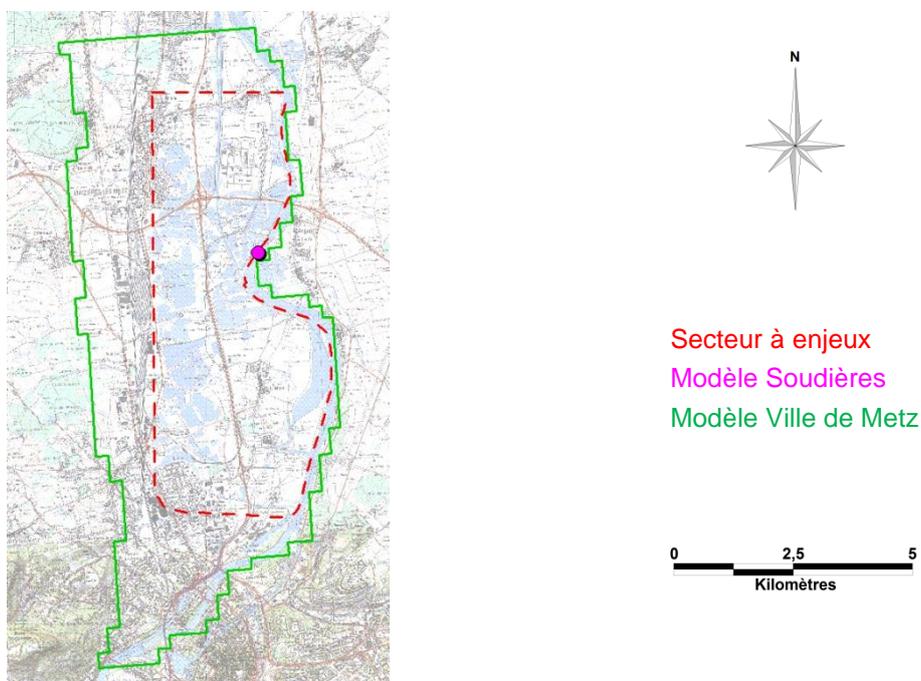
Illustration 26 : Résultats de scénarios étudiés par le modèle des soudières.

Les perspectives envisagées concernant le secteur à enjeux de Moulins-lès-Metz seraient :

- pour Montigny-lès-Metz seulement, de décrire plus précisément le fonctionnement de la réalimentation artificielle ;
- pour Metz-sud seulement, de simuler une augmentation des prélèvements d'eau dans la limite de l'autorisation déjà accordée ;
- pour Montigny-lès-Metz et Metz-sud, de simuler une diminution générale de la concentration en chlorure dans la Moselle.

d) Secteur à enjeux de Metz-nord

Le dernier secteur à enjeux qui est situé le plus en aval est celui de Metz-nord. Deux modèles sont disponibles sur ce secteur. La carte de l'illustration 27 permet de localiser ces modèles. Leurs caractéristiques sont aussi présentées dans le tableau de la même illustration. Le premier d'entre eux est un modèle maillé hydrodynamique et hydrodispersif, mais qui fonctionne en régime permanent et qui ne permet pas de calculer l'évolution des concentrations dans le temps. Il n'est donc pas adapté à la problématique. Le second est un modèle global. Il s'agit du système MARISOLOR (Modulation Automatique des Rejets Industriels des SOudières LORraines), qui permet de réguler les rejets salins des soudières pour respecter leur contrainte réglementaire. Il n'est pas non plus directement adapté à la problématique du secteur à enjeux puisqu'il ne permet pas de simuler des scénarios de gestion de l'exploitation du champ captant d'AEP de Metz-nord.



Ville de Metz, BURGEAP	Réalisé ou utilisé en 1991, 2003	Modèle spatialisé	Hydrodynamique (piézométrie, débits)	Transport (concentrations)	Régime permanent
Soudières	Réalisé ou utilisé en 1998	Modèle global	Hydraulique (débits)		Régime transitoire (données bihoraires)

Illustration 27 : Extensions et caractéristiques des modèles disponibles à Metz-nord.

Les perspectives envisagées pour le secteur à enjeux de Metz-nord sont de développer éventuellement en régime transitoire le modèle spatialisé de la Ville de Metz pour simuler par exemple une diminution générale de la concentration en chlorure dans la Moselle.

e) La question du changement climatique

Le niveau de la Moselle est régulé par des barrages et ne s'abaisse pas, sauf en cas d'étiage extrêmement prononcé quand le débit de la rivière n'est plus que de quelques m³/s. Les modèles adaptés à la problématique tiennent compte de la Moselle à l'aide d'une limite à charge imposée (le niveau de la nappe est imposé par le niveau de la rivière) ou d'une condition de Fourier (le niveau de la nappe et le flux d'eau échangé entre la nappe et la rivière sont imposés par le niveau de la rivière).

Parmi les simulations qui ont été effectuées, certaines concernaient les périodes de basses eaux. Elles ne correspondaient cependant pas à des situations d'étiage sévère. Pour prendre en compte ces situations dans les simulations, il suffirait d'implémenter dans les modèles les valeurs du niveau de la Moselle mesurées sous les cotes des barrages. Cela ne préjuge cependant pas des résultats qui pourraient éventuellement mettre en évidence une insuffisance du débit de la Moselle pour permettre de conserver des débits de prélèvement aux captages d'AEP identiques à ceux atteints habituellement. En cela, ces modèles restent adaptables aux périodes d'étiage extrêmement prononcé.

A partir d'une projection du changement climatique publiée par le CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique), une modélisation du débit du Madon, qui est un affluent de la Moselle, a montré que ce débit subirait une diminution importante pouvant atteindre plus de 60 % au printemps (Huguin, 2010). En transposant ces résultats à la Moselle, cela permet de disposer d'un ordre de grandeur de l'impact que pourrait avoir le changement climatique sur le débit de la Moselle. Dans ces conditions, on peut supposer que les périodes d'étiage extrême pourront être plus fréquentes et plus longues.

Ainsi en première approximation, en dehors des périodes d'étiage sévère, le changement climatique ne devrait pas avoir d'impact sur le niveau de la Moselle, qui pourra toujours constituer une condition aux limites particulière dans les modèles déjà adaptés à la problématique. La Moselle constituant toujours une limite d'alimentation pour sa nappe alluviale, il ne devrait pas y avoir de conséquences sur l'exploitation des captages d'alimentation en eau potable de cette nappe alluviale. Pour les périodes d'étiage sévère, ces modèles seront *a priori* adaptables.

5. Conclusion

Les données quantitatives et qualitatives pertinentes qui ont été inventoriées sur la problématique du chlorure dans la Moselle et dans sa nappe alluviale ont été collectées auprès de divers organismes, exploitants ou collectivités. Elles ont été bancarisées et, quand cela était nécessaire, saisies numériquement dans une géodatabase qui a été créée spécifiquement pour le projet. Toutes les études et cartes pertinentes vis-à-vis de la problématique ont aussi été référencées dans ce nouvel outil permettant ainsi d'établir un état des lieux de l'existant.

A partir de cette synthèse de données et d'informations, des cartes de la zone d'étude ont été éditées, en particulier celle des concentrations maximales en chlorure qui ont été observées après la mise en place de la dernière régulation des rejets salins des soudières. Quatre secteurs à enjeux à Atton et Loisy, Arry-la-Lobe, Moulins-lès-Metz, et Metz-nord ont été définis. Il s'agit des secteurs comportant des captages d'AEP en nappe alluviale qui sont influencés par la Moselle et qui ont connu des épisodes de concentrations en chlorure ayant dépassé le seuil de 250 mg/L ou qui sont susceptibles d'en connaître.

Une autre valorisation des données numériques a consisté en une première analyse exploratoire des données faisant ressortir que les concentrations en chlorure mesurées dans les captages en nappe alluviale pouvaient être corrélées à celles dans la rivière, alors qu'elles ne semblaient pas l'être avec les prélèvements d'eau des captages. Pour aller plus loin dans ce travail d'analyse des données il faudrait disposer de davantage de données de prélèvement d'eau en les conservant sous un format numérique, à un pas de temps mensuel, voire hebdomadaire. De la même manière afin de poursuivre les comparaisons de paramètres, il faudrait obtenir les valeurs des rejets salins des soudières sous un format numérique.

En accompagnement du groupe de travail « *Chlorures* » et de son sous-groupe A, un bilan sur les possibilités de réutilisation des anciens outils de modélisation qui ont été mis en place au niveau des secteurs à enjeux a été dressé. Il apparaît ainsi que :

- il existe 7 modèles spatiaux recouvrant presque l'intégralité des secteurs à enjeux, dont 3 ne font pas de simulations temporelles et 4 sont adaptés à la problématique ;
- les prélèvements qui ont été simulés avec ces modèles étaient mensuels et représentatifs de la réalité, mais ils étaient inférieurs aux valeurs maximales autorisées ;
- les cycles de pompage n'ont pas été pris en compte ; pour le faire il faudrait redévelopper les modèles, ce qui pourrait dégrader les simulations ou les rendre impossibles à effectuer ;
- les modèles adaptés à la problématique ne sont pas affectés par les scénarios du changement climatique puisque le niveau de la Moselle sera maintenu ;
- des possibilités de substitution ou déplacement de puits ont été démontrées par les simulations pour certains sites (Atton et Arry-la-Lobe) ;
- pour les champs captants sans possibilité de substitution (Loisy et Metz-sud) il faudrait étudier quelles sont les conditions du maintien de leur exploitation ; faudrait-il par exemple diminuer la concentration en chlorure dans la Moselle ?

- pour réutiliser les modèles, ce qui nécessite l'accord de leurs maîtres d'ouvrage, les fichiers d'entrée des modèles dont certains sont assez anciens doivent être compatibles avec les nouvelles versions des codes de calculs ;
- pour réutiliser les modèles, il faudrait vérifier et le cas échéant actualiser les conditions hydrauliques, du fait par exemple de l'ouverture de nouvelles gravières.

6. Références bibliographiques

Buès M., Oltean C. (1998) – Etude d'impact du projet d'augmentation de capacité des soudières Novacarb & Solvay sur la qualité des eaux des captages, Modélisation hydrodispersive des captages critiques d'alimentation en eau potable, Scénarios améliorant la qualité des eaux pompées. NOVACARB, SOLVAY, rapport ENSG/Laboratoire de Géomécanique RS-14/97, 41 p., 21 fig., 11 tabl.

Buès M., Oltean C., Pascula C. (1998) – Etude d'impact du projet d'augmentation de capacité des soudières Novacarb & Solvay sur la qualité des eaux des captages, Modélisation hydrodispersive des captages d'alimentation en eau potable, Arry-la-Lobe. NOVACARB, SOLVAY, rapport ENSG/Laboratoire de Géomécanique RS-18/97, 33 p., 25 fig., 3 tabl.

Buès M., Oltean C., Pascula C. (1998) – Etude d'impact du projet d'augmentation de capacité des soudières Novacarb & Solvay sur la qualité des eaux des captages, Modélisation hydrodispersive des captages d'alimentation en eau potable, Atton. NOVACARB, SOLVAY, rapport ENSG/Laboratoire de Géomécanique RS-13/97, 53 p., 38 fig., 8 tabl., 2 ph.

Buès M., Oltean C., Pascula C. (1998) – Etude d'impact du projet d'augmentation de capacité des soudières Novacarb & Solvay sur la qualité des eaux des captages, Modélisation hydrodispersive des captages d'alimentation en eau potable, Loisy. NOVACARB, SOLVAY, rapport ENSG/Laboratoire de Géomécanique RS-12/97, 54 p., 39 fig., 8 tabl., 4 ph.

Buès M., Oltean C., Pascula C. (1998) – Etude d'impact du projet d'augmentation de capacité des soudières Novacarb & Solvay sur la qualité des eaux des captages, Modélisation hydrodispersive des captages d'alimentation en eau potable, Montigny-lès-Metz et Metz-sud. NOVACARB, SOLVAY, rapport ENSG/Laboratoire de Géomécanique RS-16/97, 64 p., 39 fig., 9 tabl., 7 ph.

BURGEAP (1991) – Etude de la vulnérabilité et de la protection du champ captant de Metz-nord. Ville de Metz, rapport BURGEAP R.1028/A.2526-90065, 65 p., 19 fig., 10 tabl., 6 ann., 1 pl.h.t.

Cachet C. (1999) – Evaluation des risques de pollution des captages de la nappe alluviale à partir de la Moselle, 2° et 3° parties : Recueil des données existantes et synthèse, Annexes 54 (tome II). AERM, rapport ASGA n° 99.772, 170 p.

Chevalier J. (1995) – Demande d'autorisation d'ouverture de carrière sur les communes d'Atton et de Loisy (54), Etude hydrogéologique. GSM, rapport ANTEA A 01756, 69 p., 13 fig., 15 tabl.

Delporte B. (2006) – Projet de gravière sur la commune de Vittonville (54), Modélisation préliminaire de l'impact des aménagements sur les captages AEP du syndicat des eaux de Verny à Arry (54). GSM, rapport ANTEA A 37620/C, 33 p., 19 fig., 4 ann.

Huguin S. (2010) – Modélisation du transfert des nutriments dans le bassin versant du Madon à l'aide du modèle SWAT. Agence de l'eau Rhin-Meuse, rapport de stage Master Environnement et Aménagement, Université de Metz, 71 p., 29 fig., 11 tabl., 10 ann.

Nguyen-Thé D. (2011) – Le chlorure dans la Moselle et dans sa nappe d'accompagnement, Bilan des informations inventoriées. Rapport BRGM/RP-59867-FR, 15 p., 2 ann.

NOVACARB, SOLVAY (1998) – Dossier de présentation du système de télégestion des rejets G.I.E. NOVACARB-SOLVAY, MARISOLOR, Société NOVACARB soudière de La Madeleine, Société SOLVAY soudière de Dombasle-sur-Meurthe, Demande d'autorisation d'augmentation de capacité des sites, pièce n° 8, AM.6, 31 p.

