

SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine - Bassin du Nançon

Rapport d'avancement de l'année 1

BRGM/RP-55113-FR
décembre 2006

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2006 EAU A06

B. Mougin et E. Thomas



Vérificateur :

Nom : Anne CARN

Date : 14/12/2006

(Original signé)

Approbateur :

Nom : Michel LECLERCQ

Date : 14/12/2006

(Original signé)

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : SILURES, eaux souterraines, hydrogéologie, forages, géologie, formations superficielles, tarières, modélisation hydrogramme rivière, sondages géophysiques par Résonance Magnétique Protonique, Ille-et-Vilaine, Bretagne

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : MOUGIN B. et THOMAS E. (2006) - SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine - Bassin du Nançon - Rapport d'avancement de l'année 1 - BRGM/RP-55113-FR - 54 p., 17 ill., 2 ann.

Synthèse

Ce rapport constitue l'état d'avancement de la première année du projet SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine. Ce projet, d'une durée de 2 ans, est réalisé grâce à la collaboration de la Région Bretagne, de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, du Conseil Général d'Ille-et-Vilaine, du Syndicat Mixte départemental de Gestion des eaux en Ille-et-Vilaine, et du BRGM.

Le secteur d'étude a été défini en accord avec les partenaires : il s'agit du bassin versant du Nançon, situé en Ille-et-Vilaine au Nord de Fougères (sur une superficie de 57 km²).

Le présent rapport détaille le travail accompli sur le bassin en 2006 : cartographie des formations superficielles, réalisation de sondages mécaniques à la tarière, et utilisation des données du projet SILURES Bretagne (cartographie de l'intérêt hydrogéologique des aquifères de socle, et examen de la contribution des eaux souterraines au débit de la rivière).

La valorisation des données de forages (intérêt des aquifères de socle) montre que le bassin du Nançon, géologiquement homogène (deux granodiorites à compositions minéralogiques légèrement différentes), présente néanmoins des formations plus perméables au Nord qu'au Sud. La circulation des eaux souterraines doit donc être plus rapide à l'amont du cours d'eau. En dehors de ce secteur amont, le renouvellement des réserves doit être plus lent (temps de réponse plus longs).

Les résultats de la modélisation réalisée dans le cadre du projet SILURES Bretagne indique que la contribution globale annuelle des eaux souterraines au débit du Nançon s'élève à hauteur d'un peu plus de 58 % (logiciel Gardénia[®], période 1995-2003).

La cartographie des formations superficielles ainsi que les résultats des 13 sondages mécaniques à la tarière réalisés montrent que les altérites sont très largement représentées sur le bassin versant du Nançon. Elles couvrent une surface importante, supérieure à 50 % de la superficie totale cartographiée. Au droit des tarières, l'épaisseur des altérites varie de 2,2 à plus de 15 m, avec en moyenne 9,2 m).

Au cours de la deuxième année du projet (2007), les sondages géophysiques par Résonance Magnétique Protonique (réalisés en décembre 2006) seront interprétés en 2007 pour caractériser la porosité et les teneurs en eau des formations géologiques. L'interprétation de ces sondages sera combinée à la modélisation de l'épaisseur des réservoirs aquifères qui, via une piézométrie théorique calculée, permettra de cartographier les volumes d'eau stockés.

Un rapport de synthèse présentera, pour le bassin, l'ensemble des cartes réalisées, et détaillera les résultats et conclusions obtenus.

Sommaire

1. Contexte et objectif du projet SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine.....	8
1.1. CONTEXTE	8
1.2. OBJECTIF	9
1.3. ORGANIGRAMME TECHNIQUE DU PROJET	9
2. Localisation et contexte géologique du bassin versant retenu	12
2.1. CHOIX DU BASSIN VERSANT	12
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIE.....	15
2.3. VALORISATION DE LA BASE DE DONNEES DES FORAGES.....	16
2.3.1. Utilisation des données du projet SILURES Bretagne	16
2.3.2. Valorisation des informations géologiques et hydrogéologiques des forages.....	17
2.3.3. Hiérarchisation des aquifères de socle à partir des forages.....	17
3. Contribution des eaux souterraines au débit du Nançon.....	21
3.1. METHODE	21
3.2. SITUATION DU BASSIN ETUDIE PAR RAPPORT AU BASSIN MODELISE...	21
3.3. RESULTATS.....	22
4. Cartographie des formations superficielles.....	23
4.1. FORMATIONS GEOLOGIQUES	23
4.2. ALTERATIONS.....	28
4.2.1. Définitions succinctes	28
4.2.2. Les altérites du bassin versant du Nançon.....	31
4.3. MORPHOLOGIE ET PALEOSURFACES.....	31
5. Réalisation de sondages à la tarière mécanique.....	35
5.1. DECLARATIONS DE TRAVAUX.....	35

5.2. DISPOSITIF UTILISE	36
5.3. IMPLANTATION DES SONDAGES	38
5.4. RESULTATS OBTENUS.....	38
5.4.1. Suivi géologique.....	38
5.4.2. Relevés piézométriques.....	39
6. Planification du travail de l'année 2 (2007).....	41
6.1. SONDAGES GEOPHYSIQUES	41
6.2. CARTES DES RESERVOIRS AQUIFERES	41
6.3. CARTE PIEZOMETRIQUE	42
6.4. SYNTHESE DES DONNEES.....	42
7. Conclusion.....	43
8. Bibliographie	45

Liste des illustrations

Illustration 1 - Organigramme technique du projet SILURES Bassin versant	11
Illustration 2 - Localisation du bassin versant retenu en Ille-et-Vilaine	13
Illustration 3 - Délimitation du bassin versant du Nançon.....	14
Illustration 4 - Schéma géologique du bassin du Nançon.....	15
Illustration 5 - Nature des points d'eau souterraine de la zone d'étude du bassin du Nançon	16
Illustration 6 - Résultats de l'approche statistique sur les formations géologiques du bassin du Nançon	18
Illustration 7 - Intérêt hydrogéologique des aquifères de socle du bassin du Nançon	19
Illustration 8 - Localisation du bassin du Nançon par rapport au bassin modélisé.....	21
Illustration 9 - Résultats de la modélisation Gardénia®	22
Illustration 10 - Carte géologique du secteur du bassin versant du Nançon	24
Illustration 11 - Coupe théorique de l'accumulation de Landéan à partir des données de forages	27
Illustration 12 - Profil type d'altération d'un granitoïde.....	29
Illustration 13 - Carte des altérites du secteur du bassin versant du Nançon	32
Illustration 14 - Captages et prises d'eau potable, périmètres de protection associés sur le bassin du Nançon.....	35
Illustration 15 - Aperçu de la sondeuse utilisée sur le bassin du Nançon	37
Illustration 16 - Tige hélicoïdale en diamètre 150 mm et remontée des déblais	37
Illustration 17 - Profondeur des tarières réalisées sur le bassin versant du Nançon.....	38

Liste des annexes

Annexe 1 Localisation des forages présents autour du bassin versant du Nançon - Sondages du bassin de Landéan	47
Annexe 2 Coupes géologiques des sondages mécaniques Nançon (N1 à N12).....	50

1. Contexte et objectif du projet SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine

1.1. CONTEXTE

La gestion des ressources en eau implique la prise en compte des eaux souterraines. Celles-ci interviennent de façon non négligeable, voire prépondérante, dans l'alimentation des rivières, le transfert des éléments dissous et la satisfaction des besoins.

En milieu de socle comme l'est la Bretagne, la prise en compte de la variabilité spatiale des caractéristiques du sous-sol et des paramètres qui régissent l'emmagasinement et l'écoulement des eaux souterraines reste difficile.

Des données existent (forages recensés, régimes des cours d'eau...), des méthodologies ont été mises au point et testées (typologie des bassins versants, modélisation des écoulements...), et des outils d'acquisition des paramètres de terrain tels que la porosité sont disponibles (géophysique par Résonance Magnétique Protonique - RMP). De plus, une campagne de prospection géophysique aéroportée a été réalisée au cours de l'été 1998 pour le compte du Ministère de l'Industrie. L'ensemble constitue une importante source d'informations sur la constitution et la nature du sous-sol.

Compte-tenu de ces différents constats, le projet SILURES (Système d'Information pour la Localisation et l'Utilisation des Ressources en Eaux Souterraines) a été mis en place par le BRGM-Bretagne en collaboration avec l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, le Conseil Régional Bretagne, les Conseils Généraux des Côtes d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine et du Morbihan, la Direction Régionale de l'Environnement Bretagne, le Syndicat Mixte départemental de Gestion des eaux en Ille-et-Vilaine, et le BRGM.

Ce projet SILURES se décompose en trois projets menés en parallèle :

- SILURES Bretagne qui propose - à partir des données existantes (aéromagnétisme, forages recensés, régime des rivières...) mises en forme, réinterprétées et complétées - la création d'une base de données sur les eaux souterraines couvrant l'ensemble du territoire régional ;
- SILURES Bassins versants qui est une application du projet SILURES Bretagne à certains bassins versants, avec une acquisition de données nouvelles afin de réaliser des cartes de paramètres spécifiques tels que l'extension des différents réservoirs aquifères, la porosité des réservoirs par géophysique, les débits instantanés obtenus en foration ou les volumes d'eau stockés ;
- SILURES Suivi qui conçoit un réseau de surveillance pour palier au manque de données fiables concernant l'amplitude des fluctuations saisonnières des différentes entités aquifères du territoire breton, et ainsi anticiper certaines mesures et avoir une meilleure appréciation de la réserve.

Le projet SILURES Bassins versants, d'une durée de 2 ans, s'est achevé en début d'année 2005 (rapports BRGM, Mougin et al. 2002 et 2005). Le travail a été mené sur quatre bassins versants d'une superficie d'environ 50 km² : Maudouve et Noë Sèche (Côtes d'Armor), Dourduff (Finistère), Oust et Yvel (Morbihan).

En 2006, une étude spécifique appelée « SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine » a été décidée sur un bassin versant du département d'Ille-et-Vilaine. Ce projet, d'une durée de 2 ans, est réalisé grâce à la collaboration de la Région Bretagne, de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, du Conseil Général d'Ille-et-Vilaine, du Syndicat Mixte départemental de Gestion des eaux en Ille-et-Vilaine, et du BRGM.

Le présent rapport détaille l'avancement de la 1^{ère} année du projet SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine.

1.2. OBJECTIF

Le projet SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine a pour objectif de produire des documents utilisables à l'échelle des communes ou des groupements de communes pour permettre la prise en compte raisonnée des paramètres physiques du sous-sol dans les stratégies d'exploitation et de reconquête de la qualité des eaux. Pour ce faire, le projet s'intéresse à un bassin versant d'une superficie d'environ 50 km².

Le projet utilise les données obtenues dans le cadre de SILURES Bretagne, tout en les complétant par l'acquisition de paramètres spécifiques nécessaires à la définition et à la modélisation des réservoirs aquifères :

- une cartographie détaillée des formations superficielles,
- la réalisation de sondages mécaniques et géophysiques (RMP),
- une cartographie de la surface piézométrique théorique.

Ces différentes étapes permettent ensuite de créer les livrables finaux du projet :

- une cartographie de la géométrie des réservoirs,
- une cartographie des volumes d'eau stockés au niveau de chacun des bassins versants,
- une estimation des temps de vidange des aquifères.

1.3. ORGANIGRAMME TECHNIQUE DU PROJET

La durée du projet a été fixée à deux ans avec la répartition suivante :

- la première année est entièrement dédiée au travail de terrain : cartographie des formations superficielles, réalisation de sondages mécaniques à la tarière puis des sondages géophysiques RMP sur le bassin versant,
- la deuxième année est consacrée à l'interprétation des sondages géophysiques puis à la création et à l'édition des documents de synthèse.

Un organigramme technique du projet a été réalisé (cf. illustration 1) dans le but de mettre en évidence les différentes phases du projet nécessaires à l'aboutissement des livrables. Ceux-ci seront réalisés grâce à plusieurs cartes de paramètres (définies au centre de l'organigramme de l'illustration 1). La création de ces cartes passe par l'utilisation des données du projet SILURES Bretagne :

- valorisation de la base de données des forages,
- calcul de la contribution des eaux souterraines au débit de la rivière.

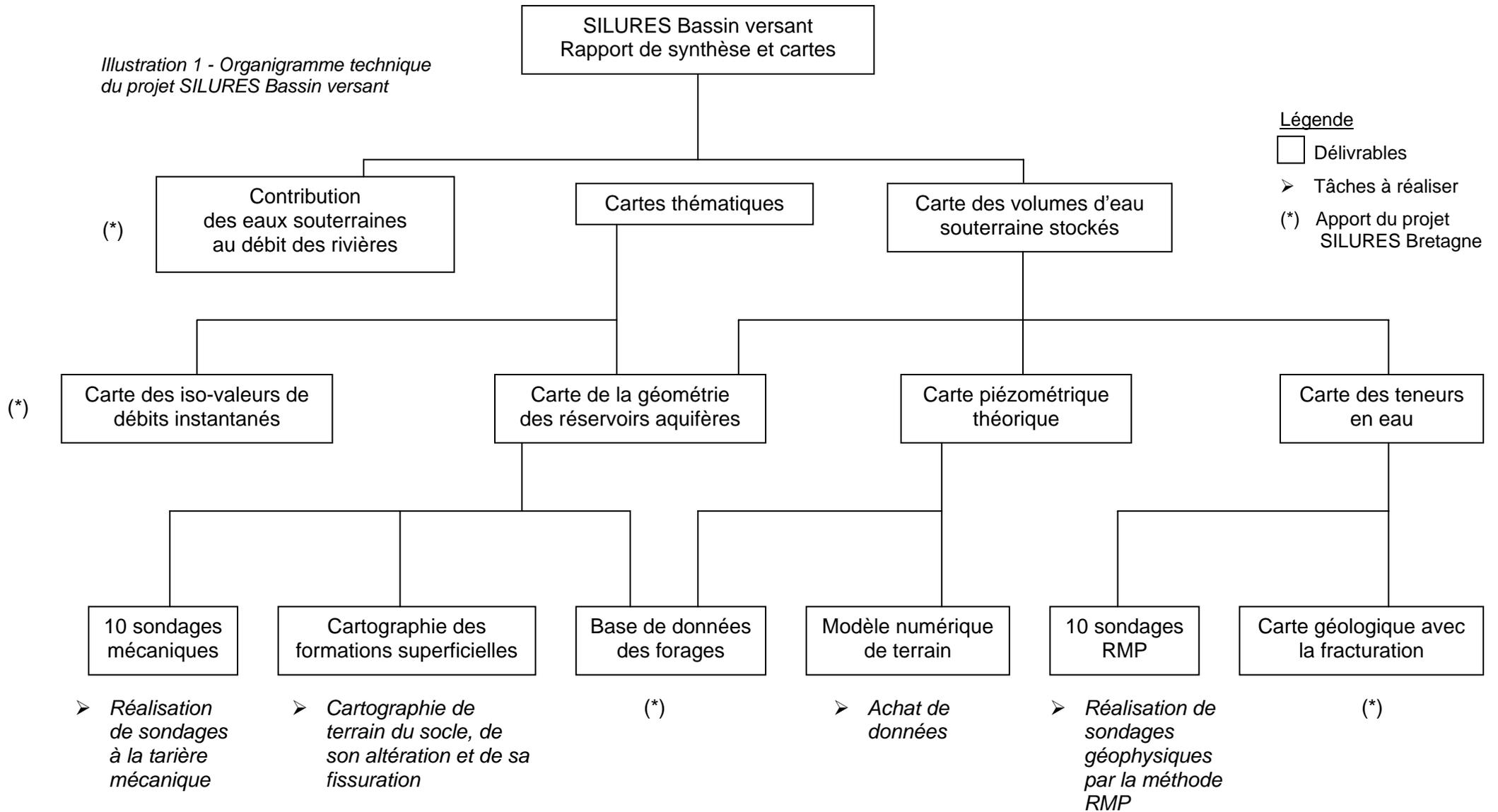
et également par trois phases de terrain à réaliser :

- la cartographie des formations superficielles,
- la réalisation de sondages mécaniques à la tarière,
- la réalisation de sondages géophysiques (RMP).