Annexe 1

Liste des points d'eau bancarisés

Points d'eau souterraine

(les coordonnées des points sont exprimées dans le système de projection Lambert 2 étendu)

Code	COMMUNE	X_L2E	Y_L2E
01142X0034/SEN1	GAVISSE	885 675	2 499 408
01143X0019/P1	HAUTE-KONTZ	889 435	2 502 132
01143X0041/HY	RETTEL	890 599	2 500 943
01145X0011/F	MANOM	879 877	2 493 824
01145X0012/F	MANOM	879 897	2 493 844
01145X0017/F	MANOM	879 877	2 493 784
01145X0018/F	MANOM	879 867	2 493 744
01145X0019/F	MANOM	879 857	2 493 714
01145X0020/F	MANOM	879 887	2 493 834
01145X0021/F	MANOM	879 887	2 493 814
01145X0022/F	MANOM	879 847	2 493 704
01145X0023/F	MANOM	879 877	2 493 794
01145X0024/F	MANOM	879 867	2 493 764
01145X0025/F	MANOM	879 857	2 493 734
01145X0026/F	MANOM	879 857	2 493 684
01145X0027/F	MANOM	880 007	2 493 794
01145X0029/F	MANOM	880 127	2 493 713
01145X0030/F	THIONVILLE	877 772	2 492 357
01145X0031/F	THIONVILLE	877 792	2 492 347
01145X0032/F	THIONVILLE	877 812	2 492 377
01145X0033/F	THIONVILLE	877 822	2 492 397
01145X0034/F	THIONVILLE	877 842	2 492 427
01145X0035/F	THIONVILLE	877 862	2 492 447
01145X0036/F	THIONVILLE	877 852	2 492 467
01145X0037/F	THIONVILLE	877 992	2 492 337
01145X0038/F	THIONVILLE	877 981	2 492 186
01145X0039/F	THIONVILLE	878 132	2 492 316
01145X0040/F	THIONVILLE	878 022	2 492 497
01145X0041/P1	YUTZ	881 257	2 490 973
01145X0046/F	FLORANGE	877 540	2 487 042
01145X0060/P2	FLORANGE	876 960	2 487 324
01145X0104/S232	FLORANGE	877 460	2 487 052
01145X0105/S233	FLORANGE	877 445	2 487 032
01145X0132/P	FLORANGE	877 651	2 487 142
01145X0138/SA-P1	FLORANGE	877 111	2 487 464
01145X0141/E-P2	FLORANGE	876 901	2 487 794
01145X0143/F-P2	THIONVILLE	876 973	2 488 655
01145X0144/F-P3	THIONVILLE	876 973	2 488 485
01145X0145/F-P4	FLORANGE	876 712	2 488 175
01145X0146/F-P5	FLORANGE	876 992	2 488 054
01145X0147/PZ2	FLORANGE	877 581	2 487 112
01145X0148/PZ3	FLORANGE	877 570	2 487 092
01145X0149/PZ5	FLORANGE	877 590	2 487 072
01145X0150/PZ1	TERVILLE	876 157	2 488 699
01145X0151/PZ2	THIONVILLE	876 946	2 489 227
01145X0152/PZ3	THIONVILLE	876 843	2 489 492
01145X0159/PUITS1	FLORANGE	877 500	2 487 072
01145X0160/PUITS2	FLORANGE	877 415	2 487 053
01145X0161/PUITS3	FLORANGE	877 641	2 487 152
01145X0162/PZ6	FLORANGE	877 681	2 487 082
01145X0163/PZ31	FLORANGE	877 420	2 487 103
01145X0164/PZ32	FLORANGE	877 491	2 487 213
01145X0165/PZ16	FLORANGE	877 610	2 487 032
01145X0166/PZ27	FLORANGE	877 430	2 487 042
01145X0167/PZ7	FLORANGE	877 711	2 487 162
01145X0168/PZ1	THIONVILLE	879 220	2 492 133

Code	COMMUNE	X_L2E	Y_L2E
01145X0169/PZ2	THIONVILLE	879 258	2 492 079
01145X0170/PZ4	THIONVILLE	879 010	2 491 994
01145X0171/PZ5	THIONVILLE	879 108	2 491 942
01145X0172/PZ6	THIONVILLE	879 023	2 492 189
01145X0173/PZ7	THIONVILLE	879 077	2 491 915
01145X0174/PZ9	THIONVILLE	879 261	2 492 027
01145X0175/PZ10	THIONVILLE	879 116	2 492 318
01145X0176/PZ11	THIONVILLE	879 129	2 492 132
01145X0187/PZEXT3	MANOM	878 683	2 493 245
01145X0188/PZEXT4	MANOM	878 611	2 493 252
01145X0189/PZEXT5	MANOM	878 548	2 493 261
01145X0193/PZMAN1	MANOM	878 927	2 493 380
01145X0194/PZMAN2	MANOM	879 240	2 493 528
01145X0195/PZBR12	THIONVILLE	878 535	2 492 514
01145X0196/PZBR13	THIONVILLE	878 449	2 492 585
01145X0197/PUITSA	MANOM	878 543	2 493 117
01145X0198/PUITSB	MANOM	878 902	2 493 157
01145X0199/PUITC2	THIONVILLE	878 565	2 492 955
01145X0200/PUITSF	THIONVILLE	878 696	2 493 043
01145X0201/PUITQ4	THIONVILLE	878 786	2 492 986
01145X0202/PUITW1	THIONVILLE	878 394	2 493 021
01145X0203/PUITW4	THIONVILLE	878 202	2 492 852
01145X0204/PUITSY	MANOM	878 385	2 493 204
01145X0205/PZ1	THIONVILLE	877 470	2 489 181
01145X0206/PZ2	THIONVILLE	877 559	2 489 294
01145X0207/PZ3	THIONVILLE	877 444	2 489 446
01145X0212/PUITSS	MANOM	878 966	2 493 150
01146X0010/S	BASSE-HAM	883 331	2 493 992
01146X0011/P1	BASSE-HAM	883 581	2 494 112
01146X0012/P2	BASSE-HAM	883 521	2 494 137
01146X0013/P1	CATTENOM	884 098	2 497 058
01146X0037/P2A	YUTZ	881 937	2 492 739
01146X0042/P9	YUTZ	881 566	2 492 589
01146X0061/P1	KOENIGSMACKER	884 830	2 495 575
01146X0062/P2	KOENIGSMACKER	884 876	2 495 565
01146X0063/P	BASSE-HAM	883 792	2 494 216
01146X0064/P	BASSE-HAM	884 433	2 494 275
01146X0158/P1	BASSE-HAM	882 691	2 494 539
01146X0159/P2	BASSE-HAM	882 751	2 494 379
01146X0160/P3	BASSE-HAM	882 860	2 494 058
01146X0170/P5	BASSE-HAM	882 701	2 494 339
01146X0171/P6	BASSE-HAM	882 651	2 494 459
01146X0172/P7	BASSE-HAM	882 591	2 494 369
01146X0173/P8	BASSE-HAM	882 461	2 494 429
01146X0176/P11	BASSE-HAM	882 651	2 494 259
01146X0183/TD	KOENIGSMACKER	884 906	2 495 585
01146X0191/PZA1	BASSE-HAM	882 731	2 494 539
01146X0192/PZA2	BASSE-HAM	882 801	2 494 429
01146X0193/PZEXT	BASSE-HAM	883 141	2 494 037
01374X0152/F	FAMECK	874 396	2 486 033
01381X0013/F	UCKANGE	877 705	2 484 469
01381X0033/P1	BERTRANGE	879 189	2 485 637
01381X0034/P2	BERTRANGE	879 199	2 485 727
01381X0039/P7	BERTRANGE	879 350	2 486 087
01381X0049/P2	UCKANGE	876 293	2 483 892
01381X0050/P3	UCKANGE	876 263	2 483 922
01381X0051/P4	UCKANGE	876 228	2 483 957
01381X0052/P5	UCKANGE	876 188	2 483 992
01381X0053/P6	UCKANGE	876 153	2 484 012
01381X0054/P7	UCKANGE	876 118	2 484 042
01381X0055/P8	UCKANGE	876 088	2 484 077
01381X0056/P9	UCKANGE	876 283	2 483 912
01381X0057/P1	UCKANGE	875 658	2 484 499
01381X0058/P2	UCKANGE	875 723	2 484 343
01381X0059/P3	UCKANGE	875 773	2 484 193
01381X0060/P4	UCKANGE	875 683	2 484 424
01381X0061/P5	UCKANGE	875 833	2 484 123
01381X0062/P6	UCKANGE	875 873	2 484 083

Code	COMMUNE	X_L2E	Y_L2E
01381X0063/PTS.A	AMNEVILLE	876 484	2 479 928
01381X0077/P3	AMNEVILLE	875 924	2 480 039
01381X0088/R1	UCKANGE	877 017	2 485 772
01381X0097/R2	FLORANGE	876 949	2 486 533
01381X0099/P12	FLORANGE	876 988	2 486 403
01381X0236/P1	HAGONDANGE	879 496	2 479 531
01381X0279/PR4	RICHEMONT	877 950	2 484 069
01381X0299/PE	UCKANGE	878 681	2 486 639
01381X0300/PO	UCKANGE	878 079	2 486 240
01381X0302/PTS-B	AMNEVILLE	876 474	2 479 617
01381X0311/PZ1	AMNEVILLE	875 344	2 480 060
01381X0312/PZ2	AMNEVILLE	875 725	2 480 450
01381X0313/PZ3	AMNEVILLE	876 847	2 480 808
01381X0314/PZ1	UCKANGE	878 481	2 486 840
01381X0315/PZ2	UCKANGE	877 698	2 486 091
01381X0316/PZ3	UCKANGE	877 838	2 485 590
01381X0317/PZ4	UCKANGE	878 128	2 485 490
01381X0330/OUEST	AMNEVILLE	875 679	2 479 332
01381X0331/EST	AMNEVILLE	876 229	2 479 325
01385X0008/1	MAIZIERES-LES-METZ	878 403	2 473 458
01385X0056/F1	LA MAXE	881 046	2 469 018
01385X0057/F2	LA MAXE	881 045	2 468 918
01385X0059/PC	LA MAXE	880 466	2 469 370
01385X0063/P1	METZ	880 622	2 467 368
01385X0064/P2	METZ	880 612	2 467 428
01385X0065/P3	METZ	880 612	2 467 508
01385X0066/P4	METZ	880 552	2 467 588
01385X0067/P5	METZ	880 542	2 467 648
01385X0068/P6	LA MAXE	880 563	2 467 778
01385X0069/P7	LA MAXE	880 513	2 467 819
01385X0070/P8	LA MAXE	880 503	2 467 889
01385X0071/P9	LA MAXE	880 543	2 467 949
01385X0072/P10	LA MAXE	880 503	2 467 999
01385X0074/P12	LA MAXE	880 543	2 468 149
01385X0082/P20	LA MAXE	880 444	2 468 739
01385X0092/P30	LA MAXE	880 426	2 469 450
01385X0094/P32	LA MAXE	880 416	2 469 600
01385X0098/P36	LA MAXE	880 417	2 469 911
01385X0106/P44	LA MAXE	880 308	2 470 451
01385X0167/P102	HAUCONCOURT	879 617	2 474 977
01385X0228/409	WOIPPY	880 294	2 468 740
01385X0229/410	WOIPPY	880 375	2 468 910
01385X0230/411	WOIPPY	880 295	2 468 910
01385X0232/413	WOIPPY	880 305	2 469 090
01385X0234/415	WOIPPY	880 305	2 469 220
01385X0235/416	WOIPPY	880 365	2 469 220
01385X0236/417	WOIPPY	880 306	2 469 360
01385X0237/418	WOIPPY	880 356	2 469 360
01385X0239/420	WOIPPY	880 035	2 469 291
01385X0240/421	WOIPPY	880 194	2 468 720
01385X0241/422	WOIPPY	880 014	2 468 640
01385X0242/423	LA MAXE	880 676	2 469 279
01385X0243/424	LA MAXE	880 695	2 469 109
01385X0273/S	MAIZIERES-LES-METZ	879 433	2 473 025
01385X0277/429	WOIPPY	879 695	2 469 111
01385X0294/430	WOIPPY	879 774	2 468 731
01385X0295/P1	MAIZIERES-LES-METZ	878 301	2 472 687
01385X0296/P2	MAIZIERES-LES-METZ	878 411	2 472 577
01385X0297/P3	MAIZIERES-LES-METZ	878 141	2 472 708
01385X0298/P4	SEMECOURT	878 101	2 472 608
01385X0299/P5	MAIZIERES-LES-METZ	878 351	2 472 637
01385X0300/P6	MAIZIERES-LES-METZ	878 251	2 472 728
01385X0323/101	LA MAXE	881 586	2 468 977
01385X0324/102	LA MAXE	881 526	2 468 977
01385X0325/103	LA MAXE	881 586	2 469 027
01385X0326/421B	WOIPPY	880 194	2 468 715
01385X0327/422B	WOIPPY	880 014	2 468 635
01385X0328/429B	WOIPPY	879 690	2 469 106

Code	COMMUNE	X_L2E	Y_L2E
01385X0329/280	LA MAXE	881 099	2 470 590
01385X0330/313	WOIPPY	879 697	2 469 992
01385X0331/300	LA MAXE	881 648	2 469 768
01385X0336/P	ARGANCY	880 883	2 472 762
01385X0342/PZ13	MAIZIERES-LES-METZ	878 360	2 472 760
01385X0343/PZ14	MAIZIERES-LES-METZ	878 840	2 472 840
01385X0344/PZ15	MAIZIERES-LES-METZ	879 010	2 472 690
01385X0345/PZ17	MAIZIERES-LES-METZ	879 000	2 472 540
01385X0346/PZ21	MAIZIERES-LES-METZ	879 760	2 472 570
01385X0347/PZ20	MAIZIERES-LES-METZ	879 710	2 472 880
01385X0348/PZ18	MAIZIERES-LES-METZ	879 390	2 473 540
01385X0349/PZ5BIS	MAIZIERES-LES-METZ	878 341	2 472 637
01385X0350/PZ7	MAIZIERES-LES-METZ	878 140	2 472 508
01385X0351/PZ8	MAIZIERES-LES-METZ	878 216	2 472 755
01385X0352/PZ2BIS	MAIZIERES-LES-METZ	878 411	2 472 597
01385X0353/PZ9	MAIZIERES-LES-METZ	878 256	2 472 738
01385X0354/PZ11	MAIZIERES-LES-METZ	878 306	2 472 697
01385X0355/PZ12	MAIZIERES-LES-METZ	878 331	2 472 677
01385X0356/PZ24	MAIZIERES-LES-METZ	878 251	2 472 658
01385X0361/PZ4	MAIZIERES-LES-METZ	878 495	2 475 758
01385X0362/PZ6	MAIZIERES-LES-METZ	878 324	2 475 382
01385X0363/PZ7	MAIZIERES-LES-METZ	878 197	2 475 127
01385X0364/PZ8	MAIZIERES-LES-METZ	878 484	2 475 295
01634X0109/13	MOULINS-LES-METZ	876 126	2 461 763
01634X0111/21	MOULINS-LES-METZ	876 016	2 461 673
01634X0130/PV1	MOULINS-LES-METZ	874 913	2 460 504
01634X0131/PV2	MOULINS-LES-METZ	874 983	2 460 564
01634X0139/F	ANCY-SUR-MOSELLE	872 254	2 456 947
01634X0182/PUITS	ARS-SUR-MOSELLE	873 710	2 459 546
01634X0194/P1	ARS-SUR-MOSELLE	873 720	2 459 376
01634X0195/P2	ARS-SUR-MOSELLE	873 840	2 459 476
01637X0043/P	PAGNY-SUR-MOSELLE	870 166	2 449 086
01638X0001/F1	PAGNY-SUR-MOSELLE	870 395	2 448 725
01638X0031/F	ANCY-SUR-MOSELLE	872 082	2 456 457
01638X0033/F1	CORNY-SUR-MOSELLE	872 661	2 455 475
01638X0040/F	NOVEANT-SUR-MOSELLE	871 485	2 453 186
01638X0068/F2	PAGNY-SUR-MOSELLE	870 396	2 448 775
01638X0087/1	PAGNY-SUR-MOSELLE	870 395	2 448 675
01638X0201/F	CORNY-SUR-MOSELLE	872 621	2 455 535
01638X0207/P1	ARRY	871 477	2 449 123
01638X0215/F	JOUY-AUX-ARCHES	873 013	2 456 575
01638X0238/P1	VANDIERES	870 794	2 447 798
01638X0255/P	VANDIERES	870 419	2 447 834
01638X0256/F	JOUY-AUX-ARCHES	873 069	2 456 475
01641X0080/P1	MOULINS-LES-METZ	876 538	2 462 413
01641X0084/P5	MOULINS-LES-METZ	876 638	2 462 432
01641X0094/P15	MOULINS-LES-METZ	876 839	2 462 582
01641X0109/P11	MOULINS-LES-METZ	876 327	2 461 923
01641X0136/P31	MOULINS-LES-METZ	876 327	2 461 933
01641X0139/P3	METZ	880 839	2 465 946
01641X0156/P1	MARLY	878 474	2 459 937
01641X0157/P2	MARLY	878 495	2 459 967
01641X0158/P3	MARLY	878 525	2 460 016
01641X0159/P4	MARLY	878 545	2 460 066
01641X0160/P5	MARLY	878 580	2 460 121
01641X0161/P6	MARLY	878 610	2 460 186
01641X0162/PZ-AMO	MARLY	878 404	2 459 987
01641X0165/PZA	METZ	880 839	2 465 866
01641X0166/PZ5	METZ	880 043	2 463 296
01641X0168/P4	METZ	880 008	2 463 286
01641X0169/P7	METZ	879 982	2 463 216
01641X0172/P21	METZ	879 973	2 463 256
01641X0173/P22	METZ	879 983	2 463 286
01641X0175/PA	METZ	880 012	2 463 139
01641X0176/PB	METZ	880 049	2 463 225
01641X0177/P-IACO	MARLY	878 585	2 460 076
01641X0179/P-B	METZ	880 050	2 463 223
01641X0186/P26	METZ	879 973	2 463 286