Les cinq phases définies ci-dessus seront développées aux chapitres 2, 3, 4, 5 et 6.

L'objet de ce rapport est de faire l'état d'avancement de la première année du projet.

Illustration 1 - Organigramme technique du projet SILURES Bassin versant



2. Localisation et contexte géologique du bassin versant retenu

2.1. CHOIX DU BASSIN VERSANT

En accord avec les partenaires du projet, un bassin versant d'une superficie d'environ 50 km², a été retenu suite à l'examen de plusieurs critères :

- contexte géologique et climatique,
- contraintes environnementales (enjeu d'alimentation en eau potable...),
- présence d'un (ou plusieurs) Syndicat(s) d'Eau,
- existence d'une station hydrologique contrôlant le bassin (débit de la rivière),
- existence d'un minimum de forages d'eau renseignés sur le secteur.

Le bassin versant choisi est le bassin versant du Nançon (cf. illustration 2), situé en Ille-et-Vilaine au Nord de Fougères, de sa source jusqu'à la station de Lécousse (Pont aux Anes) d'une superficie de 57 km² en enlevant le ruisseau du Gué Pérou et ses affluents¹.

Le bassin s'étend sur les communes suivantes (cf. illustration 3) : Louvigné-du-Désert, le Chatellier, Parigné, Landéan, la Bazouge-du-Désert, Saint-Germain-en-Coglès, Lécousse et Laignelet.

Le choix du Nançon est motivé par une problématique d'alimentation en eau potable et l'appartenance au bassin Bretagne Eau Pure du Haut-Couesnon.

¹ Le ruisseau a été supprimé pour obtenir une superficie en adéquation avec les objectifs du programme (environ 50 km²)

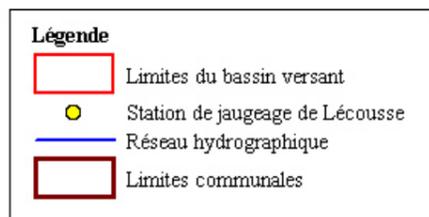
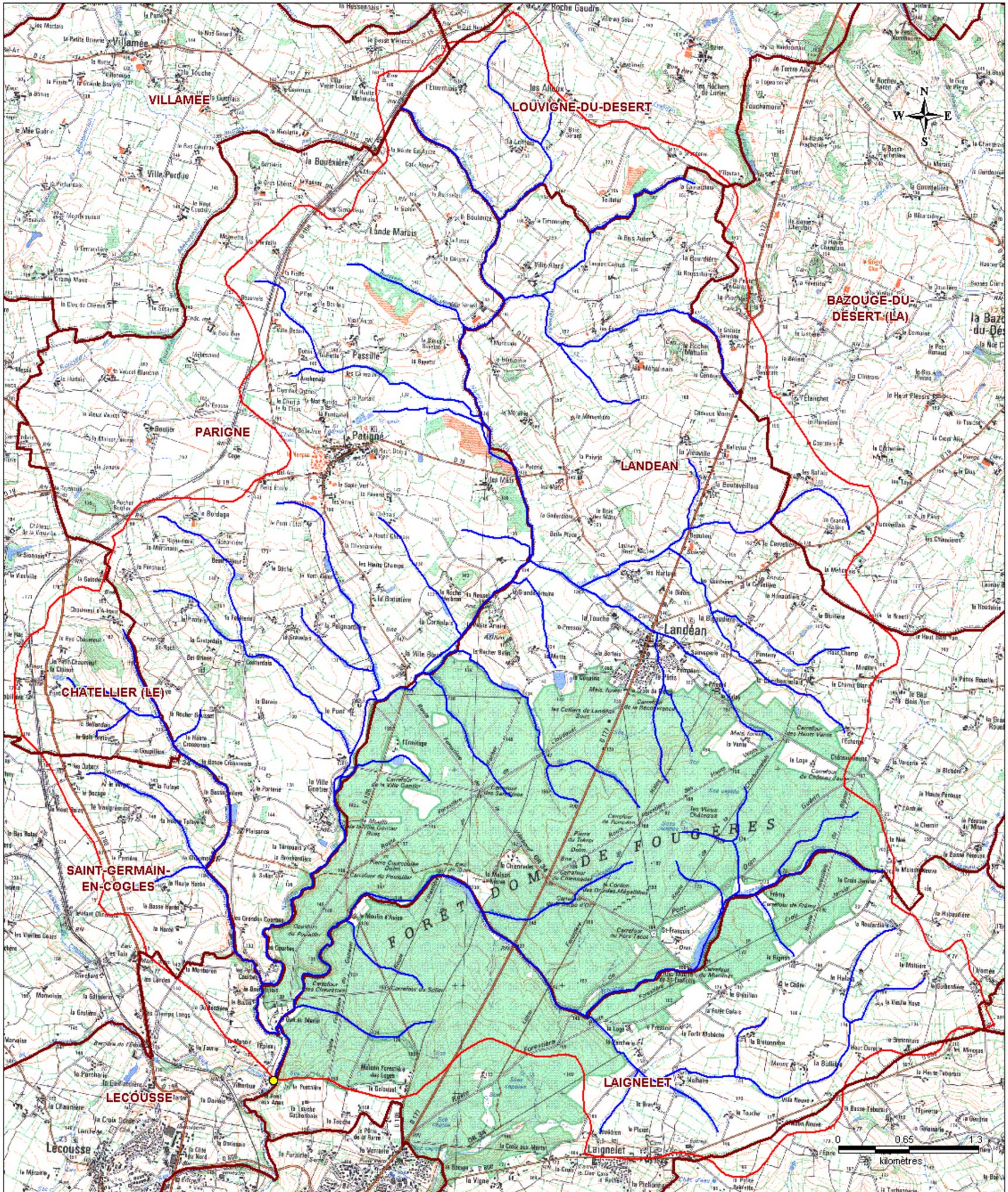


Illustration 3 - Délimitation du bassin versant du Nançon

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIE

Ce paragraphe décrit la répartition géologique simplifiée des formations présentes dans le bassin du Nançon (cf. illustration 4). Les descriptions et les caractéristiques des formations géologiques du bassin seront détaillées dans le chapitre 4.

Le bassin versant du Nançon est principalement constitué par des terrains granitiques (Granodiorite à biotite au Nord et Granodiorite à biotite et cordiérite au Sud, deux granodiorites à compositions minéralogiques légèrement différentes cf. chapitre 4.1.). Au Sud du bassin, mais très peu représentées, se trouvent les Cornéennes de Fougères qui sont des schistes Briovérien métamorphisés, et au Centre du bassin, on note la présence d'un petit bassin Tertiaire constitué par les Argiles de Landéan.

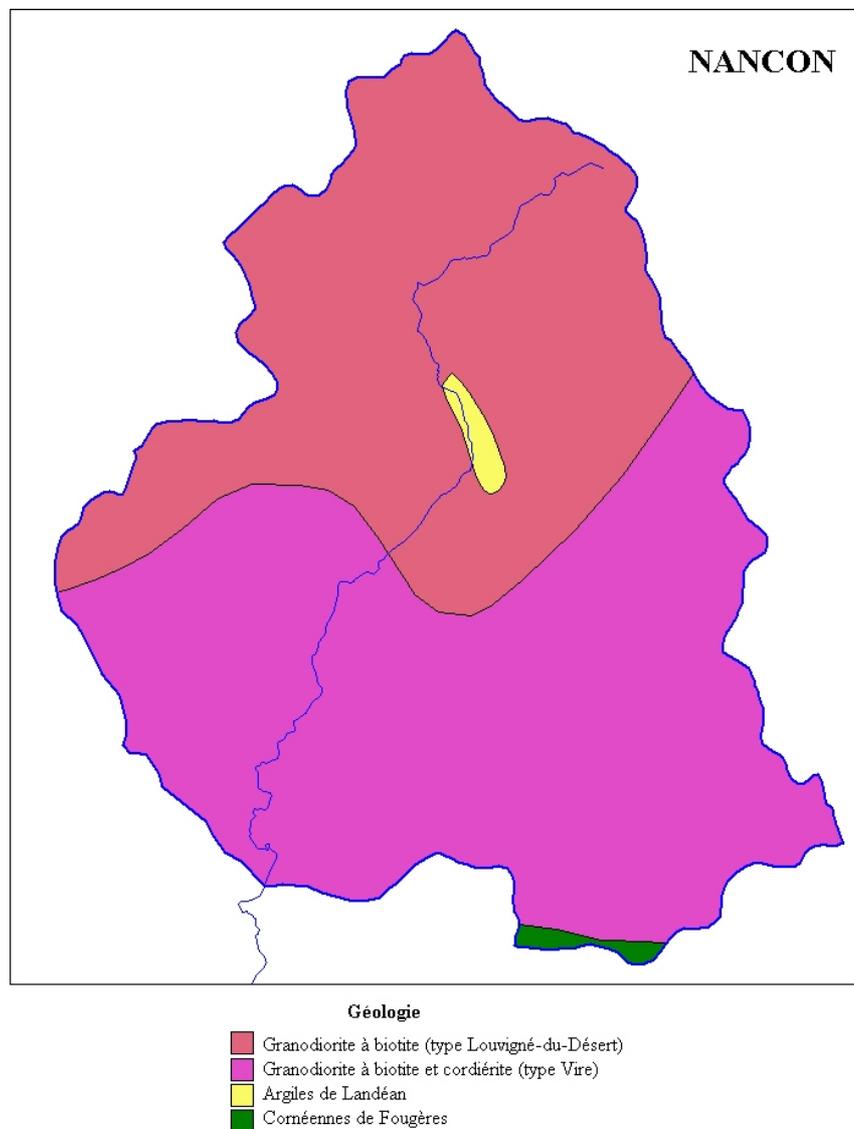


Illustration 4 - Schéma géologique du bassin du Nançon

2.3. VALORISATION DE LA BASE DE DONNEES DES FORAGES

Les forages du bassin du Nançon sont localisés sur les cartes de l'annexe 1.

2.3.1. Utilisation des données du projet SILURES Bretagne

Le projet SILURES Bretagne, dans le cadre de la phase « interprétation des données de forages » (cf. rapport BRGM/RP-55001-FR, MOUGIN B. et al. 2006), produit des données directement valorisables pour le projet SILURES Bassin versant :

- la base de données des forages du projet SILURES Bretagne comporte plusieurs forages repérés sur les communes du bassin versant ;
- parmi ces forages, certains d'entre eux ont pu être interprétés (interprétation des données géologiques et hydrogéologiques selon leurs disponibilités) afin de connaître la géométrie des réservoirs aquifères (épaisseur du milieu altéré et du milieu fissuré).

Le secteur d'étude est constitué d'un rayon de recherche d'environ 8 km autour du centre du bassin du Nançon. Nous appellerons ce secteur « zone d'étude ».

86 forages d'eau ont été extraits de la base des forages du projet SILURES Bretagne.

Une extraction des données présentes dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM a permis de compléter ces données. 227 points BSS supplémentaires ont été extraits, dont 72 signalant des carrières ou des affleurements. Les 155 points d'eau souterraine (227-72) ont été ajoutés aux forages SILURES Bretagne. L'illustration 5 précise la nature des 241 points d'eau (155+86) situés sur la zone d'étude.

Nature du point	Nombre	Pourcentage
Forages	125	52
Puits	54	22.5
Sondages	42	17.5
Sources	8	3
Piézomètres	7	3
Drains	5	2
Total	241	100%

Illustration 5 - Nature des points d'eau souterraine de la zone d'étude du bassin du Nançon

Ces ouvrages sont majoritairement des puits et des forages, mais il existe également beaucoup de sondages qui ont été réalisés pour caractériser la géométrie du bassin des Argiles de Landéan. Les cartes de l'annexe 1 permettent de localiser les points d'eau souterraine du bassin du Nançon.

2.3.2. Valorisation des informations géologiques et hydrogéologiques des forages

L'interprétation géologique et hydrogéologique des forages localisés a permis de mettre en évidence des épaisseurs d'altération recoupées par les forages et d'obtenir l'altitude de la base des altérites. Ces épaisseurs ont été corrélées aux cartes des formations superficielles ainsi qu'aux résultats des tarières réalisées.

Le nombre de forages interprétés est de 92 ouvrages (55 du projet SILURES Bretagne et 37 en provenance de la BSS).

Ces informations alimenteront un jeu de données caractérisant l'altitude de la base des altérites ; celui-ci permettra ensuite de modéliser l'épaisseur de cette formation sur le bassin étudié, après recoupement avec le Modèle Numérique de Terrain (MNT). Ce travail sera mené au cours de la 2^{ème} année du projet SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine, c'est-à-dire en 2007.

2.3.3. Hiérarchisation des aquifères de socle à partir des forages

Une valorisation des données des forages (profondeur, débit, formation géologique) a été réalisée en cartographiant l'intérêt potentiel hydrogéologique des aquifères de socle. Les différentes formations géologiques de socle (sans les Argiles de Landéan) sont caractérisées et hiérarchisées par un indice global calculé en multipliant :

- le pourcentage de forages (de la formation) ayant fourni un débit instantané au moins égal à 10 m³/h. Ce critère peut être considéré comme une image des probabilités de succès ;
- et le débit moyen du quartile supérieur (moyenne des débits des 25 % « meilleurs forages »). Ce paramètre peut être représentatif de la perméabilité des axes de drainage souterrain.