Code	COMMUNE	X_L2E	Y_L2E
01641X0187/PZ1	METZ	881 079	2 465 916
01641X0189/PZ2	AUGNY	876 772	2 459 240
01641X0205/SIGH11	METZ	879 199	2 465 956
01641X0206/SIGH13	METZ	879 134	2 465 857
01641X0207/MAR15	METZ	879 141	2 466 019
01641X0208/MAR16	METZ	879 109	2 466 025
01641X0209/ZIN17	METZ	878 962	2 465 991
01641X0210/ZIN18	METZ	879 033	2 465 996
01641X0211/ZIN20	METZ	879 045	2 466 027
01641X0215/BPT7	METZ	879 495	2 466 055
01641X0216/BPT8	METZ	879 540	2 466 039
01641X0217/BPT10	METZ	879 474	2 465 937
01934X0101/PR	ATTON	873 966	2 438 041
01934X0107/34	ATTON	874 398	2 438 840
01934X0151/P9	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	872 395	2 437 884
01934X0163/P2	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	872 284	2 437 404
01934X0172/PZ	ATTON	876 048	2 438 357
01934X0173/P	ATTON	874 217	2 438 340
01934X0174/PZ1	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	874 274	2 437 109
01934X0175/PZ2	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	874 795	2 437 208
01934X0185/PZ1	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 116	2 438 513
01934X0186/PZ2	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 217	2 438 673
01934X0187/PZ3	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 117	2 438 793
01934X0188/PZ4	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 147	2 438 903
01934X0189/PZ5	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 017	2 438 753
01934X0190/PZ6	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 087	2 438 843
01934X0191/P1	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 414	2 437 081
01934X0192/P2	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 664	2 437 101
01934X0193/P3	BLENOD-LES-PONT-A-MOUSSON	873 485	2 437 581
01934X0207/PZ1	ATTON	874 577	2 438 340
01934X0208/PZ2	ATTON	874 627	2 438 400
01934X0209/PZ3	LOISY	875 377	2 438 258
01938X0104/P1	LOISY	875 166	2 435 319
01938X0105/P2	LOISY	875 192	2 435 500
01938X0117/P4	LOISY	875 240	2 435 843
01938X0118/P5	LOISY	875 279	2 436 009
01938X0125/PZ5	LOISY	875 251	2 435 276
01938X0158/P_AT4	LOISY	875 347	2 435 246
01938X0159/P_AT19	LOISY	875 365	2 435 249
01938X0160/PZ1	LOISY	875 359	2 435 255
01938X0161/PZ3	LOISY	875 435	2 435 378
01938X0162/PZ7	LOISY	875 363	2 435 320
01938X0163/PZ14	LOISY	875 261	2 435 215
01938X0164/PZ22	LOISY	875 377	2 435 228
01938X0165/PZ23	LOISY	875 386	2 435 249
01938X0166/PZ28	LOISY	875 346	2 435 239
01938X0167/PZ10	LOISY	875 360	2 435 250
01945X0065/P	MILLERY	878 212	2 430 127
02293X0013/P	FONTENOY-SUR-MOSELLE	868 302	2 418 917
02293X0014/P	FONTENOY-SUR-MOSELLE	867 561	2 418 296
02293X0107/F	GONDREVILLE	866 007	2 416 326
02293X0133/T	GONDREVILLE	865 956	2 416 324
02294X0015/F	LIVERDUN	873 718	2 424 253
02294X0092/F	POMPEY	877 263	2 424 654
02294X0096/PR	LIVERDUN	877 491	2 424 686
02296X0013/PR2	TOUL	863 476	2 415 680
02296X0014/P	TOUL	862 665	2 415 651
02296X0148/F	TOUL	862 294	2 415 172
02296X0150/P2	CHAUDENEY-SUR-MOSELLE	862 490	2 413 271
02296X0159/P1	TOUL	862 324	2 415 132
02296X0160/P2	TOUL	862 354	2 415 152
02301X0387/F	NANCY	884 678	2 417 247
02301X0513/PZ1	NANCY	883 444	2 418 456
02301X0514/PZ1BIS	NANCY	883 373	2 418 481
02301X0515/PZ2	NANCY	883 350	2 418 582
02301X0516/PZ3	NANCY	883 583	2 418 492
02305X0316/REM1	NANCY	884 407	2 416 538
02305X0317/REM2	NANCY	884 517	2 416 477

Code	COMMUNE	X_L2E	Y_L2E
02305X0318/REM3	NANCY	884 507	2 416 527
02305X0319/REM4	NANCY	884 547	2 416 567
02306X0349/CS2	SAINT-NICOLAS-DE-PORT	891 429	2 411 610
02306X0354/RP1	LANEUVEVILLE-DEVANT-NANCY	889 340	2 412 155
02306X0355/RP2	LANEUVEVILLE-DEVANT-NANCY	887 962	2 413 609
02306X0356/RP3	ART-SUR-MEURTHE	888 683	2 413 677
02306X0357/RP4	ART-SUR-MEURTHE	890 230	2 412 363
02306X0358/RP5	VARANGEVILLE	890 629	2 411 892
02306X0359/CS1	VARANGEVILLE	891 139	2 411 641
02306X0360/RP6	VARANGEVILLE	891 401	2 412 361
02306X0458/RP13	VARANGEVILLE	891 406	2 412 361
02306X0549/RP5TER	VARANGEVILLE	890 629	2 411 812
02307X0195/S10	VARANGEVILLE	894 094	2 411 067
02307X0196/S2	ROSIERES-AUX-SALINES	895 622	2 407 770
02307X0197/S3B	ROSIERES-AUX-SALINES	895 993	2 408 119
02307X0198/S4	ROSIERES-AUX-SALINES	895 004	2 408 581
02307X0199/S4B	ROSIERES-AUX-SALINES	895 084	2 408 631
02307X0200/S5	DOMBASLE-SUR-MEURTHE	895 126	2 409 281
02307X0201/S6	ROSIERES-AUX-SALINES	894 644	2 408 852
02307X0202/S7	VARANGEVILLE	894 437	2 410 063
02307X0203/S8	VARANGEVILLE	894 288	2 410 644
02307X0205/S9	VARANGEVILLE	893 617	2 410 405
02307X0215/CS3	SAINT-NICOLAS-DE-PORT	891 989	2 411 921
02683X0063/N1	VIGNEULLES	896 346	2 404 877
02683X0064/N2	VIGNEULLES	897 088	2 405 336
02683X0065/N3	ROSIERES-AUX-SALINES	897 079	2 405 866
02683X0066/N3BIS	ROSIERES-AUX-SALINES	897 059	2 405 866
02683X0067/L1	VIGNEULLES	896 667	2 404 916
02683X0068/L2	VIGNEULLES	897 337	2 405 185
02683X0071/C3	VIGNEULLES	896 617	2 405 017
02683X0074/C6	VIGNEULLES	896 927	2 405 216
02683X0077/S1	ROSIERES-AUX-SALINES	896 471	2 407 028
02683X0078/PZ1	ROSIERES-AUX-SALINES	896 139	2 406 258
02683X0080/PZ3	ROSIERES-AUX-SALINES	896 669	2 406 167
02683X0084/PZ7	ROSIERES-AUX-SALINES	896 968	2 405 586
02683X0086/PZ9	VIGNEULLES	897 106	2 404 755
02683X0088/PZ11	VIGNEULLES	896 075	2 404 508
02683X0100/PZ21	ROSIERES-AUX-SALINES	895 938	2 405 668
02683X0101/PZ22	ROSIERES-AUX-SALINES	896 197	2 405 087
02683X0102/PZ23	VIGNEULLES	896 636	2 404 856
02683X0103/PZ24	VIGNEULLES	896 967	2 405 186
02683X0112/PR1	ROSIERES-AUX-SALINES	895 660	2 406 519
02683X0113/PR2	ROSIERES-AUX-SALINES	895 910	2 406 489
02683X0114/PR3	ROSIERES-AUX-SALINES	896 230	2 406 358
02683X0115/PR4	ROSIERES-AUX-SALINES	896 120	2 406 688
02683X0116/PR5	ROSIERES-AUX-SALINES	895 259	2 406 030
02683X0117/PR6	ROSIERES-AUX-SALINES	895 938	2 405 608
02683X0119/PR8	ROSIERES-AUX-SALINES	895 736	2 405 018
02683X0120/PR9	ROSIERES-AUX-SALINES	895 241	2 406 990
02683X0121/PR10	ROSIERES-AUX-SALINES	895 760	2 406 829
02683X0122/PR11	ROSIERES-AUX-SALINES	895 581	2 407 040
02683X0126/PTS3	ROSIERES-AUX-SALINES	895 222	2 407 531
02683X0127/PTS2	ROSIERES-AUX-SALINES	895 548	2 405 879
02683X0136/N11	VIGNEULLES	896 663	2 405 019
02683X0137/N21	VIGNEULLES	897 061	2 405 383
02683X0138/N30	ROSIERES-AUX-SALINES	896 991	2 405 756
02683X0139/P3	ROSIERES-AUX-SALINES	895 368	2 405 630
02683X0140/P4	ROSIERES-AUX-SALINES	894 978	2 405 941
02683X0141/PR5BIS	ROSIERES-AUX-SALINES	895 918	2 405 558
02683X0145/GSM4	VIGNEULLES	896 116	2 404 497
02683X0146/P3BIS	VIGNEULLES	896 317	2 404 997
02683X0149/P2BIS	ROSIERES-AUX-SALINES	895 819	2 406 199
02684X0018/HY	REHAINVILLER	905 115	2 402 937

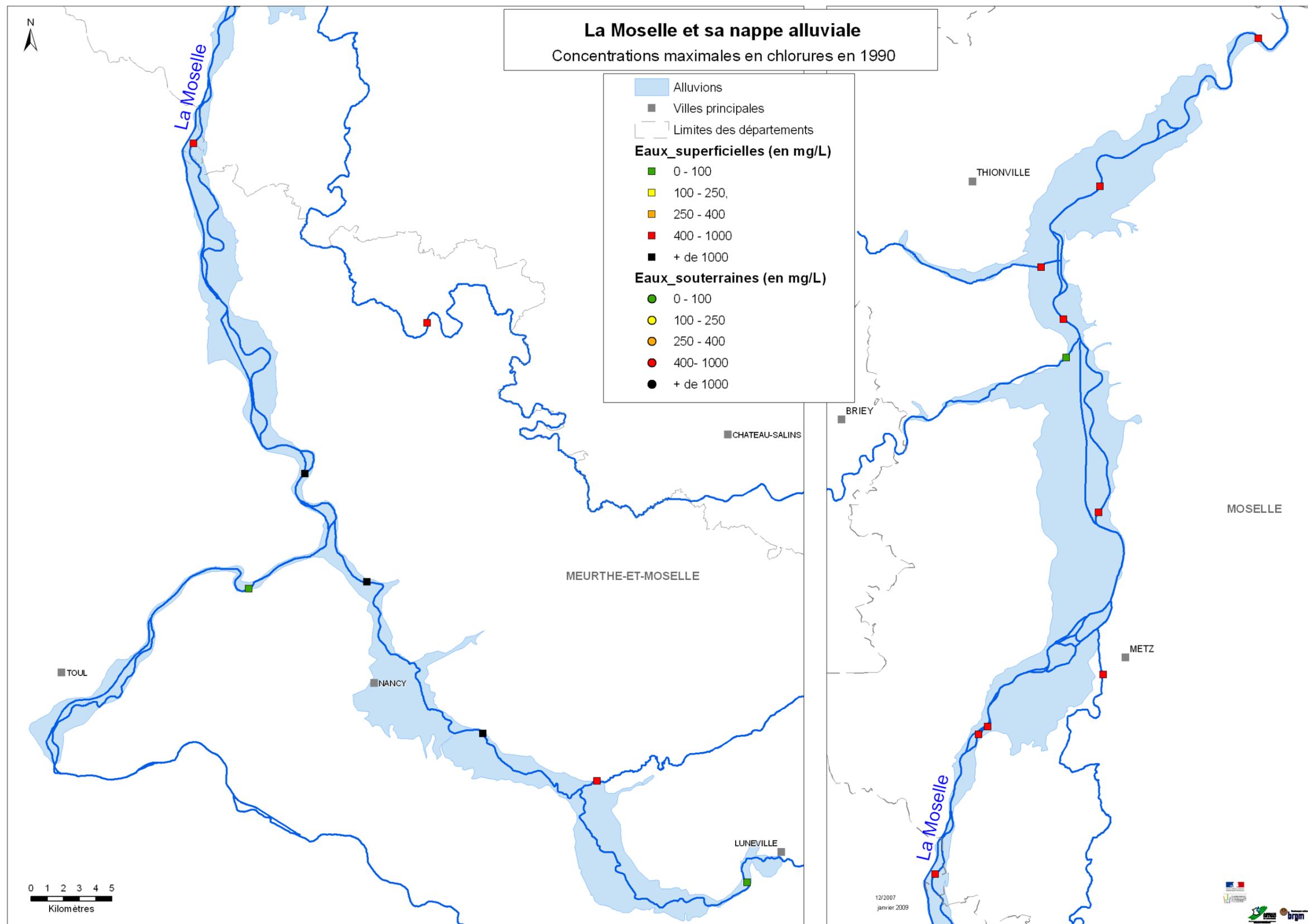
Points d'eau superficielle

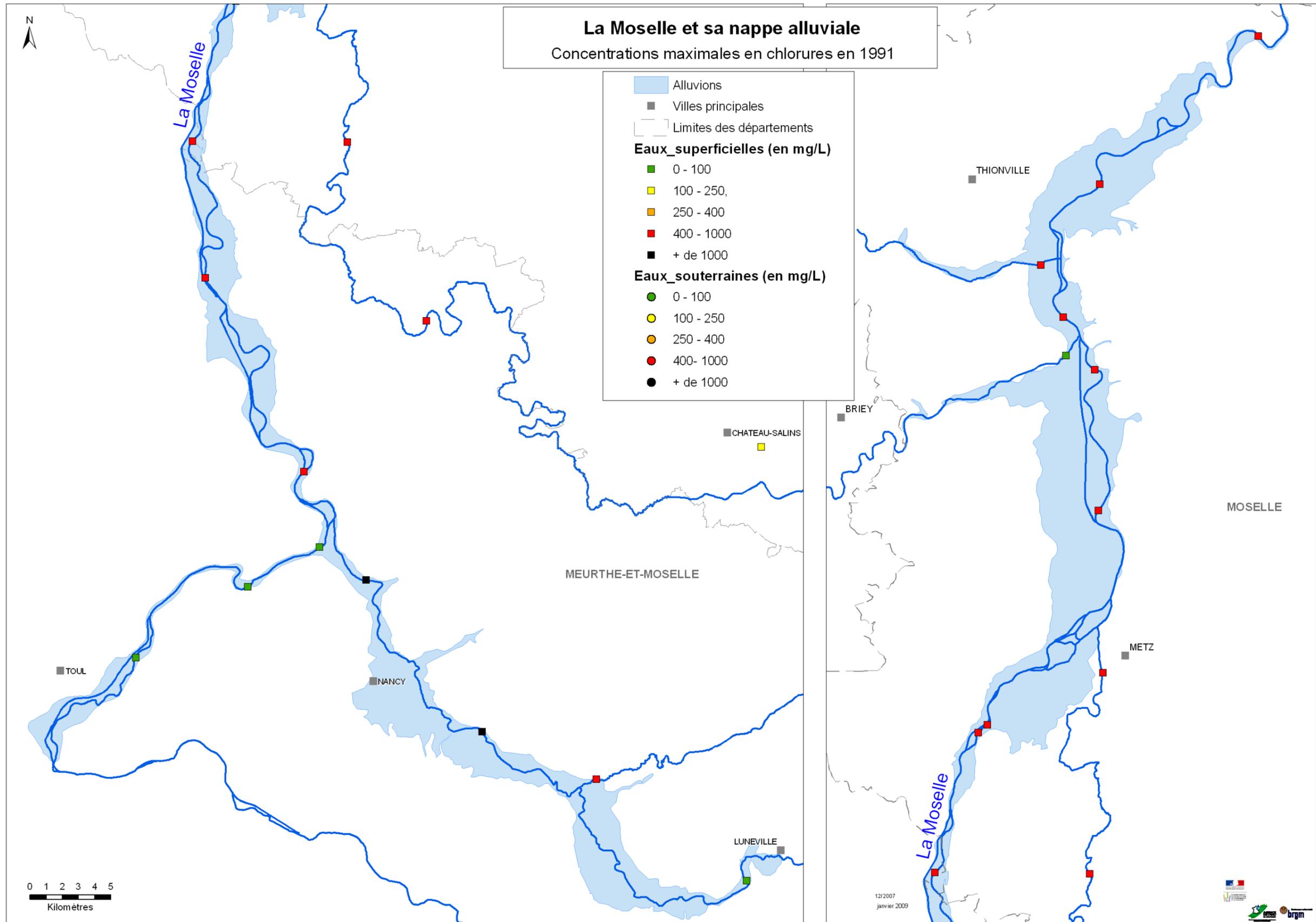
(les coordonnées des points sont exprimées dans le système de projection Lambert 2 étendu)