Cette approche statistique a été menée sur les formations géologiques du bassin étudié, à deux niveaux d'échelles :

- sur la zone d'étude du bassin versant,
- et sur l'étendue de la formation géologique à l'échelle de la Bretagne (résultats du projet SILURES Bretagne Année 4 : rapport BRGM/RP-55001-FR, MOUGIN B. et al. 2006).

L'illustration 6 montre les résultats de l'approche statistique.

L'illustration 7 présente, en cartographiant les classes d'indice global, les résultats de l'approche statistique. Le mode de représentation des couleurs des formations est détaillé au niveau de la légende.

		Statistiques sur la formation géologique							
		Statistiques sur la zone d'étude du bassin versant du Nançon				Statistiques sur la région Bretagne			
Formation géologique	Code géologique	Nombre de forages	% de forages > 10 m3/h	Débit moyen du meilleur quartile (m3/h)	Indice global	Nombre de forages	% de forages > 10 m3/h	Débit moyen du meilleur quartile (m3/h)	Indice global
Granodiorite à biotite (type Louvigné-du-Désert)	G039	35	40.0	22.9	9.2				
Granodiorite à biotite et cordiérite (type Vire)	G039	35	25.7	21.9	5.6				
Cornéennes de Fougères	C002-C004	34	50.0	59.6	29.8				
Massifs de Bonnemain et Fougères - type Louvigné	G039-G093					153	31.3	25.0	7.8
Massifs de Vire, Athis, Avranches, la Ferté-Macé	G039					158	25.9	23.7	6.1
Formations de Fougères et Granville	C002-C003-C004-C006-C007-C011					245	49.8	38.0	18.9
		Valeur retenue pour la cartographie de l'indice global de la formation géologique							

Illustration 6 - Résultats de l'approche statistique sur les formations géologiques du bassin du Nançon

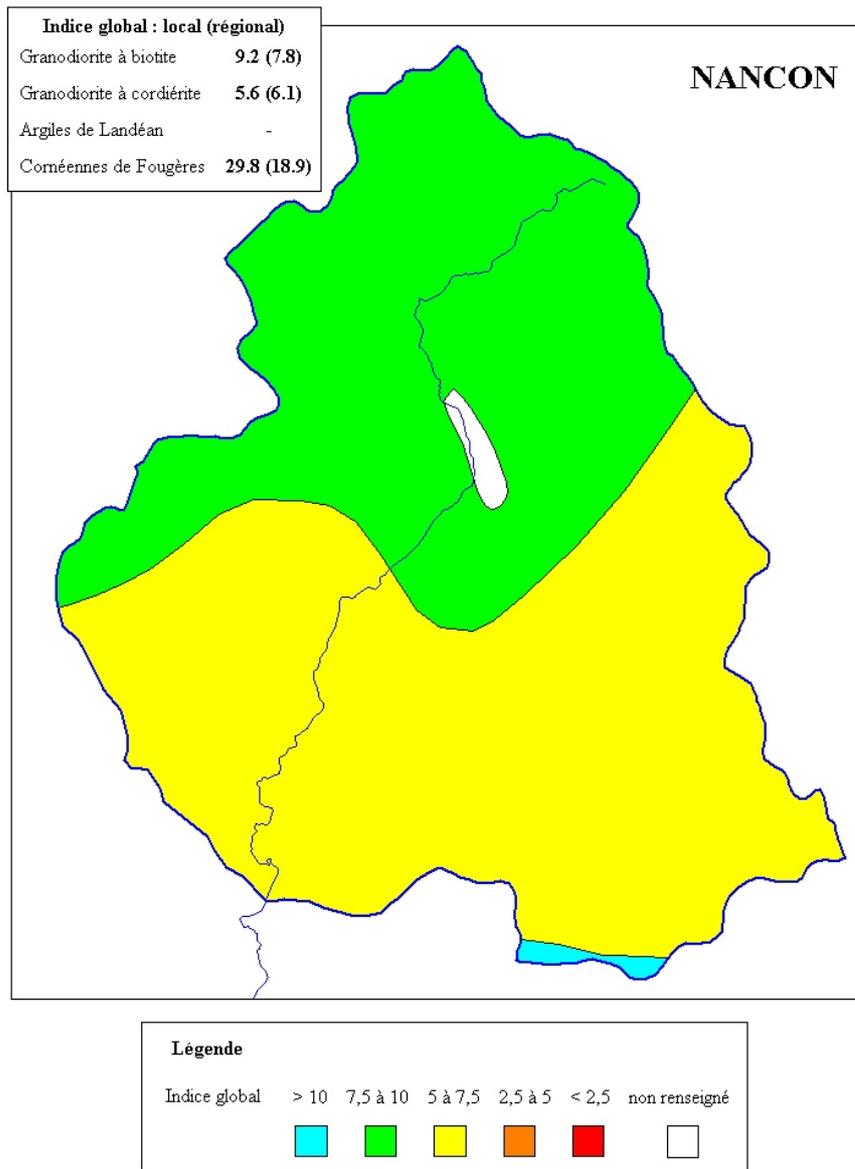


Illustration 7 - Intérêt hydrogéologique des aquifères de socle du bassin du Nançon

Le bassin du Nançon présente des formations plus perméables au Nord (Granodiorite à biotite, indice de 9,2 en haut de la classe 7,5 à 10) qu’au Sud (Granodiorite à biotite et cordiérite, indice de 5,6 en bas de la classe 5 à 7,5). La circulation des eaux souterraines doit donc être plus rapide à l’amont du cours d’eau. En dehors de ce secteur amont, le renouvellement des réserves doit être plus lent (temps de réponse plus longs). Cependant, les granodiorites apparaissent dans leur ensemble moins conductrices (indices : 6-9) que les cornéennes où les temps de réponses des aquifères doivent être nettement plus rapides (indice global d’environ 30).

Les résultats obtenus localement sont du même ordre que les résultats régionaux, sauf pour les cornéennes où on observe des valeurs beaucoup plus élevées dans la zone d’étude du Nançon. La perméabilité locale de ces formations semble donc plus forte.

3. Contribution des eaux souterraines au débit du Nançon

3.1. METHODE

Une modélisation des écoulements mesurés dans le Nançon à la station hydrométrique de Lécousse (Pont Aux Anes, J0014010, superficie 67 km²) a été effectuée avec le logiciel GARDENIA[®], dans le cadre du projet SILURES Bretagne (phase « interprétation des hydrogrammes des rivières »), afin d'évaluer la participation du ruissellement et des écoulements souterrains à l'écoulement global.

La modélisation du bassin versant a été réalisée avec un modèle à deux réservoirs profonds pour simuler les deux régimes d'écoulement existant dans les socles bretons : un écoulement dans les roches altérées et un écoulement plus profond dans le milieu fissuré. La méthode utilisée est détaillée dans le rapport du projet SILURES Bretagne Année 4 (Rapport BRGM/RP-55001-FR, MOUGIN B. et al. 2006).

3.2. SITUATION DU BASSIN ETUDIE PAR RAPPORT AU BASSIN MODELISE

L'illustration 8 localise la superposition du bassin étudié (en rouge) sur le bassin modélisé (en fond gris et contour vert) au droit de la station hydrométrique (en jaune).

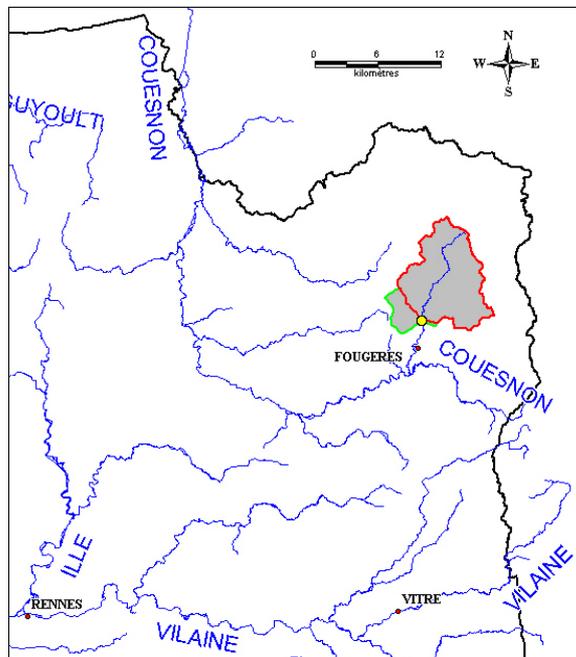


Illustration 8 - Localisation du bassin du Nançon par rapport au bassin modélisé

Le bassin du Nançon est contenu dans le bassin modélisé (la partie restante est composée uniquement de granodiorites). Les résultats de la modélisation sont donc applicables en considérant le pourcentage d'écoulement souterrain par rapport à l'écoulement total calculé sur le bassin du Nançon comme un minimum pour le bassin étudié.

3.3. RESULTATS

Compte-tenu de la disponibilité des données, la modélisation a été réalisée pour la période 1995-2003, après un calage des paramètres lors de deux années (1995-1996).

La corrélation finale est de 73 % pour le Nançon. Ce coefficient est moyen (car inférieur à 80 %) : il s'explique par une chronique incomplète d'ETP journalières (ETP à Louvigné-du-Désert) et l'année 1997 très sèche qui est difficilement prise en compte dans la modélisation en raison de la faiblesse des débits mesurés.

L'illustration 9 rassemble les résultats ultimes de la modélisation :

Pluie totale mm/an	Evapo- transpiration mm/an	Pluie efficace mm/an	Ecoulement à Lécousse [Pont aux Anes]				
			Rapide		Lent		Bassin
			mm/an	%	mm/an	%	
1015	650	365	155	42	210	58	Nançon

Illustration 9 - Résultats de la modélisation Gardénia[®]

Les résultats de la modélisation indiquent que la lame d'eau écoulée à la station de Lécousse [Pont aux Anes] est alimentée, en moyenne, par les eaux souterraines à hauteur de 58 %. Compte-tenu de ce qui est expliqué du chapitre 3.2, sur le bassin étudié, la contribution des eaux souterraines au débit du Nançon s'élèverait donc à un peu plus de 58%.

L'analyse de l'hydrogrammes de la rivière met en évidence que le Nançon présente des étiages soutenus grâce à une influence des réservoirs souterrains. Le paramètre RUIPER² déduit pour la modélisation (50 mm) favorise l'écoulement lent donc les phénomènes d'infiltration.

² le paramètre RUIPER correspond à la hauteur d'équilibre ruissellement-percolation

4. Cartographie des formations superficielles

4.1. FORMATIONS GEOLOGIQUES

Les formations géologiques rencontrées sur le bassin versant du Nançon sont peu nombreuses. Pour les formations dites de « socle », elles se limitent surtout au Massif de Fougères, qui fait partie d'un ensemble de plutons formant le batholite mancellien. Ces intrusions granodioritiques d'âge tardi-cadomien (540 Ma) se mettent en place en contexte anorogénique, postérieurement à la déformation cadomienne *sensus stricto*, dans un encaissant grésopélitique (Briovérien) qu'ils métamorphisent (modifications des roches par action de la température et de la pression). Sur le secteur concerné par cette étude, deux faciès granodioritiques très proches sont observés : le faciès type Louvigné-du-Désert correspondant à une granodiorite à biotite et le faciès type Vire correspondant à une granodiorite à biotite et cordiérite (la cordiérite est un silicate alumineux ferro-magnésien, c'est un minéral du métamorphisme). Quelques filons mineurs sont localement observés ; il s'agit essentiellement de leucogranites et d'aplites, d'âge indéterminé, qui se mettent en place au sein du Massif très tardivement par rapport aux deux faciès principaux. Aucune formation sédimentaire antérieure à l'Oligocène ne peut être observée sur le secteur cartographié. Les premiers dépôts cénozoïques sont représentés par les argiles rupéliennes de Landéan, largement étudiées par le passé. Il existe de nouveau une grande lacune entre l'Oligocène et le Quaternaire. Les dépôts quaternaires correspondent à des formations limono-loessiques dont l'origine primaire est à rechercher dans les sédiments exondés de la Manche à plusieurs reprises au cours des périodes glaciaires.

L'illustration 10 représente la carte géologique du secteur du bassin versant du Nançon et les formations altérées sont figurées par une teinte atténuée.

Granodiorite à biotite (type Louvigné-du-Désert)

La granodiorite blanche du type Louvigné-du-Désert (M. Jonin, 1973) est une roche claire, homogène, de granulométrie moyenne (2 à 4 mm). Sa texture est isogranulaire et équante. Elle est composée de quartz en amas généralement globulaires, de feldspaths, de biotite hexagonale et accessoirement de sulfures. Le début de l'altération se marque par une coloration jaune verdâtre des plagioclases, ce qui les distingue des feldspaths alcalins et assombrit la roche. Les enclaves, centimétriques à décimétriques, réparties de façon homogène, sont de trois types :

- enclaves microgrenues sombres, arrondies, à contact net avec la granodiorite ;
- enclaves de roches métamorphiques surmicacées et alumineuses, généralement allongées, parfois plissées et boudinées, à contact net ou diffus avec interpénétration ;
- enclaves monominérales.