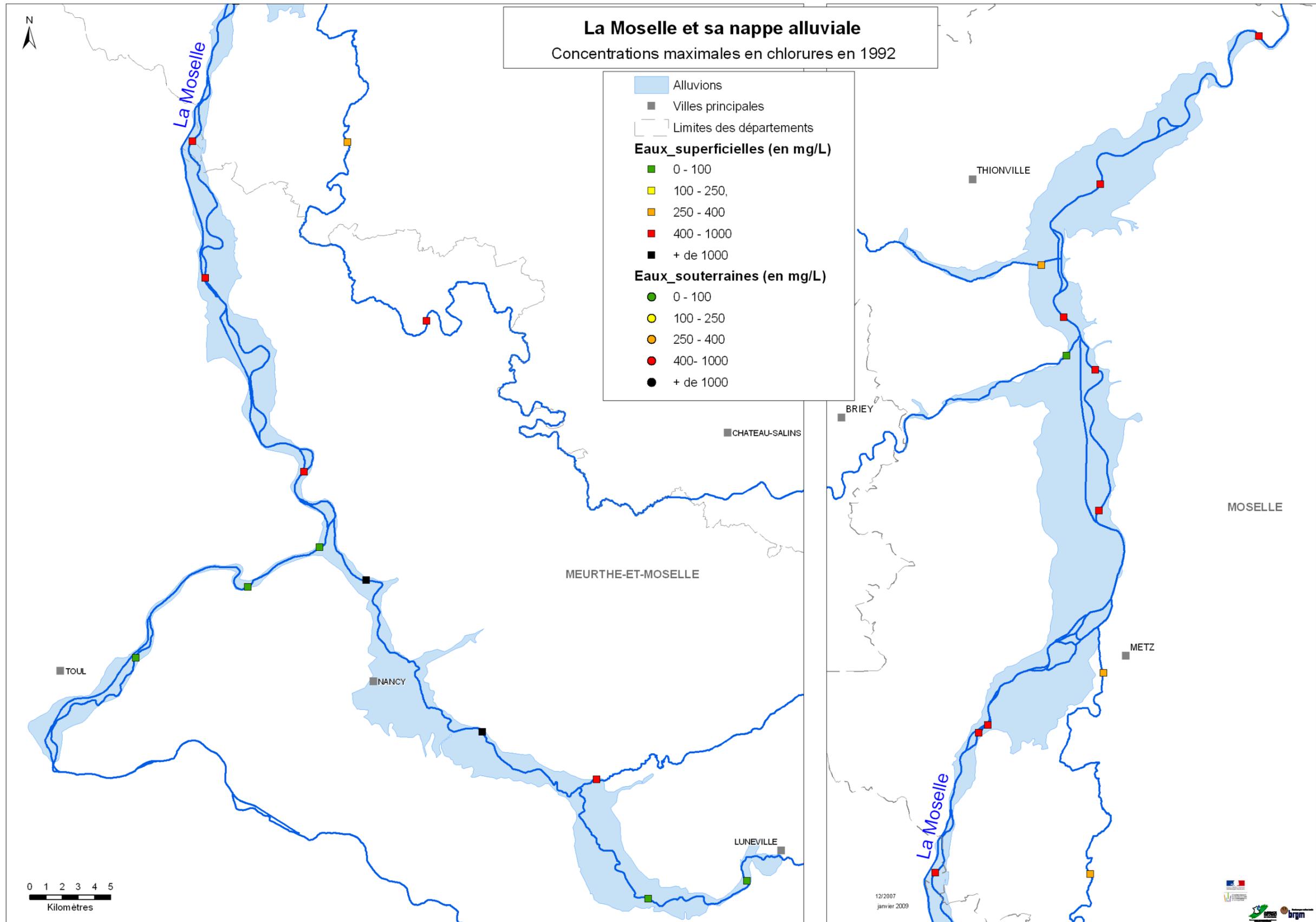
Code	Commune	X_L2E	Y_L2E
A571006A	TOUL	862 283	2 414 041
A574006A	GONDREVILLE	867 448	2 418 482
A585006A	LIVERDUN	874 363	2 422 864
A585006A	POMPEY	878 796	2 425 296
A634010A	LUNEVILLE	905 764	2 406 261
A658010A	REHAINVILLER	905 178	2 404 720
A677010A	ROSIERES-AUX-SALINES	895 469	2 407 860
A676010A	DAMELEVIÈRES	899 106	2 403 607
A687020A	DOMBASLE-SUR-MEURTHE	895 908	2 410 972
A690010A	VARANGEVILLE	892 779	2 411 257
A692010A	ART-SUR-MEURTHE	888 862	2 413 907
A692010A	ART-SUR-MEURTHE	887 047	2 413 946
A694010A	NANCY	883 550	2 418 764
A696010A	FROUARD	881 679	2 423 284
A701006A	CUSTINES	879 526	2 427 931
A701006A	MARBACHE	877 846	2 429 972
A701006A	DIEULOUARD	874 699	2 434 379
A720006A	PONT-A-MOUSSON	871 740	2 441 920
A722006A	PAGNY-SUR-MOSELLE	870 949	2 450 379
A741006A	JOUY-AUX-ARCHES	873 643	2 459 034
A743006A	LE BAN-SAINT-MARTIN	878 156	2 464 529
A790006B	MALROY	882 522	2 471 006
A790006B	ARGANCY	881 058	2 472 747
A793006A	BOUSSE	880 842	2 481 458
A844010A	RICHEMONT	879 071	2 482 331
A850006A	GUENANGE	878 896	2 484 696
A850006A	UCKANGE	878 872	2 486 376
A852020A	FLORANGE	877 500	2 487 919
A861006B	THIONVILLE	878 589	2 491 130
A861006B	YUTZ	881 165	2 492 918
A886006B	CONTZ-LES-BAINS	890 951	2 502 060
A720006A	VANDIÈRES	872 085	2 445 970
A741006A	ARS-SUR-MOSELLE	874 195	2 459 525
A853041C	FLORANGE	877 824	2 486 789
A693010A	TOMBLAINE	884 964	2 416 912
A787010A	METZ	880 335	2 462 728
A788010J	SAINT-JULIEN-LES-METZ	881 436	2 465 926
A861006B	THIONVILLE	882 255	2 494 755
A864006B	CATTENOM	884 700	2 496 330
A743006A	METZ	878 685	2 464 758
A687020A	SOMMÉRVILLER	898 316	2 411 596
A686009G	MAIXE	902 418	2 412 813
A684020A	HENAMENIL	911 000	2 416 657
A788010A	METZ	881 341	2 462 737
A788010A	METZ	881 374	2 462 731
A785010A	POMMÉRIEUX	880 540	2 450 319
A787010A	FLEURY	880 760	2 455 064
A785010A	LESMÉNIS	877 546	2 444 777
A782010A	NOMENY	885 403	2 439 290
A764020A	CHATEAU-SALINS	906 078	2 431 481
A770010A	CHAMBREY	902 833	2 428 554
A764020A	SALONNES	905 700	2 429 332
A763020A	PUTTIGNY	909 618	2 435 510
A754010A	MULCEY	918 348	2 430 773
A757020A	LEZEY	913 942	2 426 682
STATION_APACH	APACH	892 775	2 502 895
01381X0297/M1	UCKANGE	878 178	2 485 890
01381X0298/M2	UCKANGE	878 680	2 486 489
02683X0125/E4	ROSIERES-AUX-SALINES	895 790	2 406 669

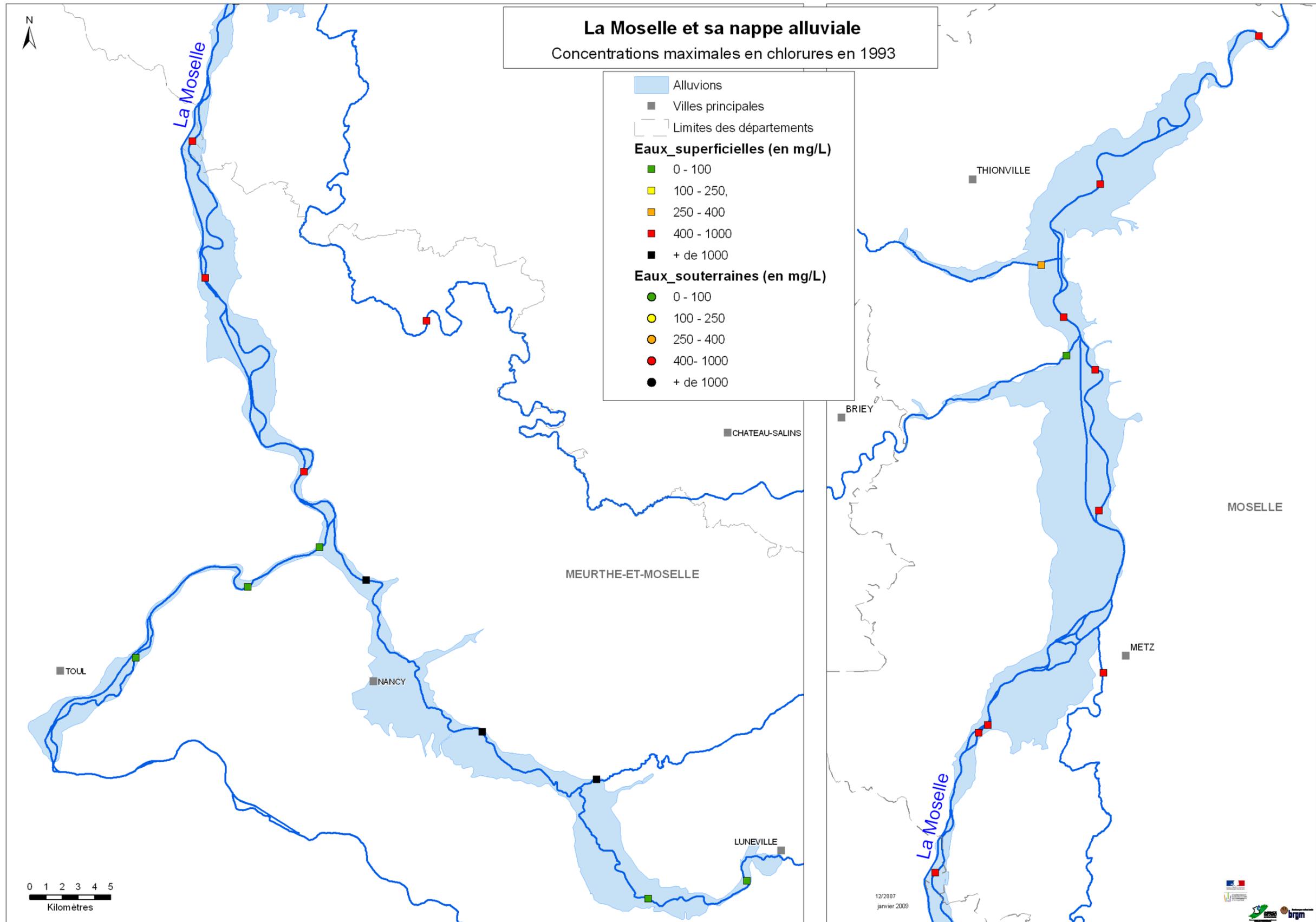
Annexe 2

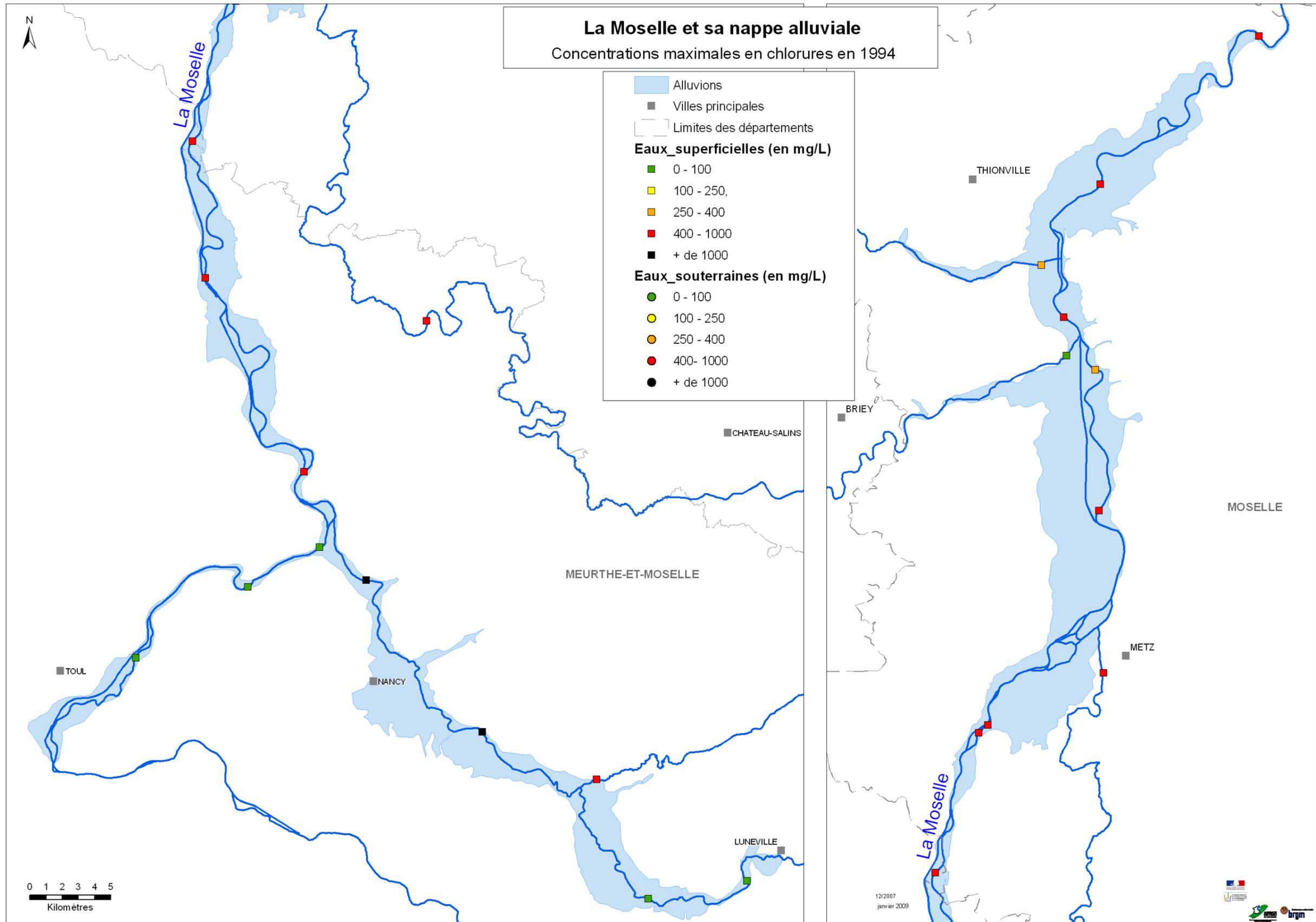
Cartes des concentrations maximales en chlorure par année – Période 1990-2011