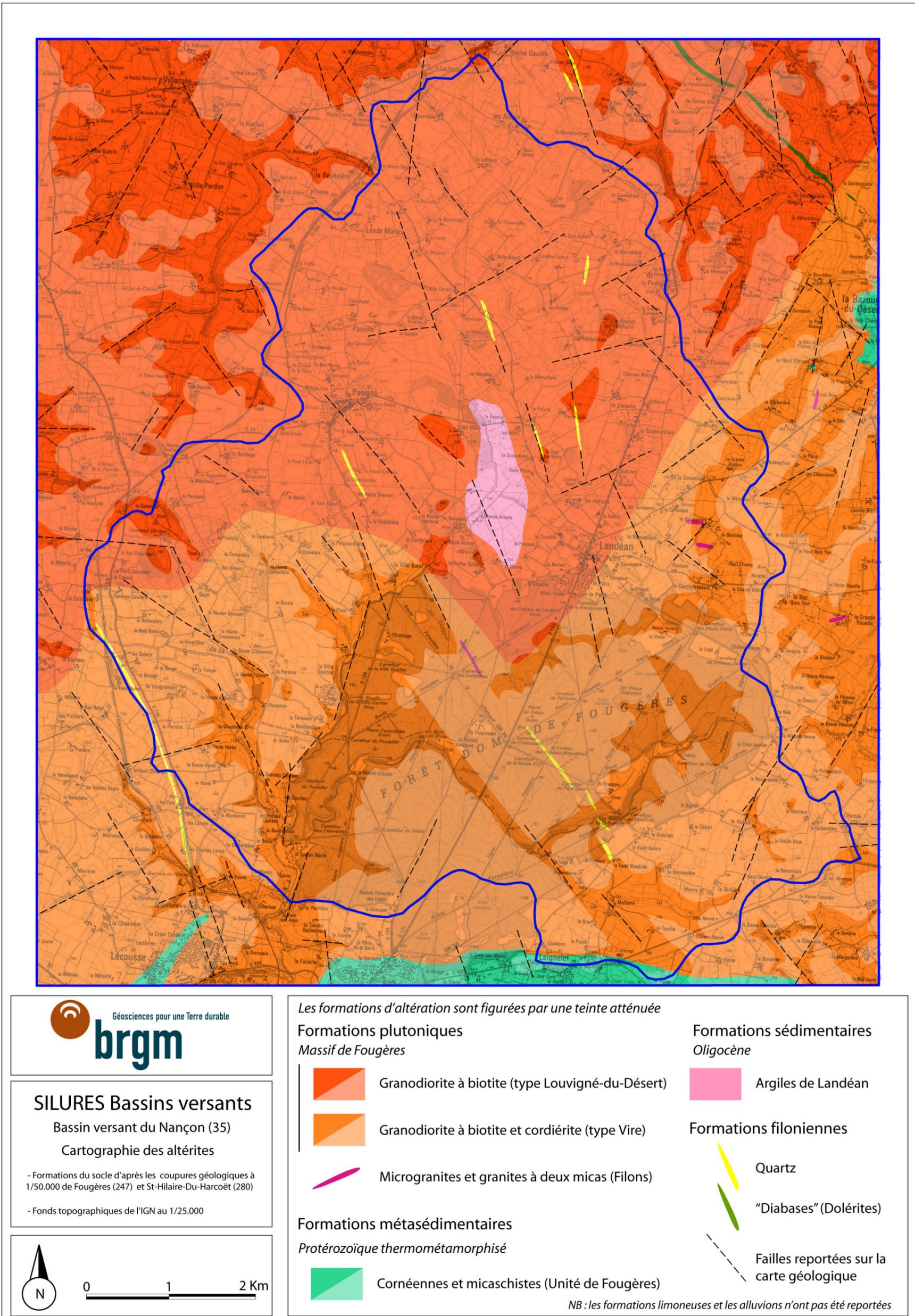


Illustration 10 - Carte géologique du secteur du bassin versant du Nançon

La notice de la carte géologique de Saint-Hilaire-du-Harcouët (P. Dadet et al. 1984) mentionne une étude pétrographique, qui a porté sur l'analyse de lames minces provenant du faciès granodioritique type Louvigné-du-Désert. Sa composition minéralogique, donnée par la moyenne calculée à partir de 20 analyses modales, est la suivante : quartz (27,7 %), feldspaths alcalins (17 %), plagioclase (37,5 %), biotite (16,5 %) et divers (1,3 %).

Granodiorite à biotite et cordiérite (type Vire)

La granodiorite grise, du type Vire (M. Jonin, 1973), est le type plus répandu dans tout le batholite. La teinte de la roche est un peu plus sombre, avec granulométrie et texture analogues à celles de l'autre faciès. Elle s'en distingue essentiellement par la présence de cordiérite (minéral du métamorphisme), très souvent en prismes de 1 à 4 mm, et de muscovite subordonnée. Les enclaves sont les mêmes que la granodiorite à biotite seule, celles d'origine métamorphiques sont plus abondantes.

Un faciès porphyrique, à rares phénocristaux de feldspaths dans une matrice assez fine, semble être un simple faciès de bordure, localisé au toit du massif. On l'observe surtout à l'Est de la Bazouge-du-Désert, mais aussi localement ailleurs dans la même situation.

La composition minéralogique de la granodiorite à biotite et cordiérite (type Vire) diffère de celle de la granodiorite à biotite seule. La composition moyenne, calculée à partir de 9 analyses modales, est la suivante : quartz (27,8 %), feldspath alcalin (11,4 %), plagioclase (34,2 %), biotite (12,7 %), cordiérite (7,6 %), muscovite (4,5 %) et divers (1,8 %).

Cornéennes et micaschistes (Unité de Fougères)

Les sédiments briovériens ont été transformés suite au métamorphisme de contact des granitoïdes cadomiens. Le terme de « cornéennes » est employé pour désigner des roches ayant totalement (ou presque) recristallisé sous l'effet du thermo-métamorphisme. Les cornéennes de Fougères constituent donc la partie la plus interne de l'auréole de contact. Du point de vue morphologique leur résistance à l'érosion fait qu'elles affleurent en plateau dominant le pourtour du massif granitique.

Sur le bassin du Nançon, les cornéennes affleurent sur la partie Sud de la zone cartographiée vers Laignelet et également à la Bazouge-du-Désert. A l'affleurement les cornéennes se reconnaissent facilement par leur aspect plus « cristallin » et micacé, leur dureté ou bien leur altération rougeâtre. La roche est fréquemment rubannée ou litée car, malgré la recristallisation, les différences lithologiques originelles sont conservées : les niveaux quartzo-feldspathiques à cordiérite peu abondante correspondent aux lits gréseux ; les niveaux à cordiérite dominante et muscovite abondante constituent les équivalents des lits silto-argiliteux.

Argiles oligocènes de Landéan

Le petit bassin de Landéan est situé à une altitude avoisinant 140 m sur la granodiorite de Fougères. Sa préservation par un jeu de faille est supposée bien qu'elle n'ait jamais été démontrée formellement avant cette étude ; la description et l'interprétation qu'en donne Estéoule-Choux, 1967, ne fait pas mention de failles bordières (mais d'une « chute brutale du substratum granitique »). Les sondages (par exemple, sondage P2 ou puits de Parigné, cf. Illustration 11) ont montré (Choux, 1959 ; Estéoule-Choux 1967) la profondeur importante du bassin puisque, sous les accumulations sédimentaires, le granite kaolinisé apparaît vers 40 mètres, le granite fissuré étant atteint aux alentours de 70 mètres. La succession observée dans le puits de Parigné est la suivante : à la base, des argiles kaoliniques non transportées provenant de l'altération du granite sous-jacent. Au-dessus, des marnes et argiles blanches, grises ou vertes avec localement des niveaux tourbeux et des niveaux montmorillonite et attapulgite. Un niveau bien particulier se différencie aux alentours de 11,5 mètres (épaisseur : 1,5 m) : il s'agit d'argiles noires à kaolinite et attapulgite, ligniteuses, riches en débris végétaux et restes d'insectes renfermant de nombreux gastéropodes d'eau douce. Ce niveau a permis à Rey (1959, 1974) de proposer un âge oligocène (équivalent horizon à Striatelles du « Sannoisien ») pour ce dépôt. L'analyse palynologique (Durand, 1960 ; Ollivier-Pierre, 1980) confirme cette attribution au Rupélien inférieur (« Stampien inférieur faciès sannoisien ») et montre que le climat était toujours chaud mais avec une nette tendance au refroidissement par rapport aux climats de l'Eocène. L'étude du niveau intercalé noir révèle la présence de nombreuses colonies de *Botryococcus* et confirme là-aussi le caractère lacustre du dépôt.

La coupe présentée (cf. Illustration 11) est basée sur l'analyse de sondages relativement bien documentés dont les faciès étaient assez facilement corrélables latéralement (cf. sondages du bassin de Landéan présentés en annexe 1). Nous avons interprété en fonction du contexte régional la brusque chute du socle granitique comme le résultat d'une faille qui est par ailleurs reportée sur la carte géologique au 1 /50 000 de Fougères. Cependant, il n'existe aucune évidence directe concernant l'âge de fonctionnement de cette faille (syn ou/et post sédimentation ?). Nous verrons ultérieurement que cet effondrement est repérable grâce à la cartographie des altérites entreprise dans cette étude.

D'après Durand, 1960, les argiles noires du puits de Parigné se sont déposées sous une faible tranche d'eau, dans des conditions marécageuses. Elle sont surmontées, dans ce sondage, par des argiles à montmorillonite et kaolinite (Durand, 1960 ; Estéoule-Choux, 1967) qui se seraient déposées dans un environnement lacustre relativement éloigné d'un rivage. Ainsi, sur les abords d'un lac relativement étendu se seraient d'abord déposées des argiles noires. Un ennoisement rapide des domaines marécageux (dont la cause reste très hypothétique : « brusque approfondissement du lac » selon Durand, 1960) auraient alors permis le dépôt d'argiles à montmorillonite.

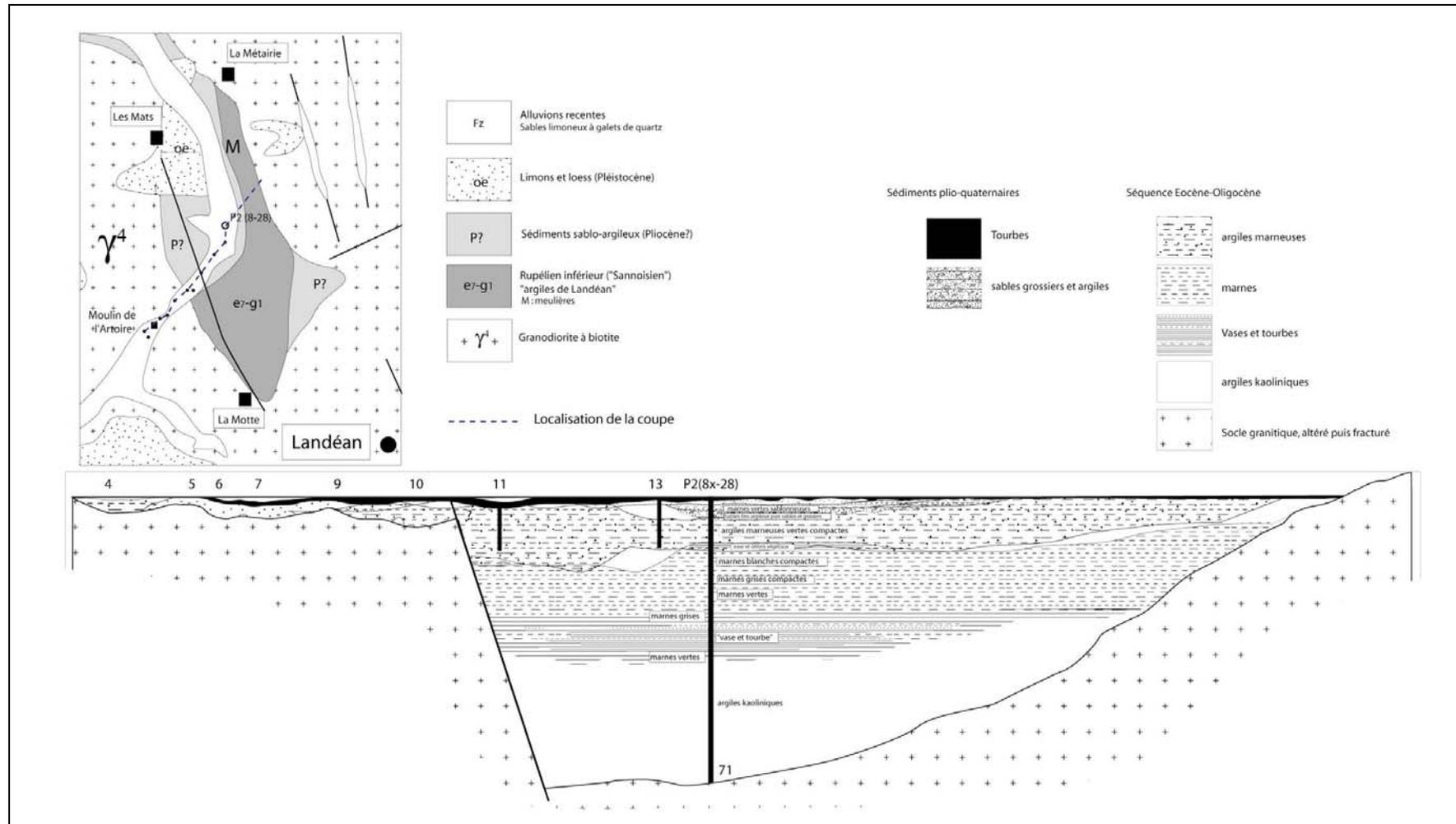


Illustration 11 - Coupe théorique de l'accumulation de Landéan à partir des données de forages

4.2. ALTERATIONS

4.2.1. Définitions succinctes

Les formations d'altération dérivent de l'action principale des eaux météoriques qui modifient in situ les propriétés physiques et chimiques des roches mères (méta)sédimentaires ou plutoniques. Localement, on peut être amené à différencier géochimiquement des altérations issues de l'action et la circulation de fluides de moyenne ou haute température d'origine endogène (i.e. profonde). Dans les processus supergènes (qui se déroulent en surface), les climats chauds et humides peuvent être d'excellents catalyseurs des transformations physico-chimiques. Plusieurs périodes d'altération se sont vraisemblablement succédées au cours du Mésozoïque et du Cénozoïque, périodes chaudes engendrant des surfaces polyphasées et des talus de raccordement qu'il est extrêmement difficile de mettre en évidence en Bretagne. On attribue généralement la genèse des derniers profils épais au Tertiaire où les agents météoriques ont, sur tout le Massif armoricain, généré de véritables profils latéritiques à kaolinite, parfois épais (40 m en moyenne dans la région de Scaër dans le Finistère sud, 20 à 30 m dans les zones effondrées à l'ouest de Rennes). On pense maintenant que c'est aussi la position altimétrique de la surface continentale par rapport au niveau marin relatif, associée à l'absence de pentes fortes à l'échelle régionale, qui ont pu conditionner très largement le développement ou la destruction des profils d'altération, peut-être même sous des climats dits « hydrolysants ».

Schématiquement, sur le Massif armoricain, un profil d'altération complet sur domaines granitiques se décrit comme la superposition de deux ensembles à limites verticales graduelles. De la base au sommet on distingue ainsi d'abord (1) le domaine fissuré, faisant encore partie de la roche « dure » puis (2) les isaltérites et (3) les allotérites (cf. illustration 12). Faisant partie de ce profil, mais très rarement conservées sur le Massif armoricain, on peut associer les formations cuirassées sommitales (silcrètes et ferricrètes).