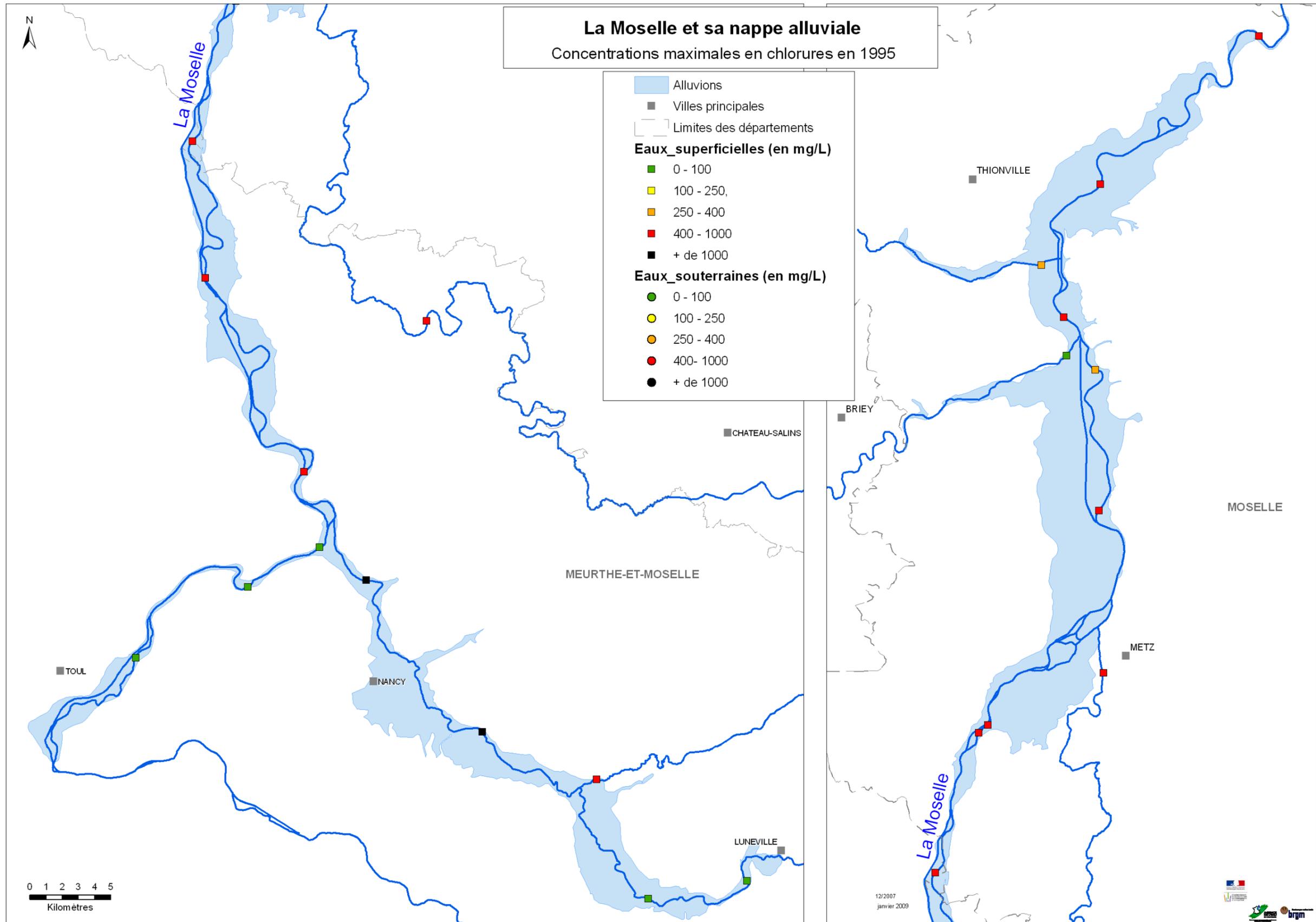


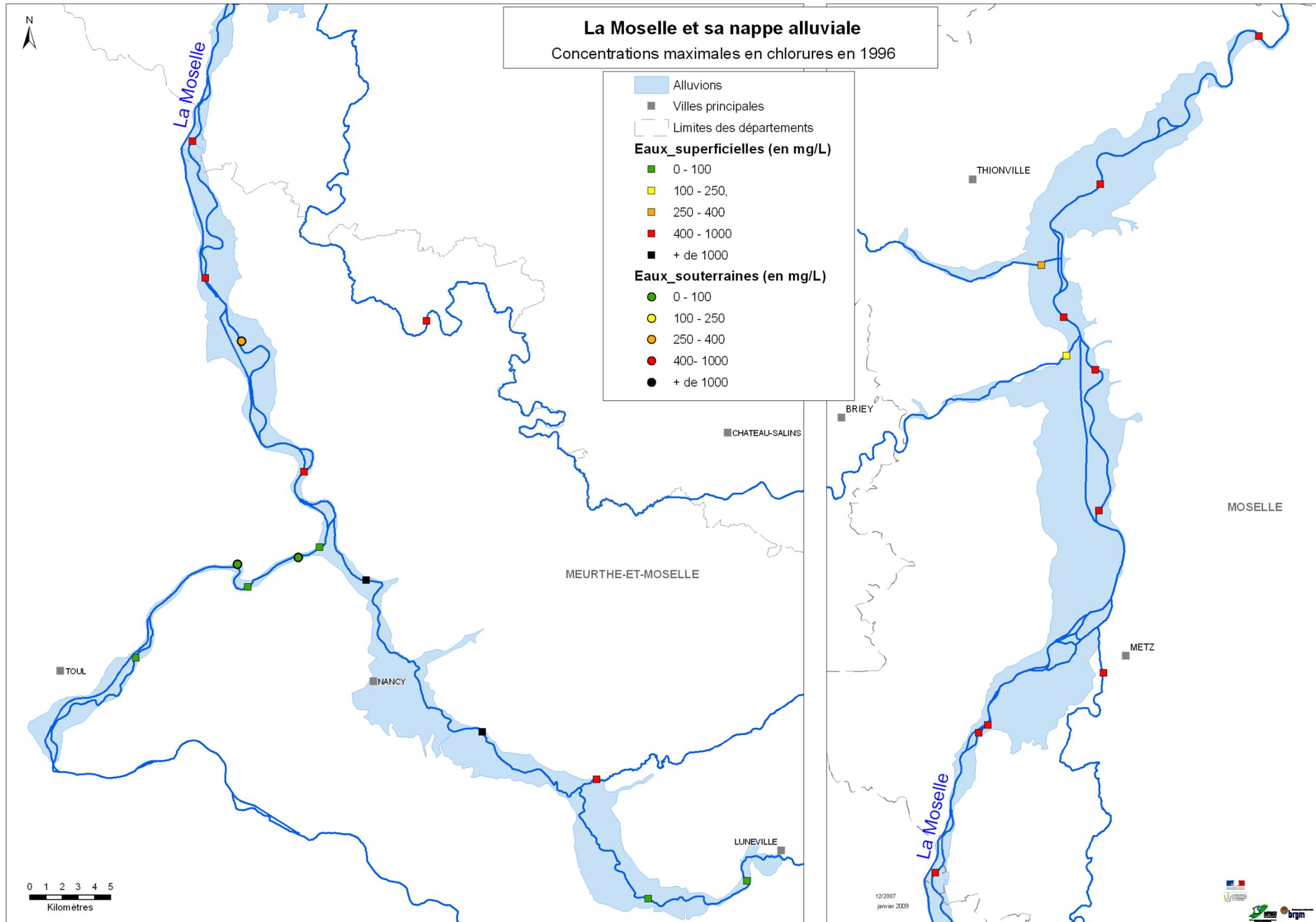


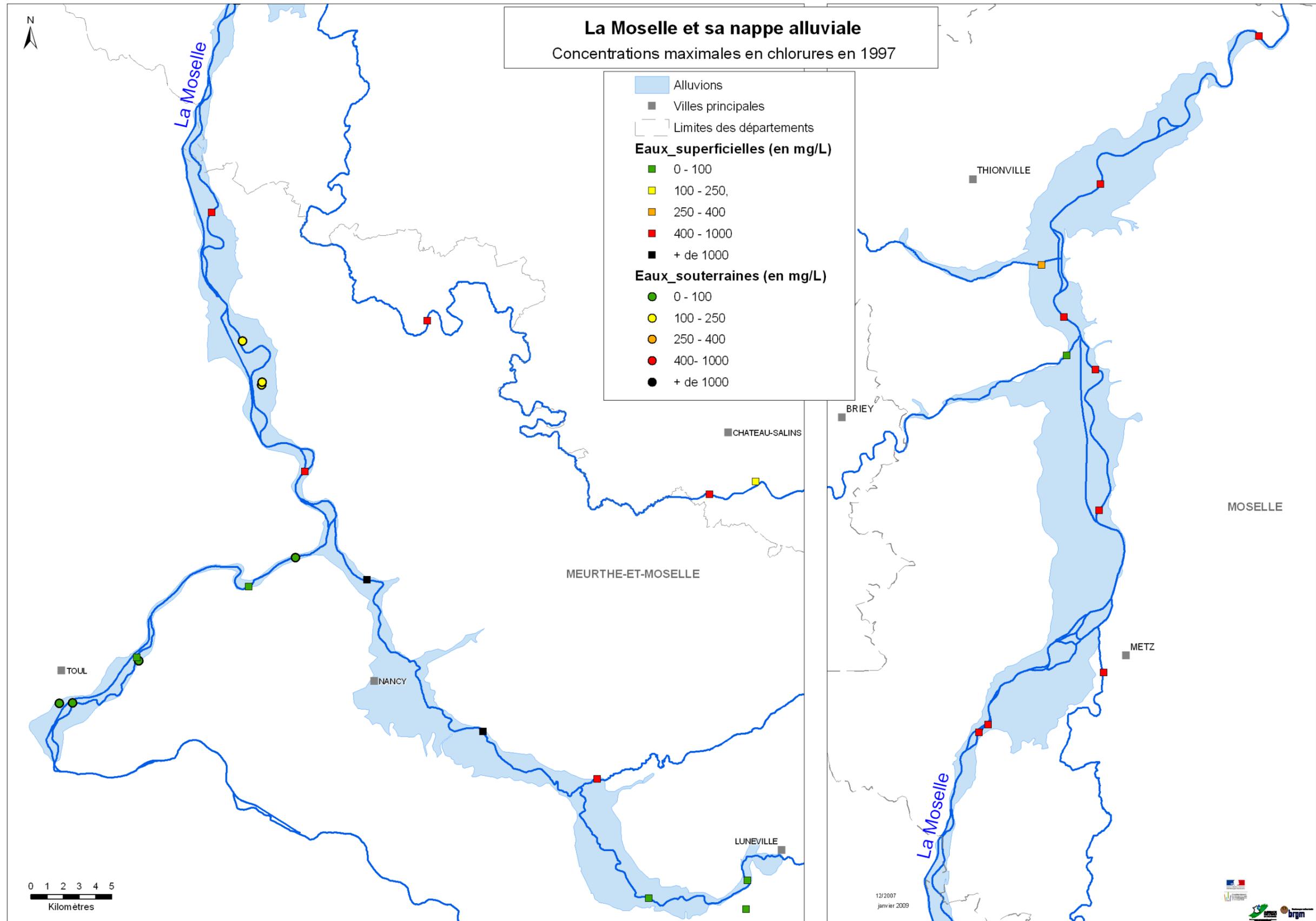


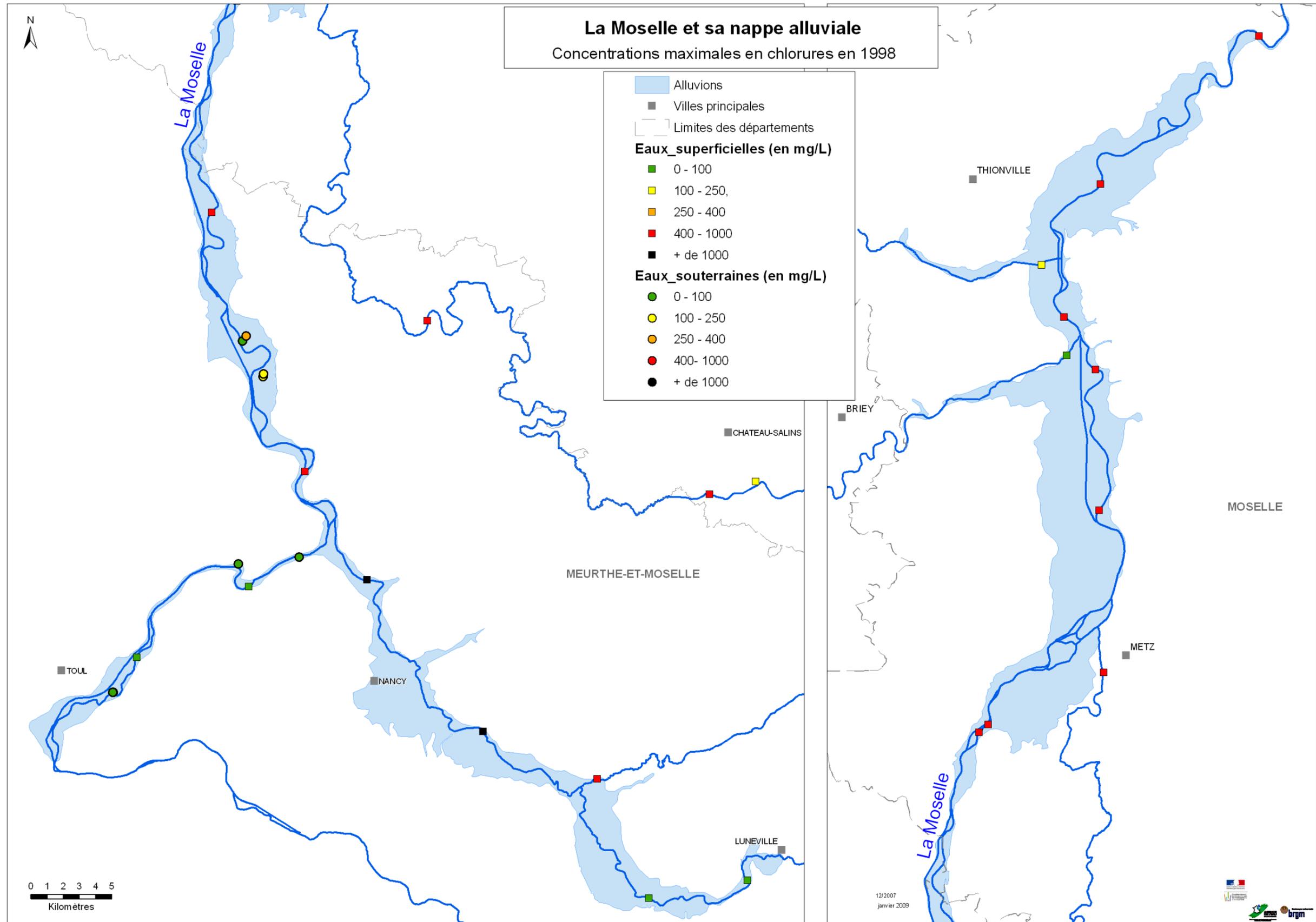


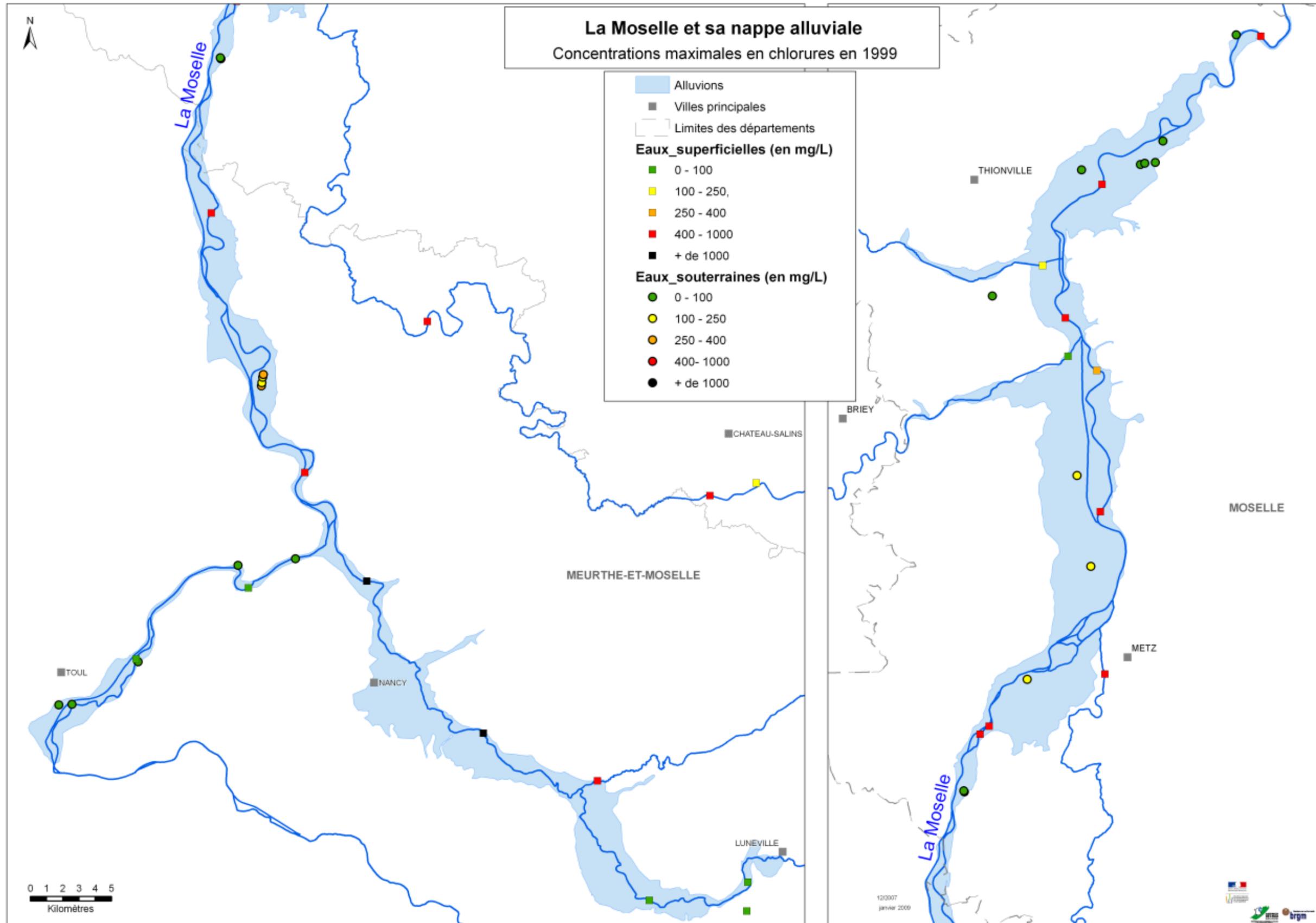


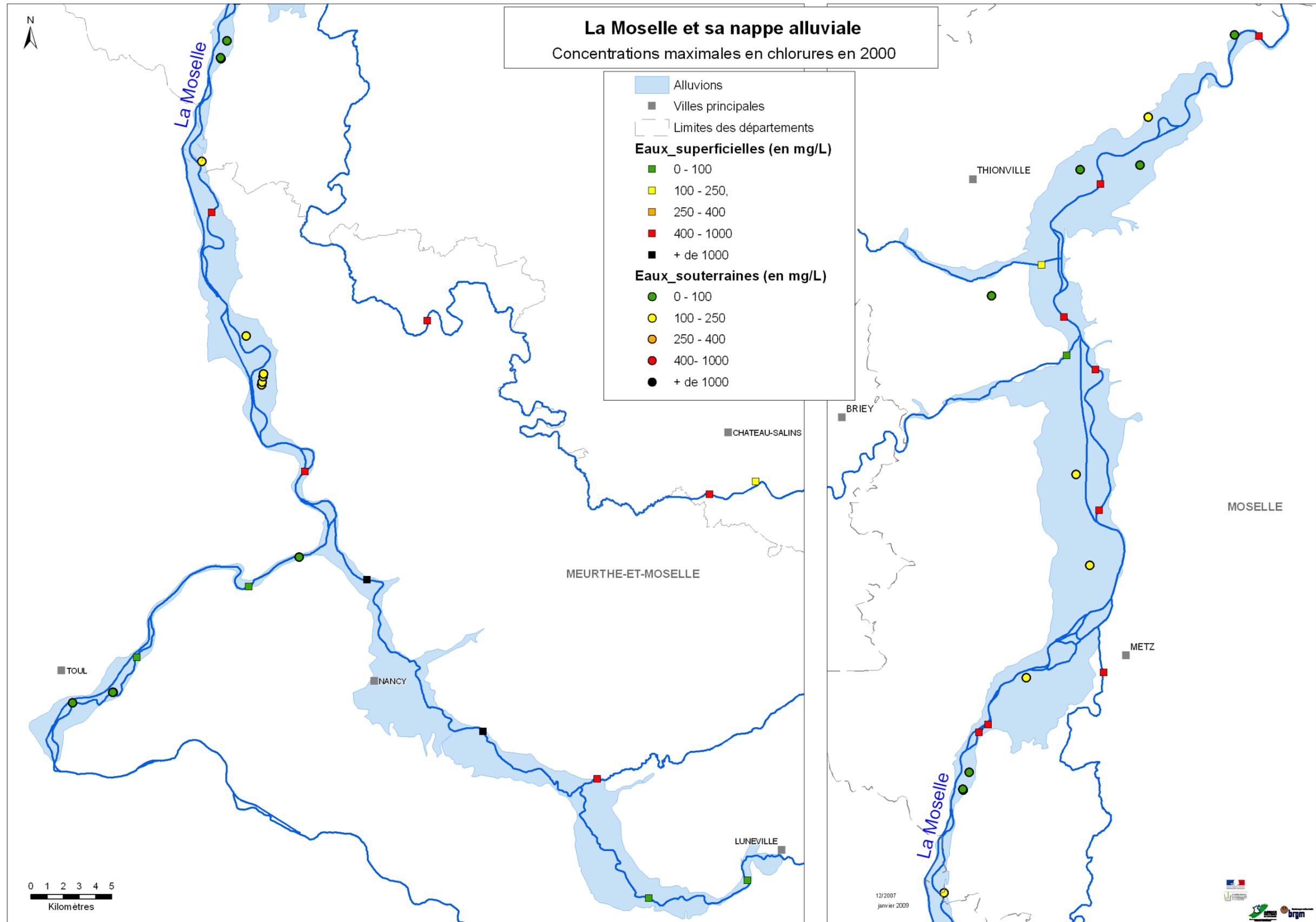


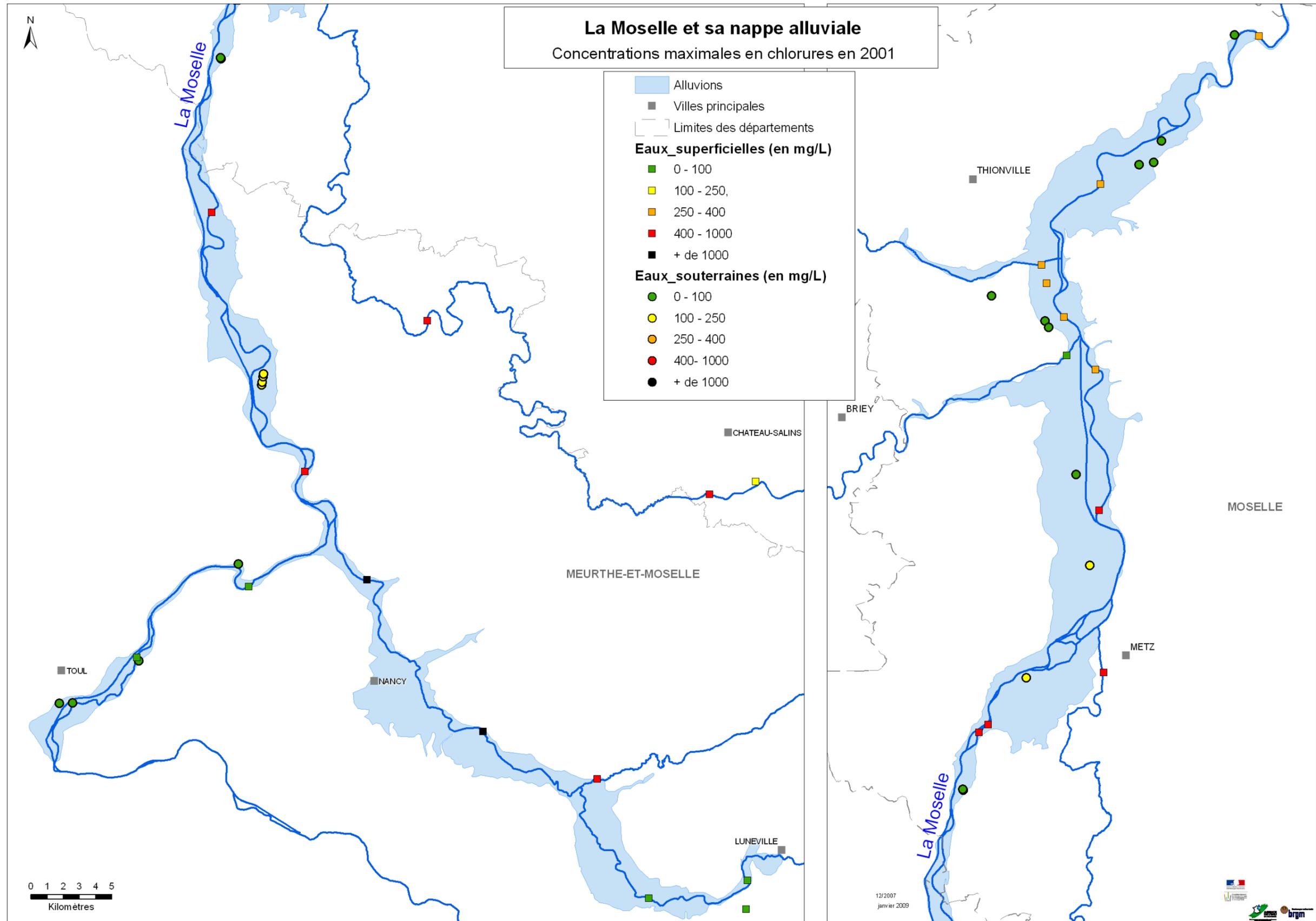


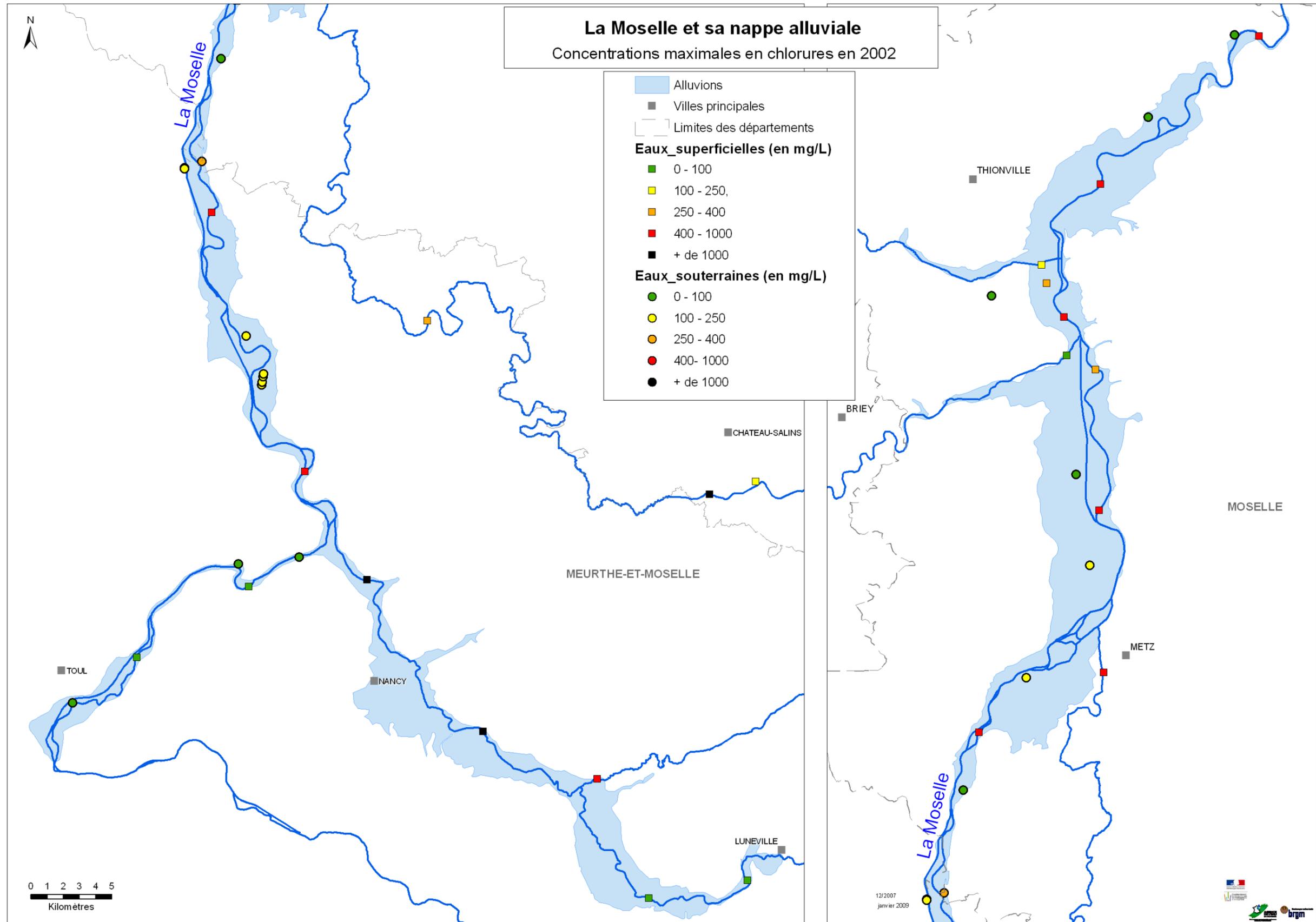


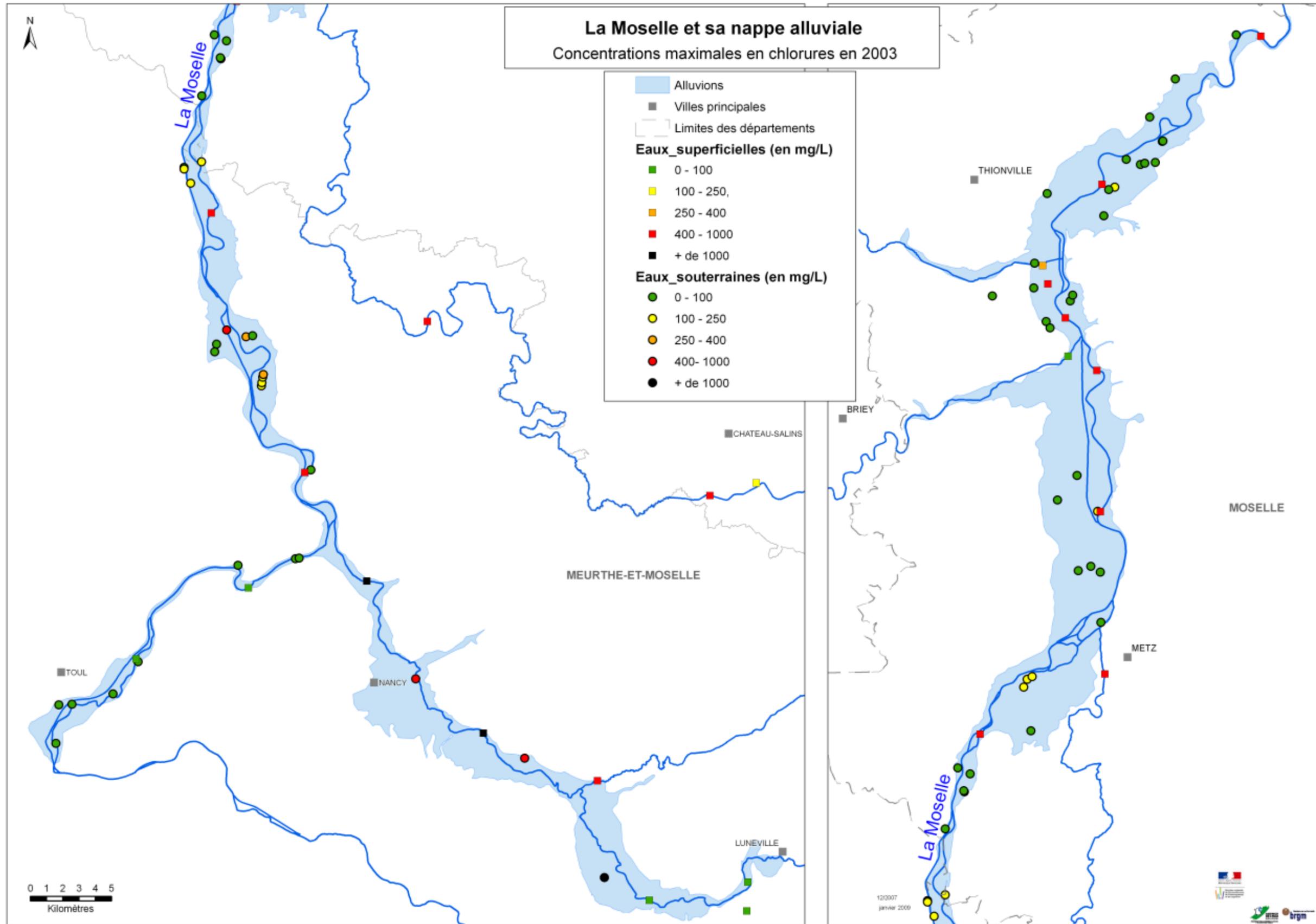


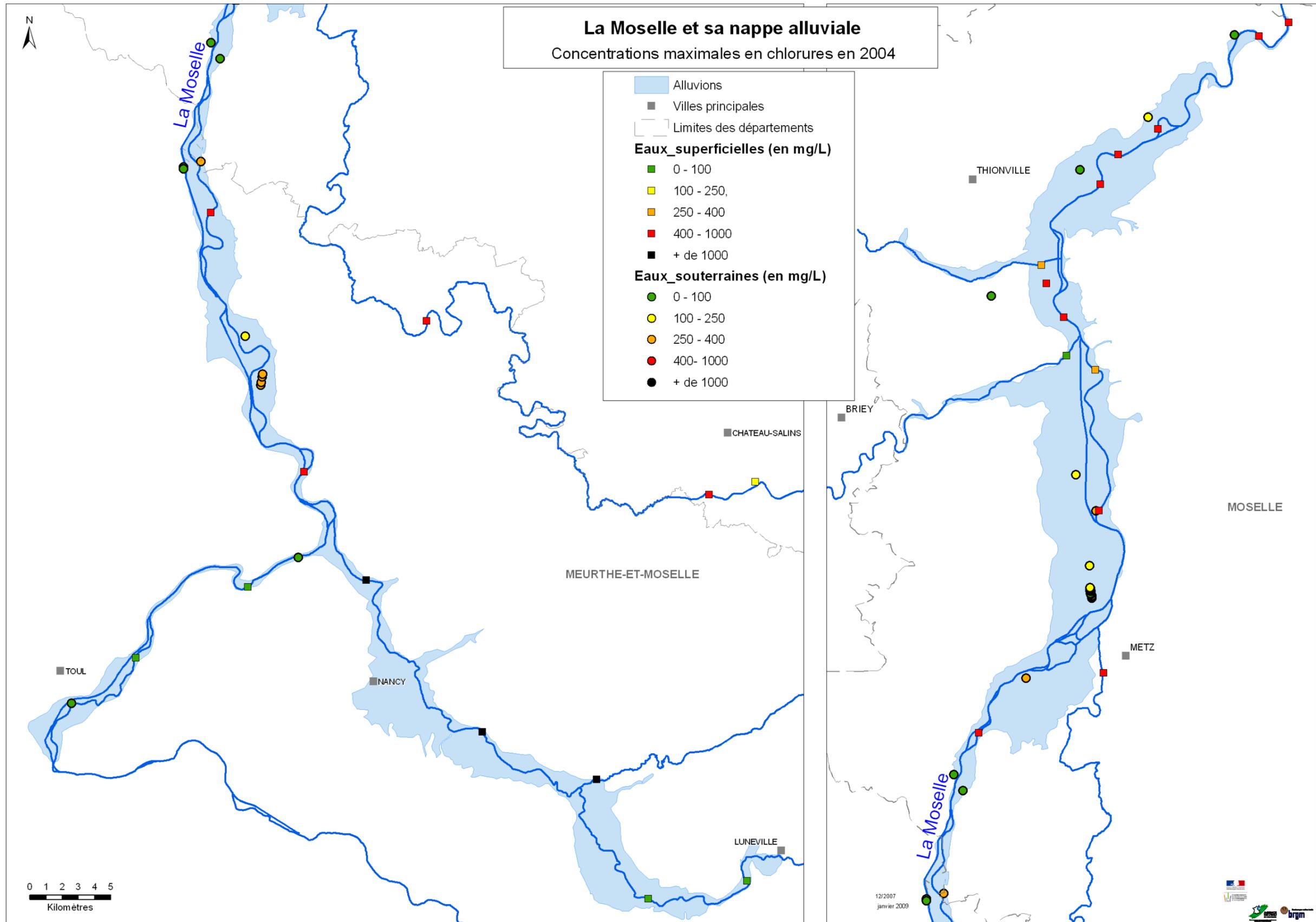