(1) Le domaine fissuré s'individualise au-dessus de la roche-mère, mais lui reste associé. Il ne s'agit pas encore d'altérites. Sur tout type de lithologie, le domaine fissuré est caractérisé par une fracturation importante qui décroît en profondeur et qui provient de l'éclatement de la roche sous l'effet des contraintes produites par les changements de phases des minéraux (hydratation des ferro-magnésiens avec augmentation de volume, oxydation des sulfures, etc). Cette zone fissurée, particulièrement bien mise en évidence dans les domaines à roches plutoniques grenues (cette fissuration est horizontale et donc facilement observable dans les roches isotropes ou semi-isotropes) est plus difficile à caractériser dans les domaines métasédimentaires (Briovérien – Paléozoïque), notamment en raison de la fragmentation importante de la zone généralement observable (moins de 10 m le plus souvent, absence de carrières...).

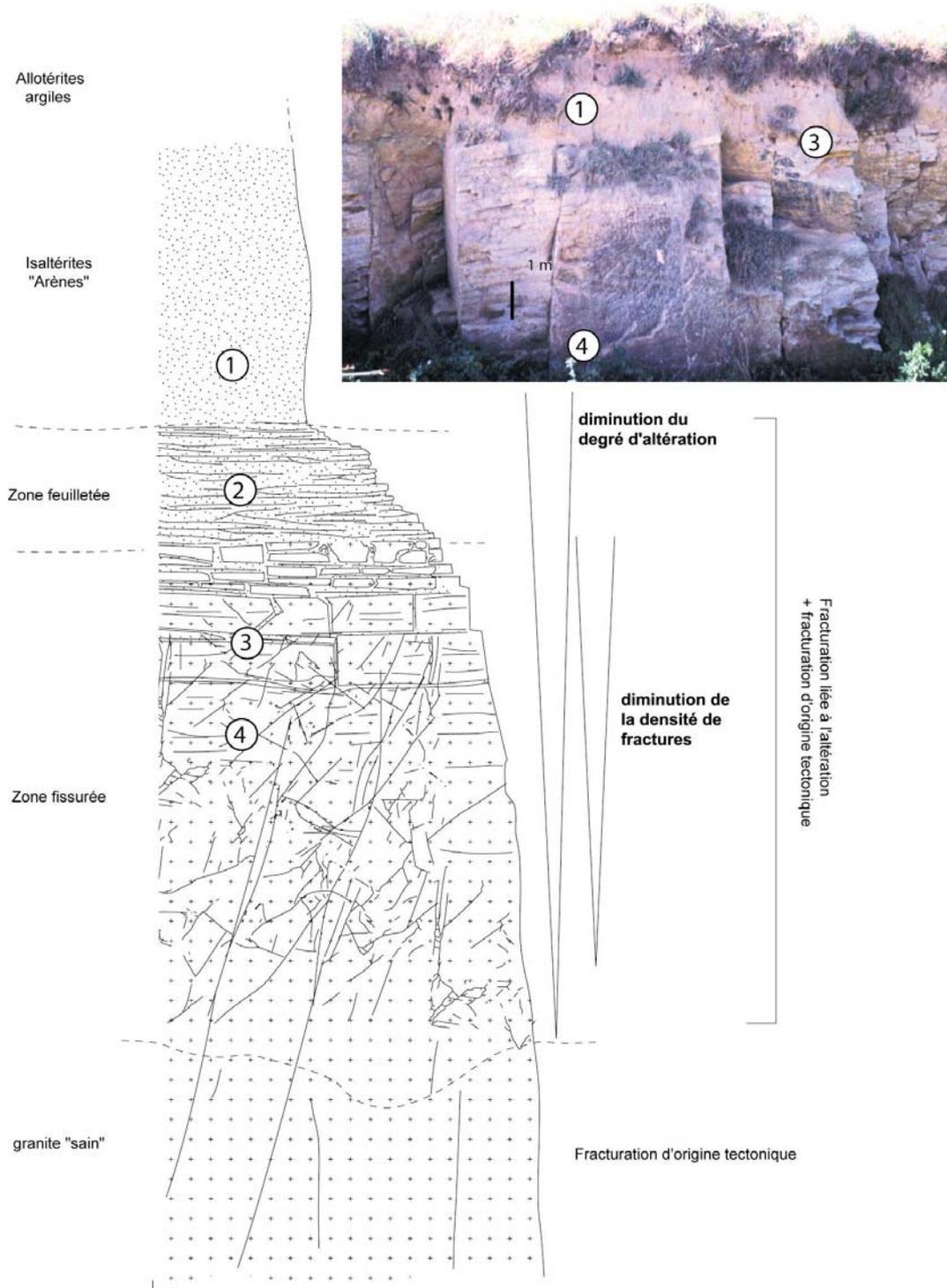


Illustration 12 - Profil type d'altération d'un granitoïde

(2) Les isaltérites sont des roches meubles où la texture originelle de la roche et les relations spatiales entre les minéraux sont préservées. Dans les premiers stades de l'altération d'une roche, la structure originelle est conservée. Excepté pour le quartz ou la muscovite notamment, un grand nombre de minéraux sont remplacés par des minéraux secondaires ou par des pores qui possèdent la forme externe des minéraux primaires remplacés. Les relations spatiales entre minéraux préexistants dans la roche originelle sont ainsi maintenues. Dans le détail, il s'avère néanmoins que la conservation du volume d'origine n'est pas toujours respectée. La néoformation de silicates, comme ceux du groupe des montmorillonites ou des vermiculites par exemple, introduit dans l'assemblage minéralogique des perturbations mécaniques car ces minéraux « gonflent » ou « se contractent » en fonction de l'état d'hydratation du profil. Certains minéraux, essentiellement argileux, néoformés dans les parties profondes, ne sont pas nécessairement stables dans la partie superficielle du profil. Ils sont le plus souvent remplacés par des argiles plus stables, des oxydes ou hydroxydes. Ces transformations et remplacements sont généralement accompagnés d'une disparition des structures minéralogiques des isaltérites qui se transforment progressivement en allotérites.

(3) Le terme d'allotérites est, par définition, réservé pour désigner les horizons où les structures de la roche-mère (stratification, litages, schistosité ou foliation...) ne sont plus visibles. Certains minéraux, stables dans les parties profondes du profil d'altération, ne le sont pas dans les parties les plus superficielles. Ces minéraux argileux sont alors remplacés par des minéraux argileux plus stables (kaolinite), des oxydes et hydroxydes. Ceci s'accompagne généralement d'une disparition progressive de la structure de la roche originelle (i.e. des isaltérites sous-jacentes) et d'une modification (perte) de volume.

Le passage entre une isaltérite et une allotérite est graduel. Certains niveaux altérés observés sur le terrain et déterminés comme des niveaux d'allotérites peuvent très bien s'avérer être des niveaux d'isaltérites : les changements de couleurs liés à une redistribution ou à une dissolution partielle de certains constituants (oxyhydroxydes de fer, par exemple), ou aux accumulations d'éléments allochtones (silice et calcite) ou encore le remplissage des pores par des éléments mobiles (oxydes de manganèse, par exemple) ou encore le remaniement de surface peuvent gommer le caractère isaltéritique.

4.2.2. Les altérites du bassin versant du Nançon

En complément de l'illustration 10 (carte géologique), l'illustration 13 représente la cartographie des altérites du secteur du bassin versant du Nançon.

Les altérites sont très largement représentées sur le bassin versant du Nançon. Elles couvrent une surface importante, supérieure à 50 % de la superficie totale de la zone cartographiée mais présentent rarement des épaisseurs très importantes. Les faciès varient relativement peu (voir coupes de sondages en annexe 2). Sur les domaines granodioritiques, il s'agit essentiellement de sables argileux de couleur brun-ocre. Ces arènes correspondent à des isaltérites (partie basse du profil d'altération), les allotérites ayant été très généralement décapées. Localement, en tête de sondage il est possible d'observer, parfois sous les niveaux récents limono-loessiques, des argiles sableuses ocre-jaune représentant des parties plus hautes et préservées du profil d'altération. Il est à noter que ces argiles sableuses ou ces silts ont souvent été confondus avec des « limons des plateaux » dont le recouvrement est donc vraisemblablement moins développé que ce qui peut être représenté sur la carte géologique.

Les altérites rencontrées sur les métasédiments briovériens au sud du domaine étudié correspondent aussi à des isaltérites. Il s'agit essentiellement d'argiles ocre ou ocre-grises.

4.3. MORPHOLOGIE ET PALEOSURFACES

Le bassin versant du Nançon correspond à une zone où le relief est peu marqué : il n'y a pas de fortes ruptures des pentes, de domaines à incision des vallées. Au Sud en revanche, hors de la zone d'étude, le relief est bien prononcé aux approches de Fougères. Les différences altitudinales restent cependant bien exprimées avec des hauts topographiques situés vers 230 m à l'Est de Laignelet et des bas topographiques aux environs de Landéan. Le côté Ouest est relativement monotone depuis Lécousse à Villamée en passant par Parigné. Le secteur Nord-Est (Nord-Ouest de Bazouge-du-Désert) présente des variations plus importantes liées aux « dômes » granitiques qui réapparaissent au sein des arènes plus meubles.

La cartographie des formations meubles effectuée sur le bassin versant du Nançon montre que le recouvrement en formations superficielles peut être divisé en trois ensembles, correspondant vraisemblablement à trois surfaces continentales anciennes. Les altérites portées par ces surfaces ont rigoureusement des faciès identiques, seule la position altitudinale de la surface qui les porte permet de les différencier.

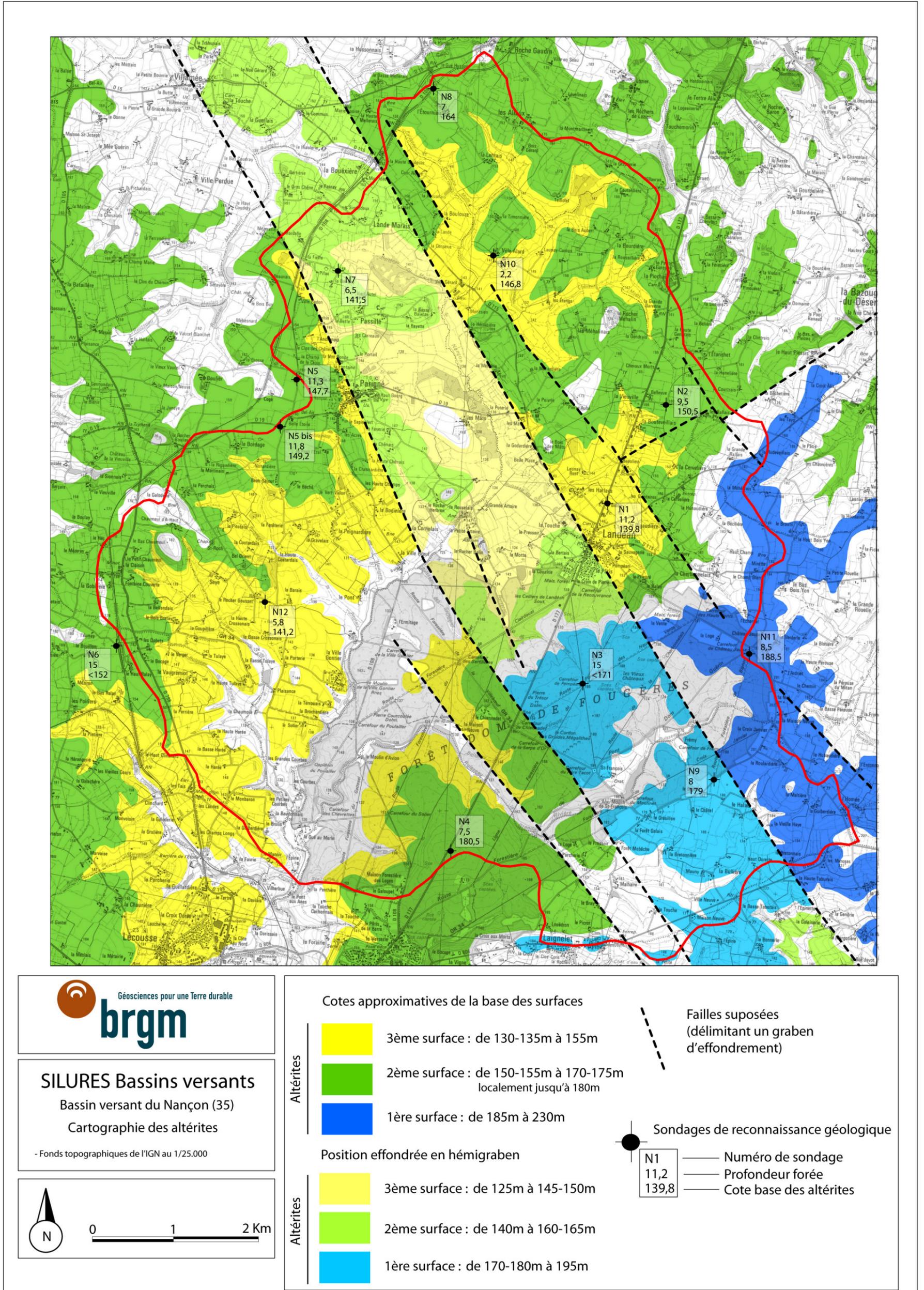


Illustration 13 - Carte des altérites du secteur du bassin versant du Nançon

La surface la plus haute se situe à l'Est de Laignelet où les arènes sont observées pour des altitudes globalement comprises entre 185 et 230 m. Il s'agit de la surface la plus ancienne observable dans cette partie Est du Massif armoricain. Au-dessus de 230 m, la granodiorite saine réapparaît : il y a certainement eu des surfaces encore plus hautes qui ne sont pas préservées ici. L'âge de cette surface n'est pas connu ici ; il s'agit vraisemblablement d'une surface à rattacher au Crétacé.

De 155 à 175 m avec quelques variations locales, la deuxième surface se met en place. Elle est déconnectée de la précédente par une « bande » où réapparaît la roche saine correspondant à un talus de raccordement entre deux paléosurfaces. C'est cette surface intermédiaire qui porte les profils parmi les plus complets. A l'échelle régionale, elle pourrait correspondre à la surface Paléogène, bien mise en évidence un peu partout dans cette partie Est du Massif armoricain. En continuité avec la précédente, c'est à dire sans talus de raccordement, la troisième surface succède à la seconde surface. Cette surface, la plus récente, porte aussi des altérites entre environ 130 et 155 m. L'âge de cette surface est plus difficile à cerner que celui des deux autres surfaces plus hautes : il pourrait s'agir d'une surface pliocène ou plio-quadernaire.