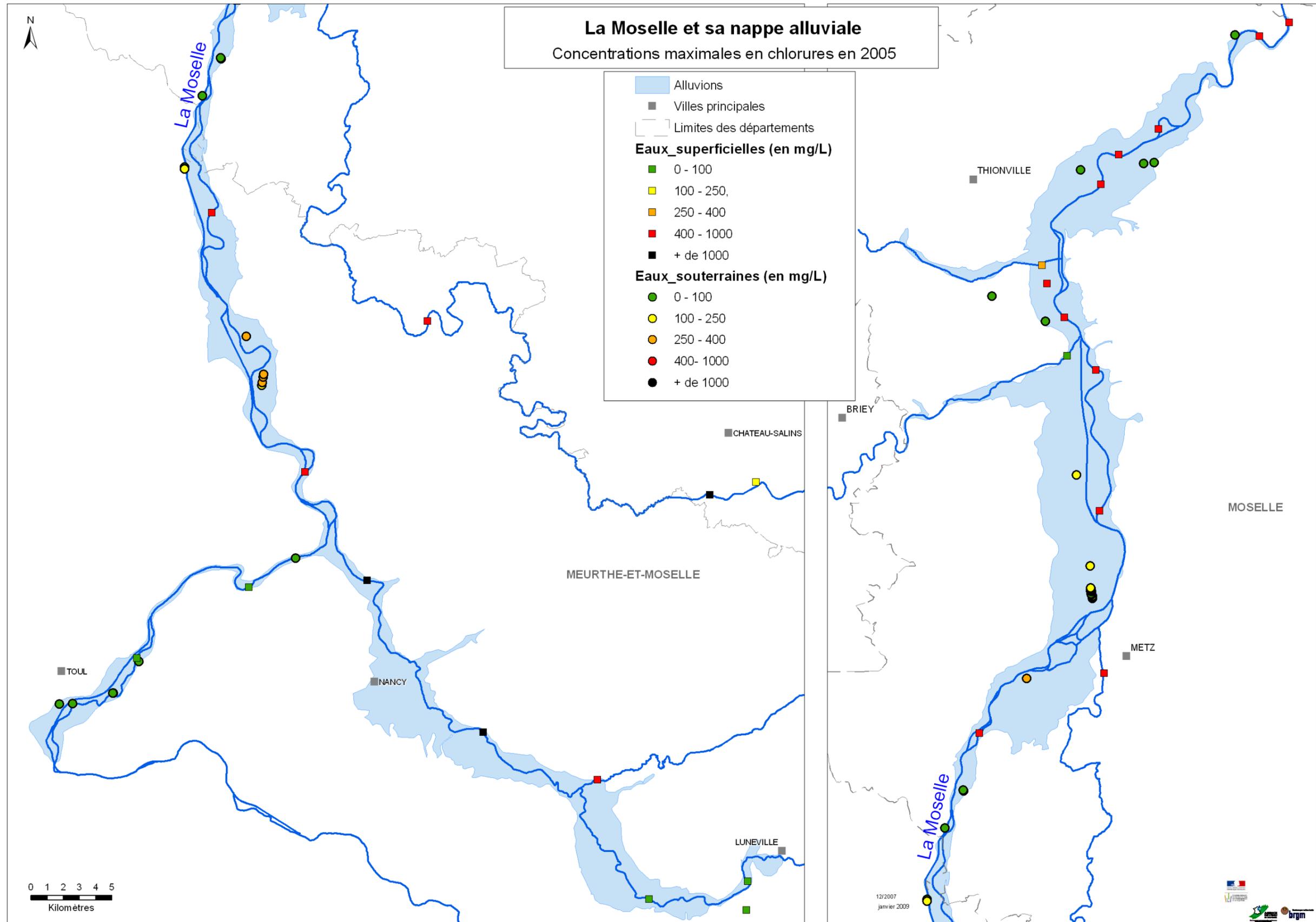


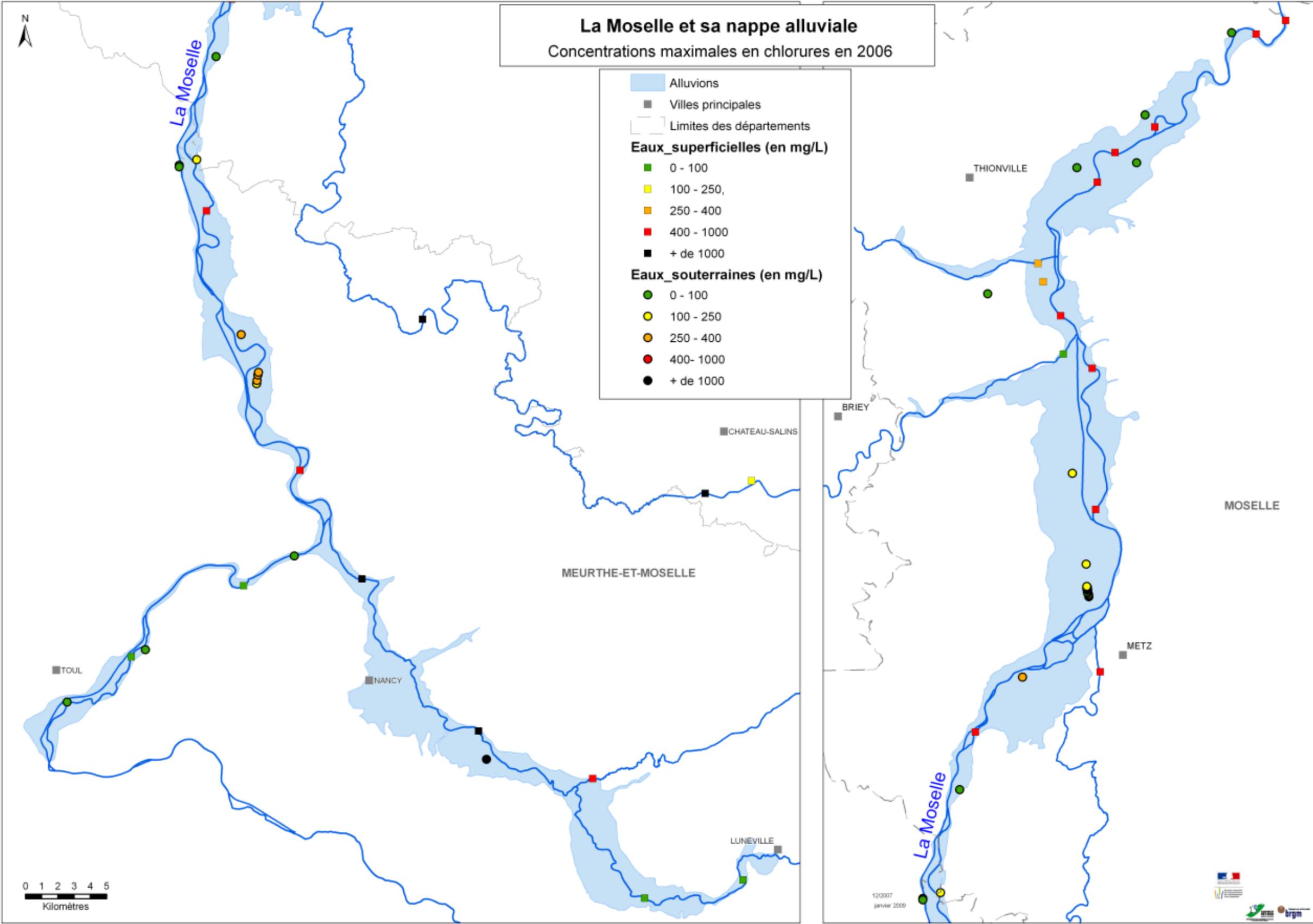


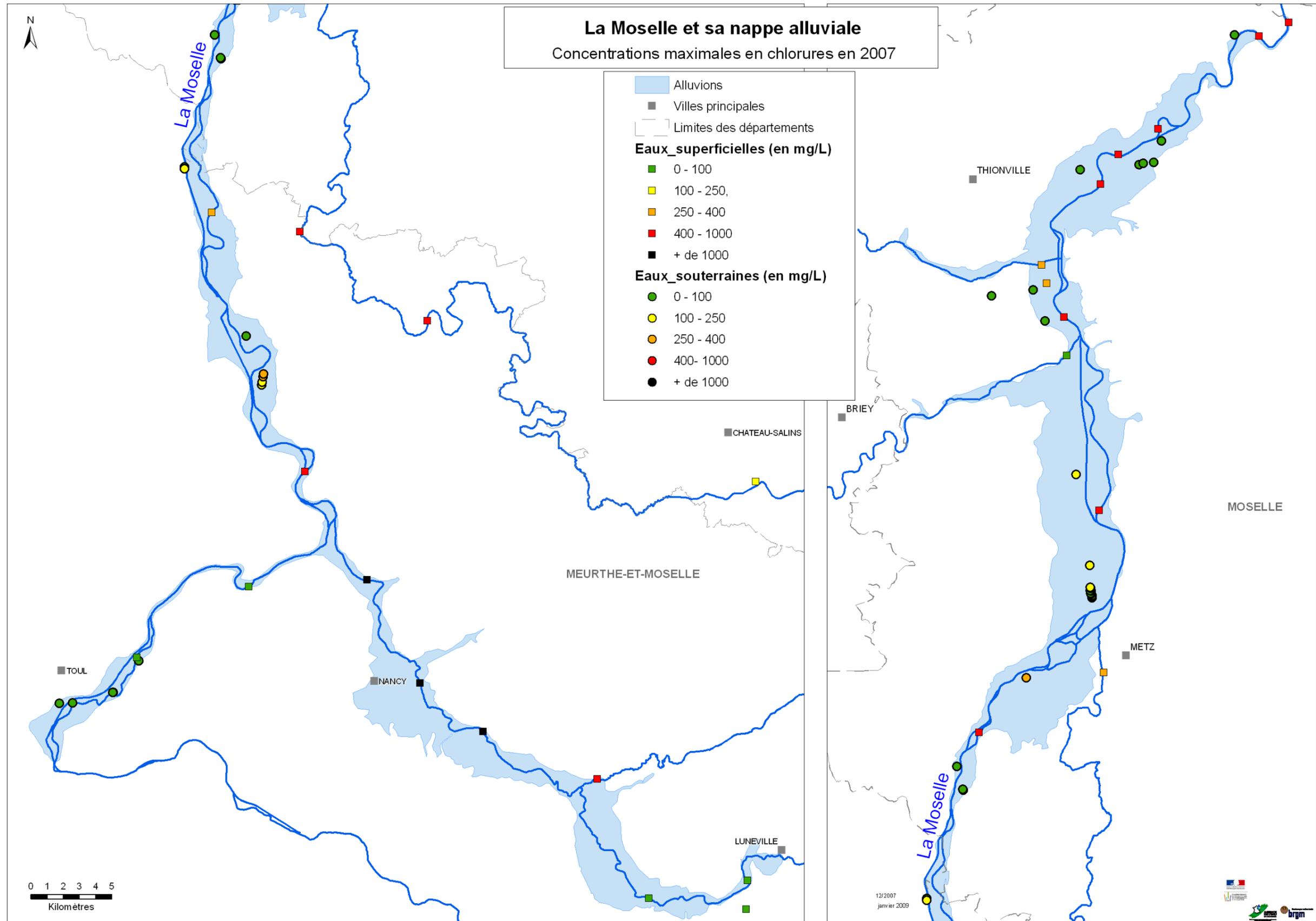


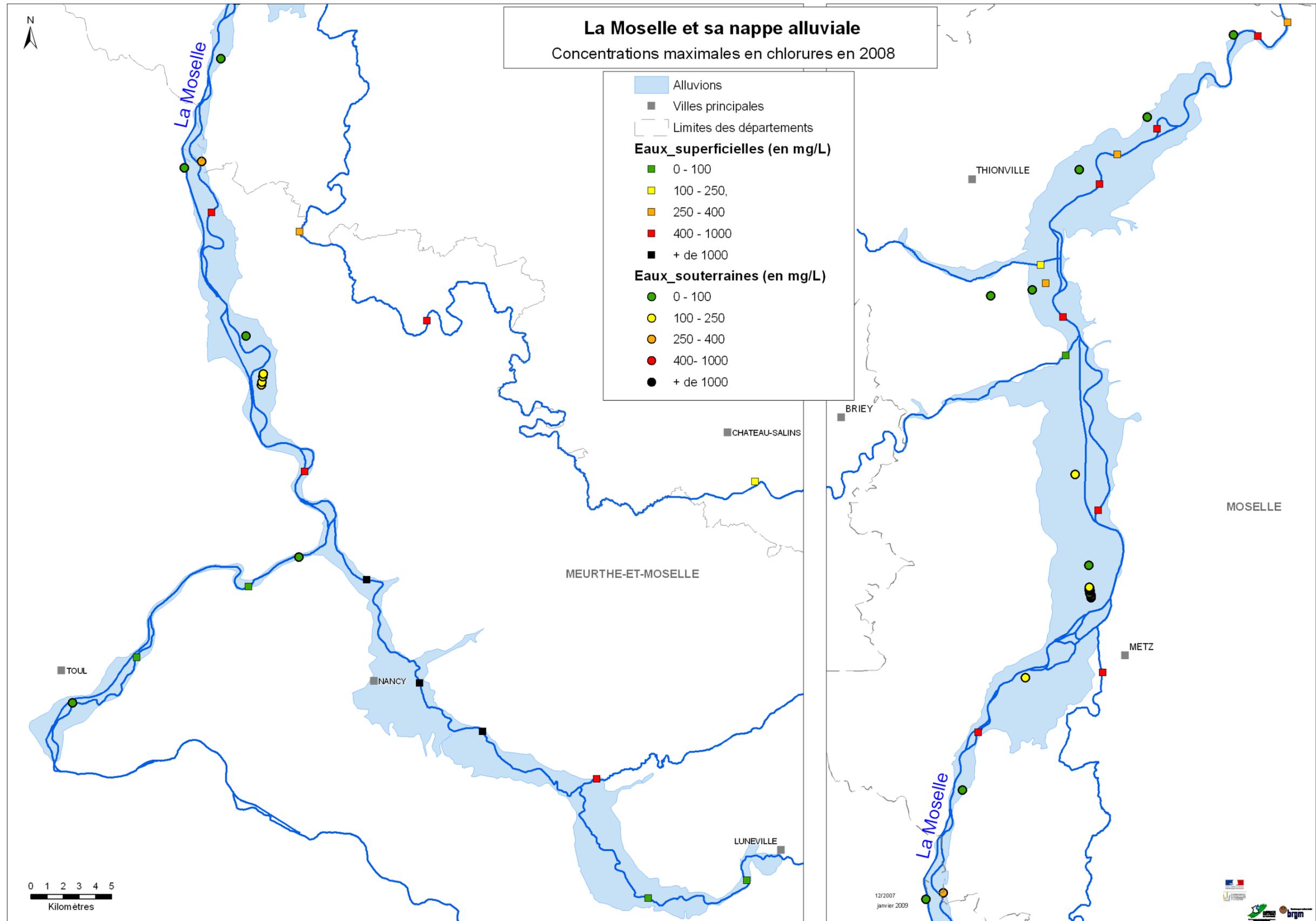


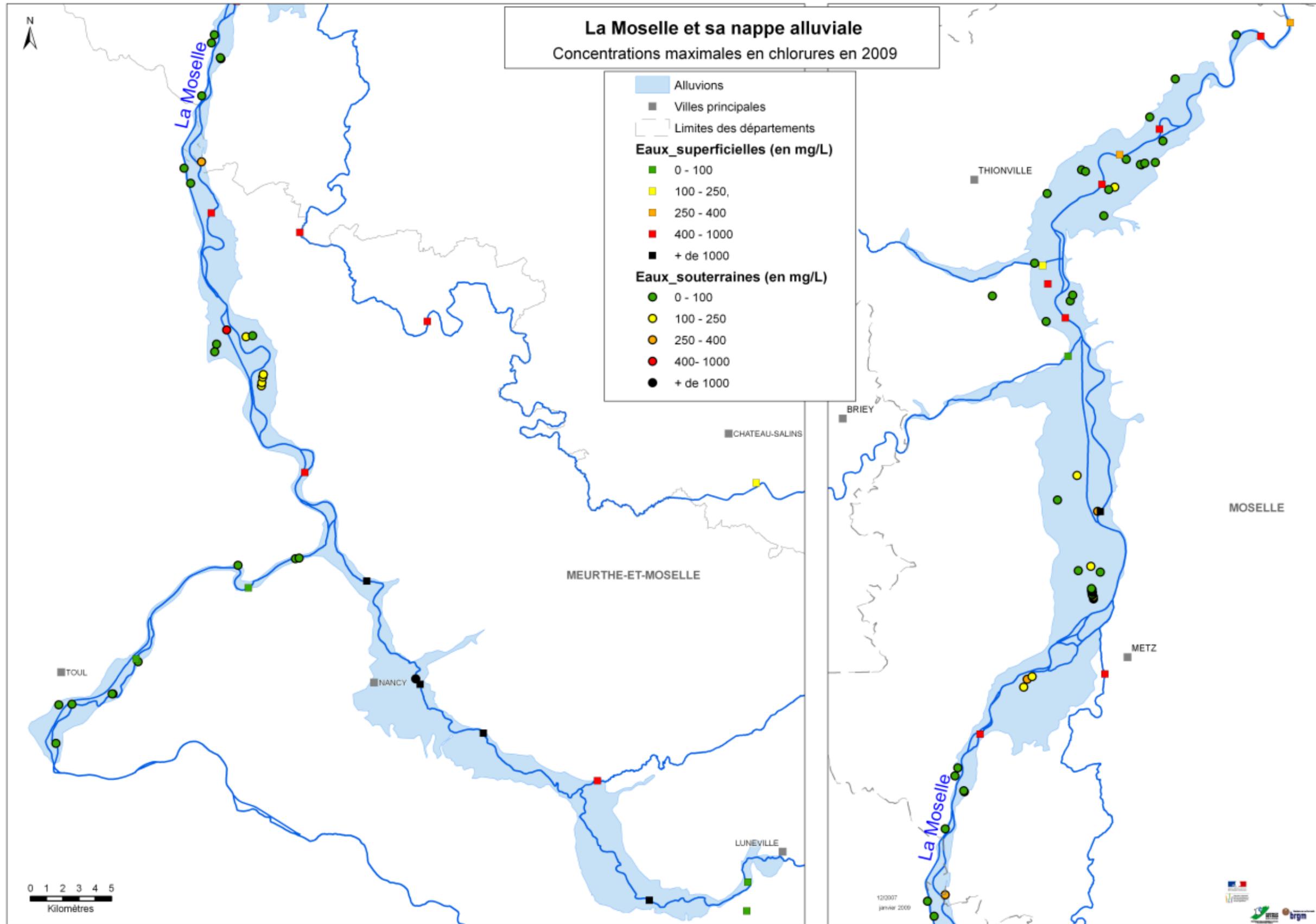


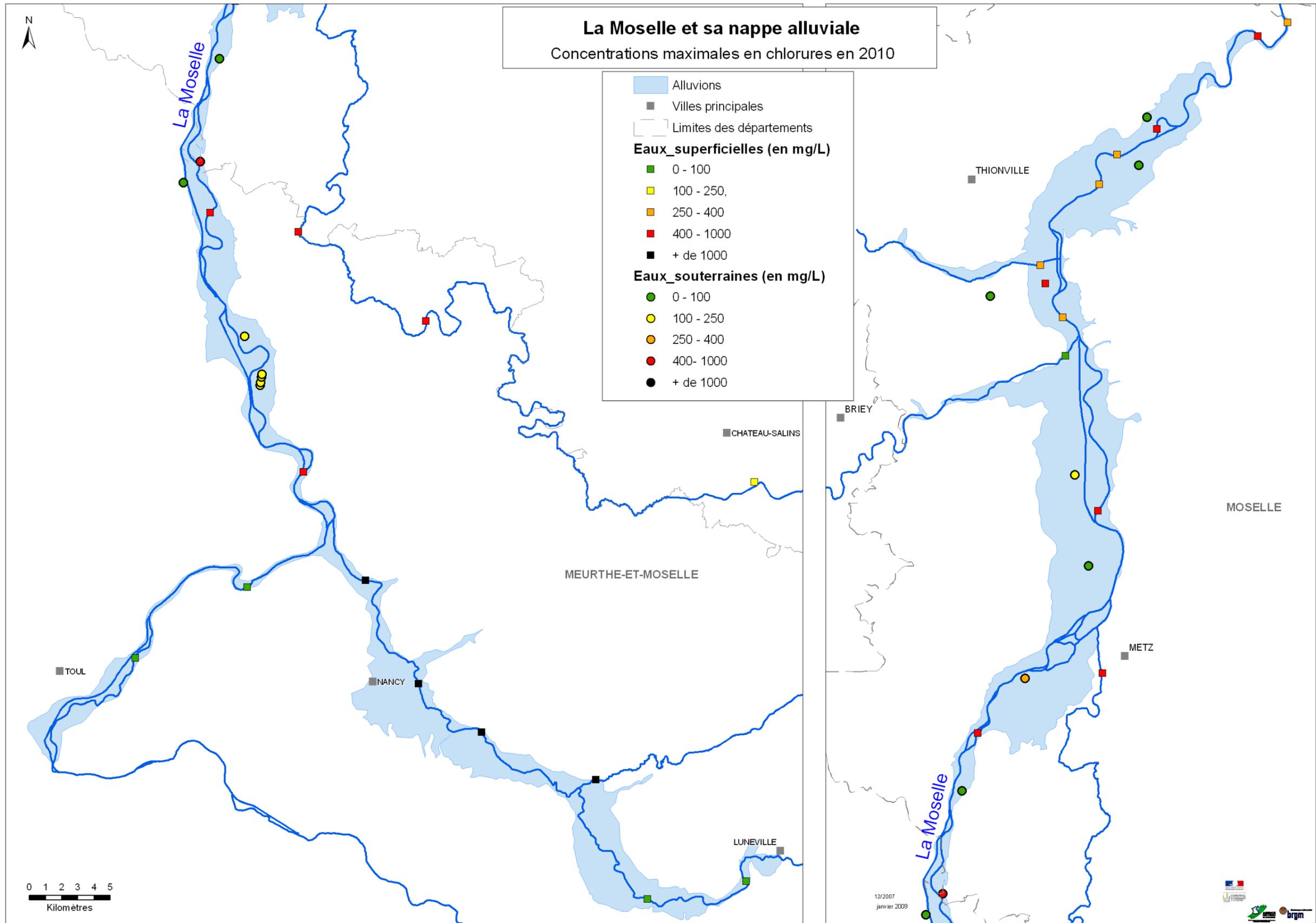