Sur toutes ces surfaces qui portent des altérites, la base des formations meubles n'est pas horizontale : certains domaines granodioritiques ont été plus ou moins altérés au cours de leur histoire ; il est ainsi fréquent d'observer des variations qui peuvent être relativement brutales à l'échelle locale ; pour pouvoir appréhender cette géométrie très complexe, il aurait fallu multiplier les sondages, ce qui n'était pas possible dans le cadre de cette étude. Ainsi, fréquemment, au sein de domaines altérés, la granodiorite saine réapparaît assez fréquemment, formant des « bosses » bien repérables dans le paysage. Un nombre important des carrières exploitant la granodiorite comme matériau de construction ont été ouvertes dans ces domaines particuliers.

Dans une direction Nord-Ouest - Sud-Est, la cartographie de la base des altérites permet de définir un couloir de quelques centaines de mètres de large où les lois d'altimétrie énoncées plus haut ne semblent plus s'appliquer : les différences d'altitude entre les surfaces restent globalement les mêmes mais l'ensemble des surfaces semble affaissé d'une dizaine à une quinzaine de mètres dans ce couloir. Cette zone particulière correspond vraisemblablement à un graben d'effondrement articulé autour de deux ou trois failles principales que seule la cartographie des formations superficielles permet de mettre en évidence. L'âge de fonctionnement de ce graben ou hémigraben n'est pas connu (fonctionnement d'une des failles bordières nettement plus marqué que le fonctionnement de la faille opposée) mais, par analogie, avec des grabens bien étudiés en Bretagne (graben de Rennes par exemple), il est vraisemblable que ce système de failles ait déjà fonctionné dès l'Oligocène (création du Rift ouest-européen, Limagnes, Rhin), en créant la subsidence nécessaire (espace vertical) au dépôt des argiles rupéliennes de Landéan. Dans un second temps, c'est certainement le rejeu de ce graben qui a permis la préservation, peut-être en pied de failles de ces mêmes argiles. Les surfaces d'altération semblent affectées par ce décalage vertical : les failles ont donc joué très récemment, postérieurement à l'élaboration de la surface la plus récente, peut-être au Quaternaire.

5. Réalisation de sondages à la tarière mécanique

5.1. DECLARATIONS DE TRAVAUX

Une déclaration préalable de travaux souterrains au titre du code minier a été rédigée en précisant les informations suivantes : maître d'ouvrage, entrepreneur, adresse de la mission sur le terrain, objectifs, géologues dirigeant les travaux, date et durée... Le document complet a été envoyé à la DRIRE Bretagne le 16 octobre 2006.

Par ailleurs, sur toute la superficie du bassin versant du Nançon étudié sont situés plusieurs périmètres de protection (cf. illustration 14).

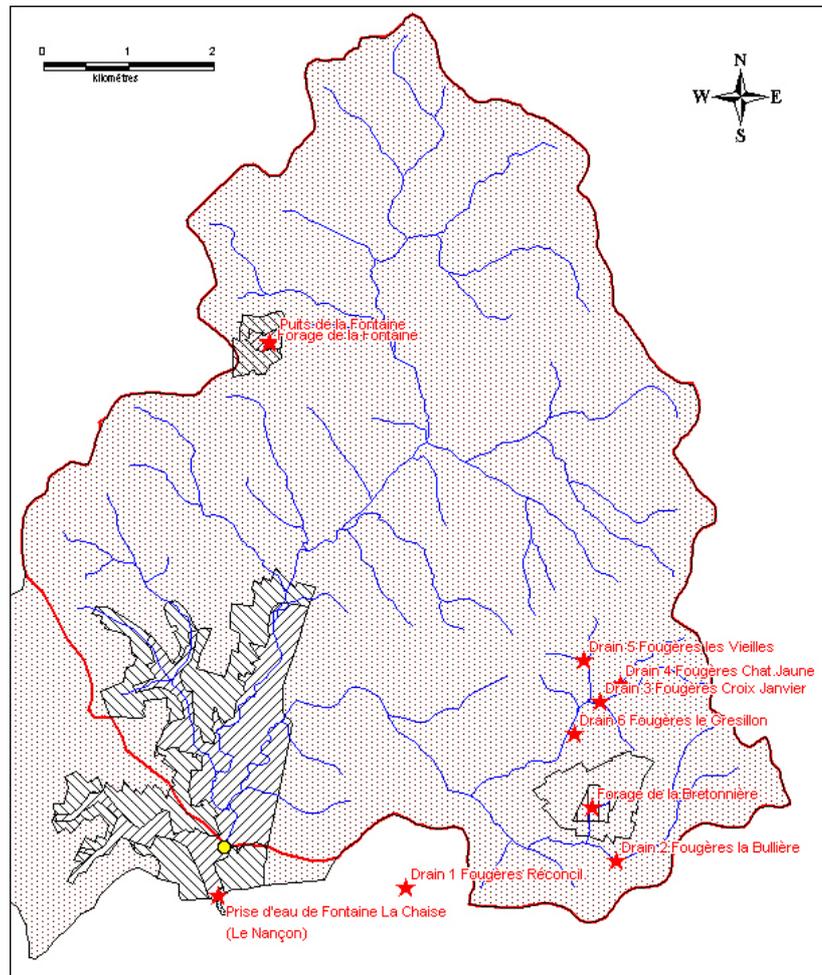


Illustration 14 - Captages et prises d'eau potable, périmètres de protection associés sur le bassin du Nançon

Les captages et prises d'eau potable concernées sont les suivantes :

- prise d'eau de Fontaine La Chaise sur le Nançon,
- forage de la Bretonnière,
- drains 2-3-4-5-6 de Fougères,
- et forage et puits de la Fontaine.

Les Gestionnaires des captages et prises d'eau sont le Syndicat mixte de production d'eau potable du bassin du Couesnon (3 premières), et le Syndicat des Eaux de Parigné - Landéan (dernière). Les Syndicats des Eaux ont été prévenus des travaux réalisés sur le terrain (cartographie géologique, réalisation de sondages à la tarière - observés puis rebouchés - et de sondages géophysiques non destructifs) en juillet 2006. Ces travaux ont, en fait, été menés sur le périmètre de protection éloigné de la prise d'eau potable de Fontaine La Chaise sur le Nançon, et n'ont causé aucun désagrément.

Enfin, une autorisation a été obtenue, en octobre 2006 auprès de l'Office National des Forêts de Rennes, pour réaliser des sondages mécaniques et géophysiques dans la Forêt Domaniale de Fougères (cette forêt couvre 16 des 57 km² de secteur d'étude).

5.2. DISPOSITIF UTILISE

L'entreprise BONNIER FORAGES a été retenue pour réaliser les travaux de sondages à la tarière mécanique sur le bassin versant du Nançon.

Les travaux ont été réalisés du 20 au 22 novembre 2006, avec une foreuse Ecofore munie de tarière mécanique hélicoïdale de diamètre 150 mm (cf. illustration 15). L'objectif de la campagne était de réaliser au moins 10 sondages et de caractériser la profondeur des altérites sur le bassin versant.

Un géologue du BRGM était présent sur place pour l'implantation des sondages et le lever des coupes géologiques.

La foreuse montée sur chenilles permet de descendre au maximum à 15 m de profondeur. La puissance de la machine est de 900 mètres au kilo.

Le dispositif a traversé la base des altérites jusqu'à un « refus » de pénétration, correspondant au sommet du milieu fissuré. Le suivi géologique de terrain a permis de repérer ce contact et de caractériser les formations en place (cf. illustration 16).



Illustration 15 - Aperçu de la sondeuse utilisée sur le bassin du Nançon



Illustration 16 - Tige hélicoïdale en diamètre 150 mm et remontée des déblais

5.3. IMPLANTATION DES SONDAGES

Les sondages ont été implantés dans des secteurs dépourvus d'affleurement afin de caractériser l'épaisseur des altérites. Ces zones sont généralement en configuration haute topographiquement (plateaux ou pentes) et renseignent les deux principales formations géologiques du secteur (granodiorites type Louvigné-du-Désert et type Vire). Quatre sondages ont été réalisés dans la Forêt Domaniale de Fougères (N3, N4, N9 et N11)

Les résultats obtenus ont permis d'affiner la cartographie des formations superficielles.

Le positionnement des sondages à la tarière est représenté sur l'illustration 13.

5.4. RESULTATS OBTENUS

5.4.1. Suivi géologique

Les sondages ont fait l'objet d'un suivi géologique des terrains traversés, détaillé en annexe 2 sous la forme de coupes géologiques. Les numéros BSS des tarières sont provisoires, des numéros définitifs seront affectés en 2007.

Sur le bassin versant du Nançon, 13 sondages ont été réalisés du 20 au 22 novembre 2006, totalisant 119,3 mètres de foration. L'épaisseur des altérites varie de 2,2 à plus de 15 m avec en moyenne 9,2 m.

Le nom et la profondeur de chaque sondage sont détaillés dans l'illustration 17.

Numéro	Profondeur du refus (m)
N1	11.20
N2	9.50
N3	15.00
N4	7.50
N5	11.30
N5bis	11.80
N6	15.00
N7	6.50
N8	7.00
N9	8.00
N10	2.20
N11	8.50
N12	5.80

Illustration 17 - Profondeur des tarières réalisées sur le bassin versant du Nançon

Comme précisé au chapitre 4.2.2., les altérites sont très largement représentées sur le bassin versant du Nançon (elles couvrent une surface importante, supérieure à 50 % de la superficie totale cartographiée) mais présentent rarement des épaisseurs très importantes. Deux sondages de reconnaissance n'ont cependant pas réussi à atteindre la base des formations meubles ce qui traduit des épaisseurs supérieures à 15 mètres par endroits (N3 en forêt de Fougères et N6 au Nord de Lécousse).

La majorité des sondages s'arrêtent à la base des altérites, sauf les sondages N4 N8 et N9 qui traversent cette base d'un mètre et recoupent ainsi les granodiorites fissurées.

Les faciès varient relativement peu (voir coupes de sondages en annexe 2). Sur les domaines granodioritiques, il s'agit essentiellement de sables argileux de couleur brun-ocre. Localement, en tête de sondage, il est possible d'observer, parfois sous les niveaux récents limono-loessiques, des argiles sableuses ocre-jaune.

5.4.2. Relevés piézométriques

Les niveaux piézométriques ont été relevés lorsque le sondage contenait de l'eau. Ces résultats sont reportés sur les coupes de l'annexe 2.

Les niveaux piézométriques ont été mesurés à la fin de la réalisation de chaque ouvrage. Dans certains sondages, ces niveaux sont assez bas car les ouvrages ont été rebouchés avant d'atteindre l'équilibre du niveau piézométrique avec la pression de l'air (exemples des niveaux dans les sondages N1 N3 N5 et N5bis).

6. Planification du travail de l'année 2 (2007)

6.1. SONDAGES GEOPHYSIQUES

Environ 10 sondages géophysiques par Résonance Magnétique Protonique (RMP) seront effectués sur le bassin dans le but de caractériser la porosité et la teneur en eau des altérites (constituant le réservoir supérieur) et de l'horizon fissuré sous-jacent (réservoir profond).

L'intervention s'est déroulée en décembre 2006 (semaines 46 et 50) par des géophysiciens du BRGM d'Orléans.

Ces sondages ont été implantés en respectant les critères suivants : une répartition des sondages selon l'importance des formations géologiques, le recoupement de l'ensemble du profil d'altération (formations altérées et fissurées), une réalisation en période humide afin d'avoir un niveau piézométrique haut, et un éloignement suffisant par rapport aux points susceptibles de parasiter le signal (lignes électriques, fermes...).

Le BRGM a sollicité EDF en mai-juin 2006 pour récupérer une carte des lignes électriques moyennes et basses tensions. Les lignes hautes tensions sont visibles sur les fonds IGN au 1/25 000.

La répartition des sondages selon les formations géologiques est la suivante : 3 sondages RMP dans les granodiorites à biotite (type Louvigné-du-Désert), 3 RMP dans les granodiorites à cordiérite (type Vire), 2 RMP dans les Argiles de Landéan et 2 RMP dans les Cornéennes de Fougères.

6.2. CARTES DES RESERVOIRS AQUIFERES

Une modélisation de la géométrie des réservoirs aquifères (altérites et milieu fissuré) sera réalisée sur le bassin.

Les cartes seront effectuées grâce à une modélisation par krigeage des points ayant permis de repérer le contact entre le milieu altéré et le milieu fissuré :

- données de forages (forages de la base SILURES Bretagne et tarières réalisées),
- et des observations de surface (affleurements repérés lors de la cartographie des formations superficielles).

6.3. CARTE PIEZOMETRIQUE

La carte sera obtenue à partir de relevés piézométriques (forages et tarières) comparés à la surface enveloppe des thalwegs humides considérée comme la surface piézométrique affleurante. Une piézométrie théorique sera ainsi tracée permettant le calcul de l'extension et de l'épaisseur des altérites mouillées.

Les formations altérées situées sous la surface piézométrique, ainsi que l'épaisseur de formations fissurées sous-jacentes servent au calcul des volumes d'eau stockés au niveau de l'entité géologique considérée.

6.4. SYNTHÈSE DES DONNÉES

La cartographie des volumes d'eau est basée sur la modélisation géométrique des aquifères, la simulation de la piézométrie, et des teneurs en eau mesurées par les sondages RMP pour chaque formation géologique.

Les cartes réalisées permettront de visualiser la répartition spatiale des volumes d'eau souterraine contenue dans le bassin étudié.

Des cartes thématiques multicritères seront réalisées en croisant les cartes de paramètres : intérêt des aquifères de socle, géométrie des réservoirs aquifères, cartes de volumes d'eau...

Enfin, un rapport de synthèse sur le bassin versant du Nançon permettra d'expliquer la méthode utilisée et de détailler les résultats et conclusions obtenus.

7. Conclusion

Le présent rapport détaille l'avancement de la première année du projet SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine.

Il détaille le travail accompli en 2006 :

- choix et délimitation du bassin versant étudié,
- valorisation des données de forages fournies par le projet SILURES Bretagne, avec notamment la cartographie de l'intérêt hydrogéologique des aquifères de socle,
- examen de la contribution des eaux souterraines au débit de la rivière,
- cartographie des formations superficielles et texte descriptif,
- réalisation de 13 sondages mécaniques à la tarière,
- planification des sondages géophysiques RMP.

Ce rapport présente également le travail ultérieur prévu au cours de la deuxième année du projet, c'est-à-dire en 2007 :

- interprétation des sondages géophysiques RMP,
- cartographie de la géométrie des réservoirs aquifères (milieu altéré et fissuré),
- édition d'une carte piézométrique théorique,
- synthèse des résultats (cartes thématiques multicritères, cartes des volumes d'eau souterraine stockés...),
- rédaction d'un rapport présentant le détail des méthodes utilisées et commentant les cartes de synthèse effectuées.

A l'issue de cette étude, le rapport de synthèse constituera un document d'aide aux décisions en matière de reconquête de la qualité des eaux souterraines et donc des eaux superficielles.

8. Bibliographie

CHOUX J. (1959) - La cuvette de Landéan (Ille-et-Vilaine). Etude des sédiments et des formations résiduelles. Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, 2, p. 1-34.

DURAND S. (1960) - Examen palynologique des argiles sannoisiennes de Landéan (Ille-et-Vilaine). Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, 2, p. 71-80.

ESTEOULE-CHOUX J. (1967) - Contribution à l'étude des argiles du Massif armoricain. Argiles d'altération et argiles sédimentaires tertiaires. Thèse, Rennes, 1967, 307 p.

J. ESTEOULE-CHOUX, F. PARIS, J. GUIGES et P. DADET (1981) - Notice explicative de la carte géologique de Fougères à 1/50 000 (feuille n°283). Orléans : BRGM, 38 p. Carte géologique par J. ESTEOULE-CHOUX et al., 1981.

JONIN M. (1973) - Les différents types granitiques de la Mancellia et l'unité du batholite manceau (Massif armoricain). C.R. Acad. Sci., 277, p. 281-284, Paris.

MOUGIN B., collaboration : THOMAS E., JEGOU J-P. (2002) - SILURES Bassins versants - Dourduff (29), Maudouve et Noë Sèche (22), Oust (56), Yvel (56) - Etat d'avancement de l'année 1 - BRGM/RP-51891-FR - 43 p., 3 tab., 11 fig., 3 annexes.

B. MOUGIN, E. THOMAS, F. MATHIEU, R. BLANCHIN et R. WYNS (2005) - SILURES Bassins Versants - Dourduff (29), Oust (56), Yvel (56), Maudouve et Noë Sèche (22) - Rapport final Année 2 - BRGM/RP-53742-FR - 98 p., 20 tabl., 21 fig., 3 ann. dont 56 planches (vol. séparé).

MOUGIN B., collaboration : CARN A., JEGOU J-P. et QUEMENER G. (2006) - SILURES Bretagne - Rapport d'avancement de l'année 4 - BRGM/RP-55001-FR - 61 p., 23 ill., 5 ann.

OLLIVIER-PIERRE M-F. (1980). Etude palynologique (spores et pollens) de gisements paléogènes du Massif armoricain. Stratigraphie et paléogéographie. Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, n°25.

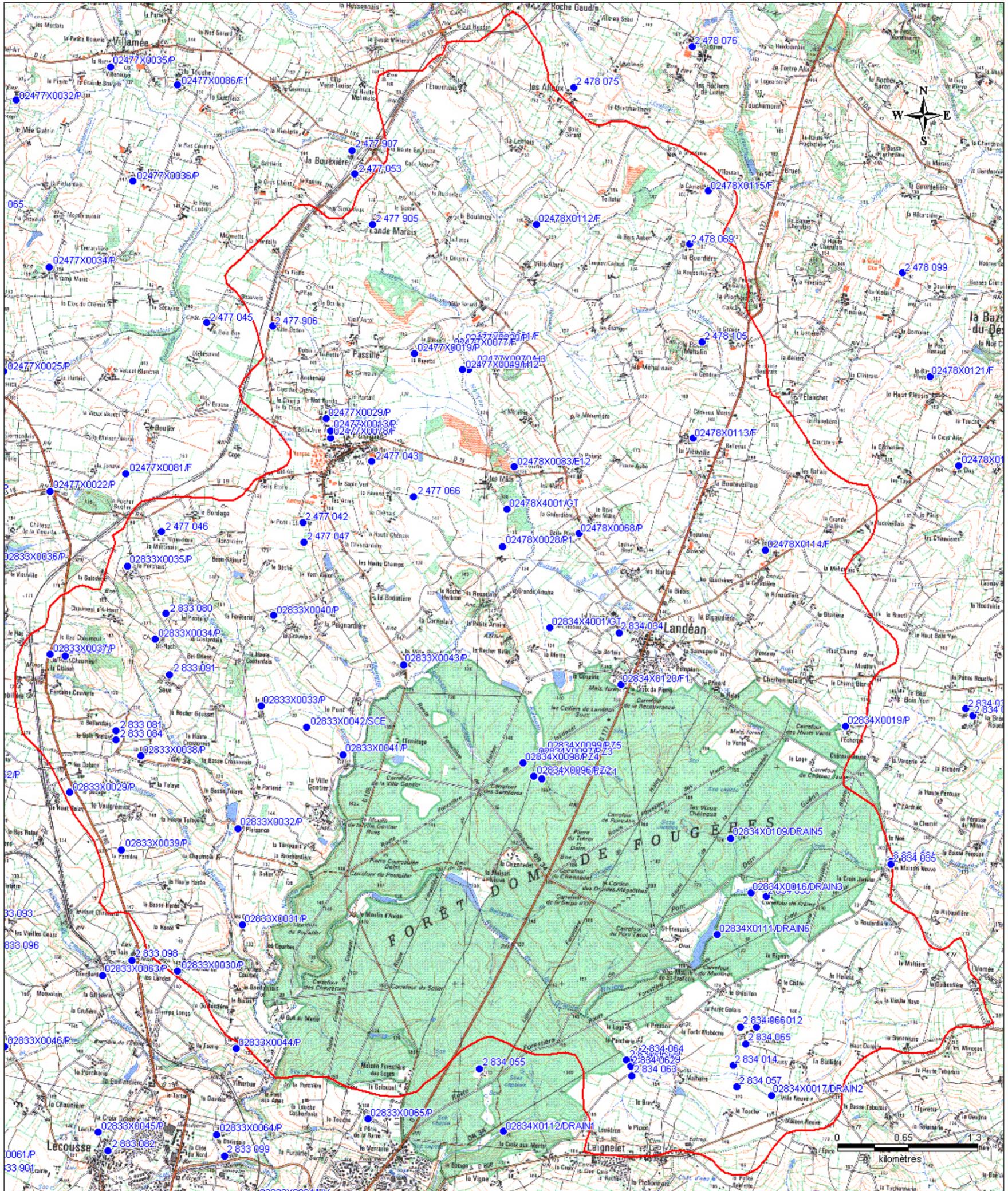
P. DADET, M. BEURRIER, J-P. LAUTRIDOU (1984). - Notice explicative de la feuille Saint-Hilaire-du-Harcouët à 1/50 000 (feuille n°247). Orléans : BRGM, 26 p. Carte géologique par P. DADET et al., 1983.

REY R. (1959) - La faunule malacologique de Landéan (Ille-et-Vilaine). Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne, 2, p. 35-70.

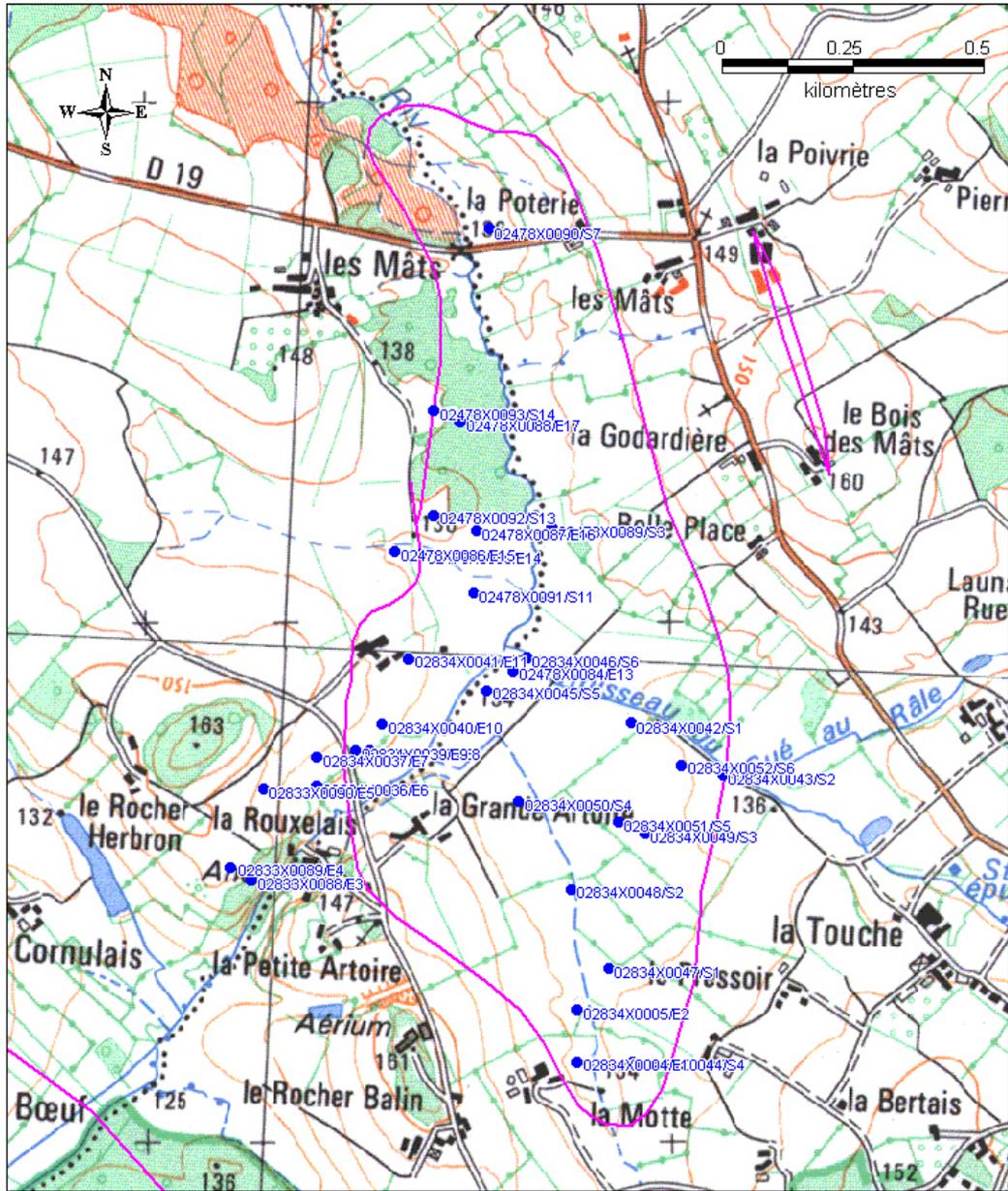
REY R. (1974) - Notes malacologiques. Gastéropodes continentaux et hyposalins de l'Oligocène et du Miocène inférieur. Revue Scientifique du Bourbonnais, 69-124.

Annexe 1

Localisation des forages présents autour du bassin versant du Nançon - Sondages du bassin de Landéan



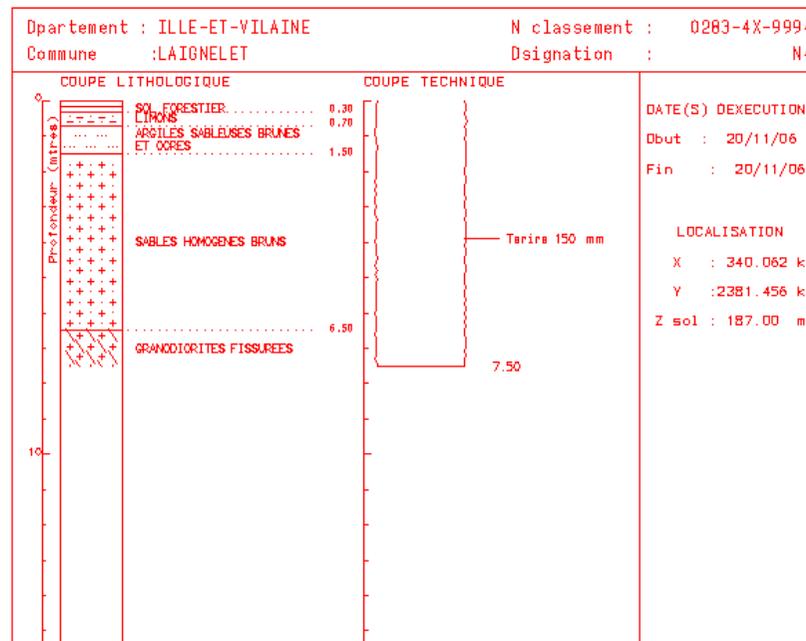
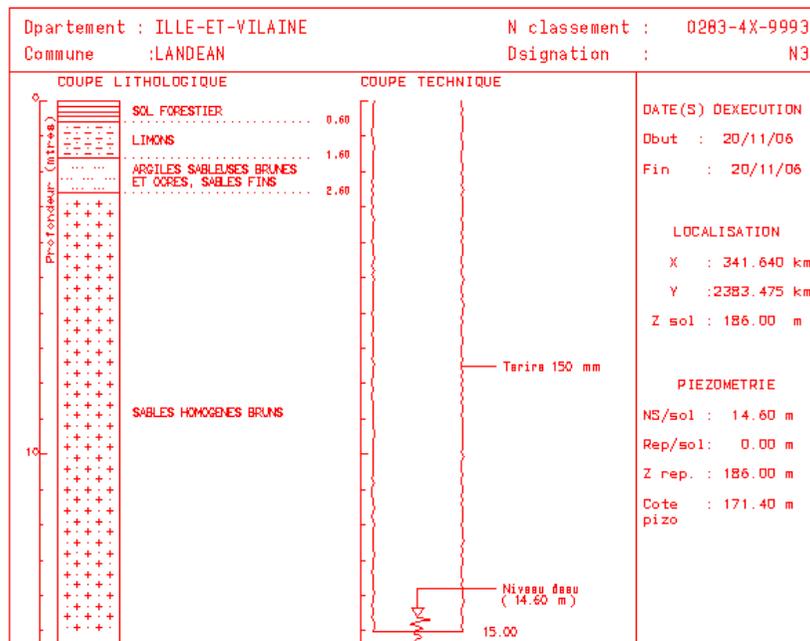
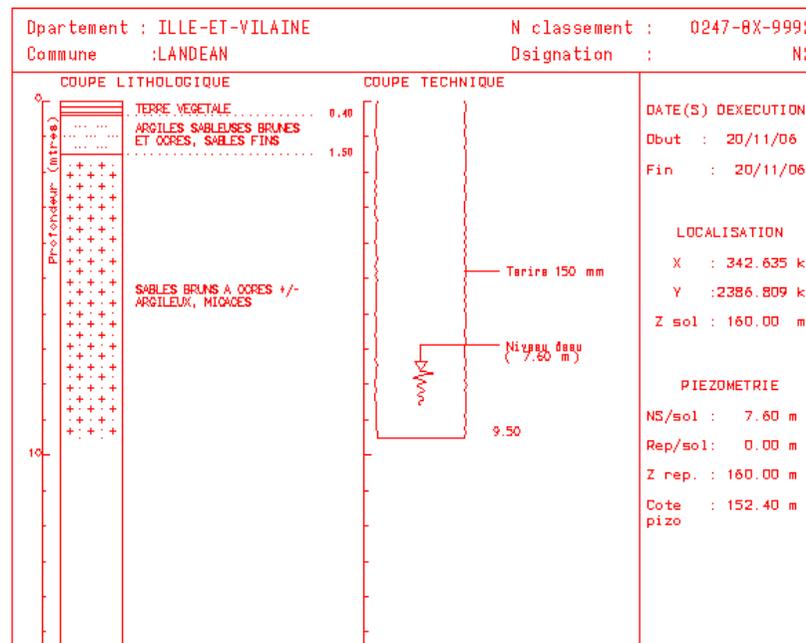
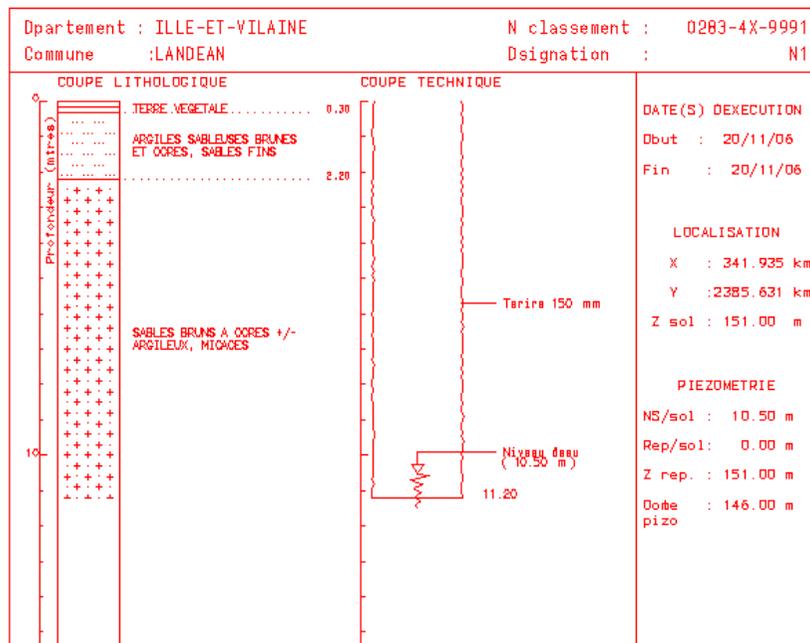
Localisation des forages présents autour du bassin versant du Nançon