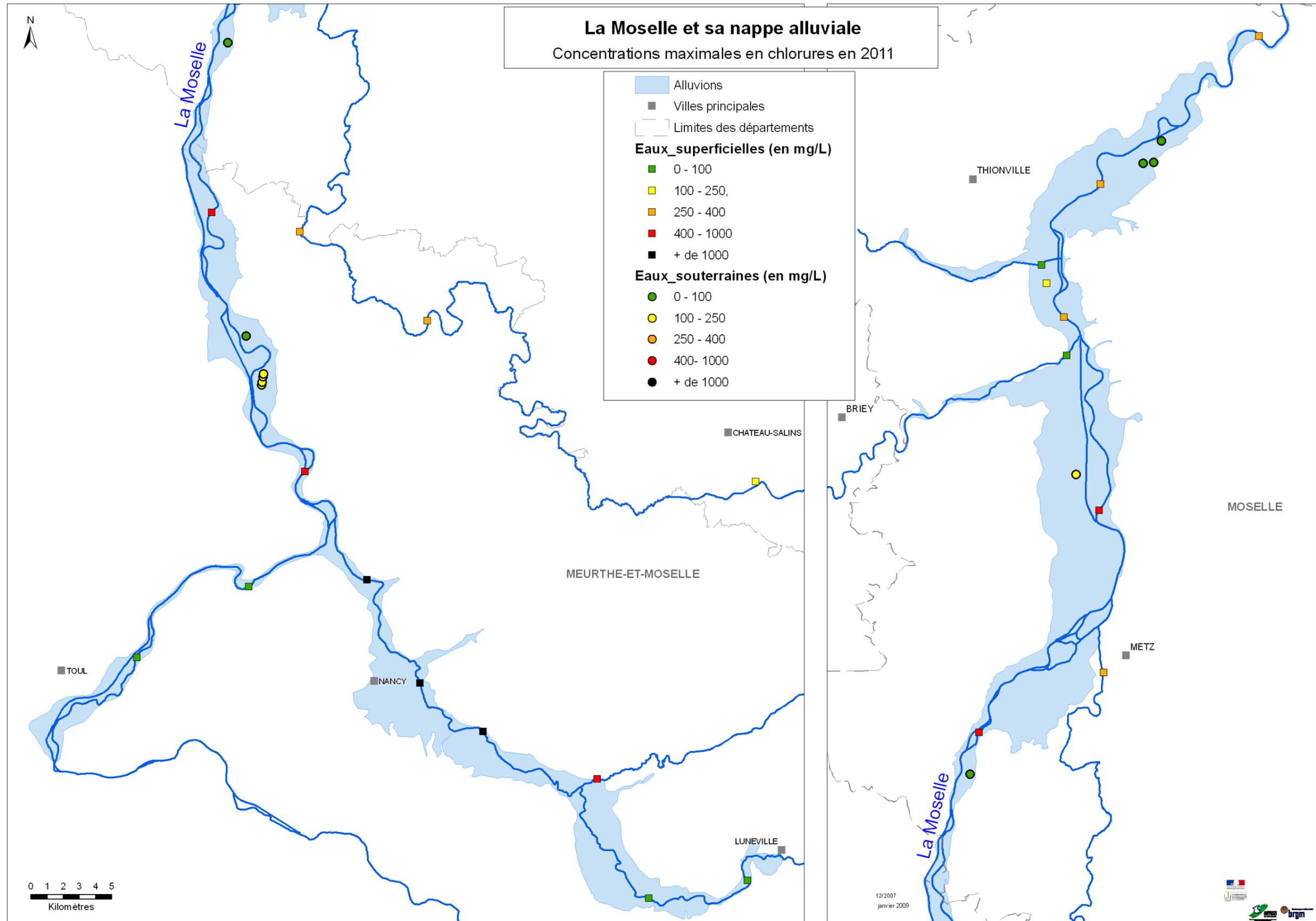














Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Lorraine

1, avenue du Parc de Brabois

54500 – Vandoeuvre-lès-Nancy – France

Tél. : 03 83 44 81 49