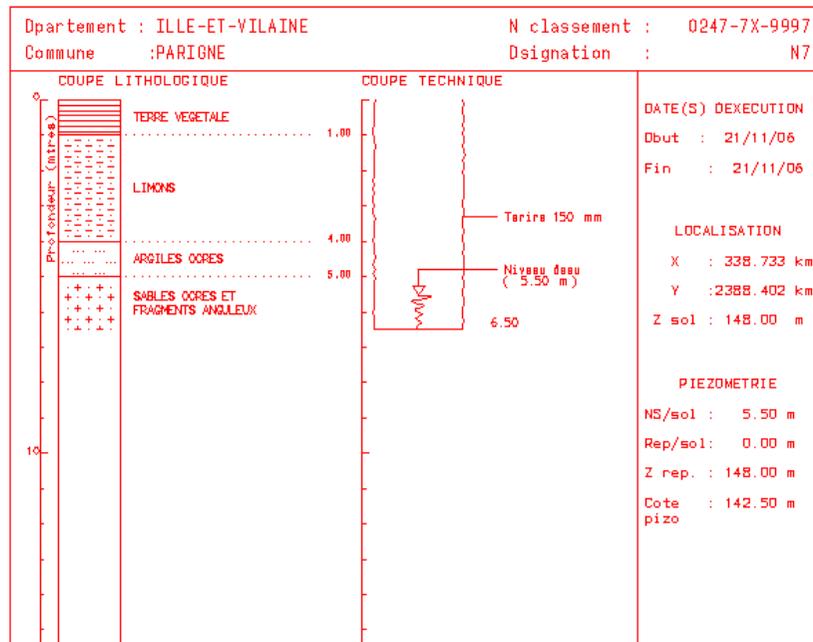
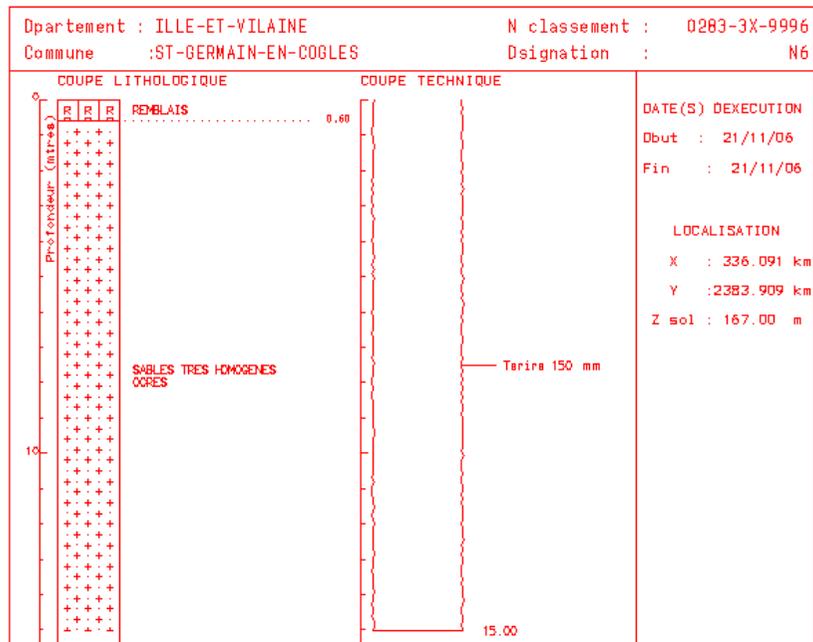
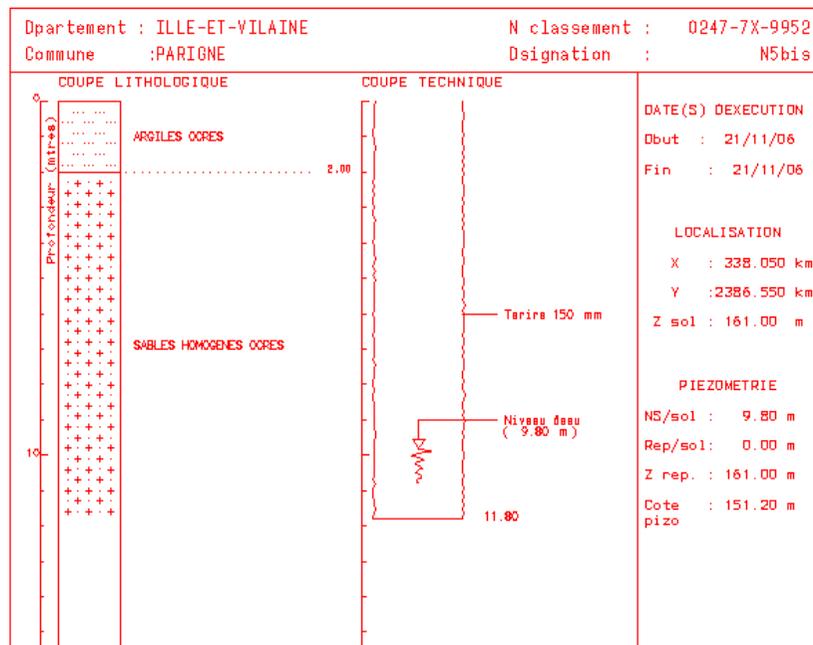
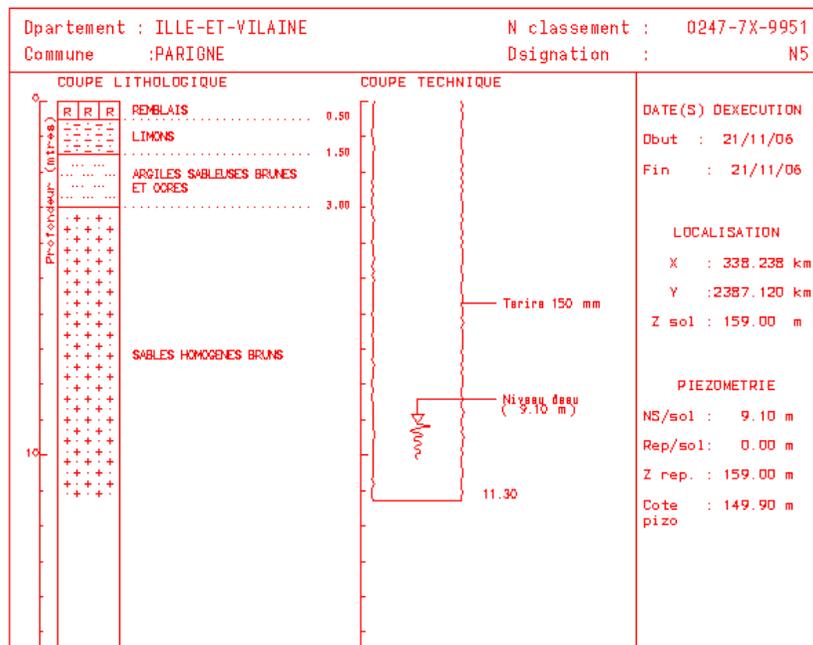


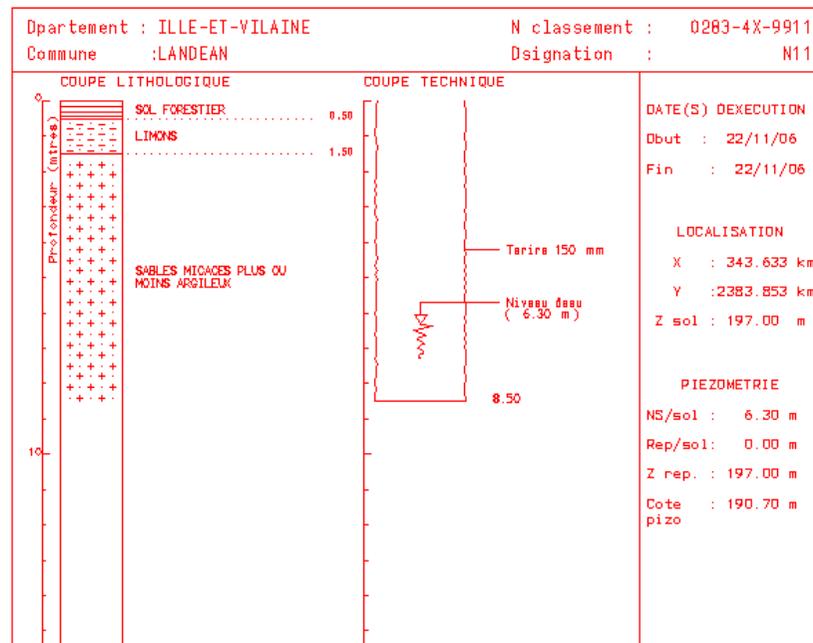
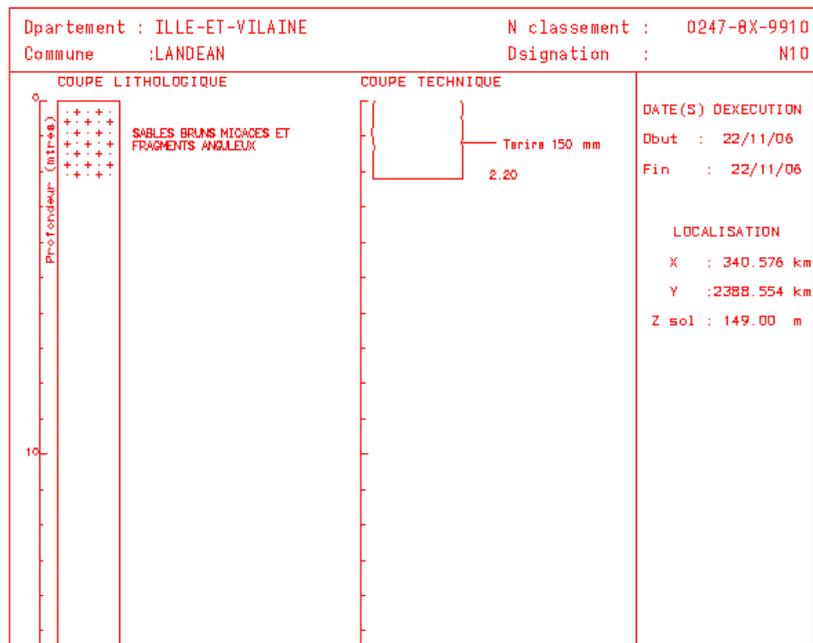
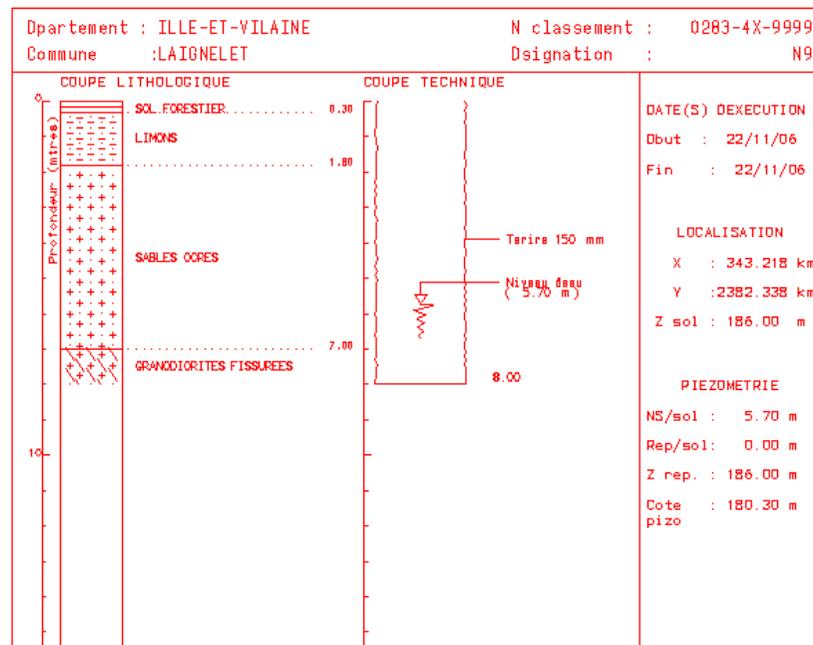
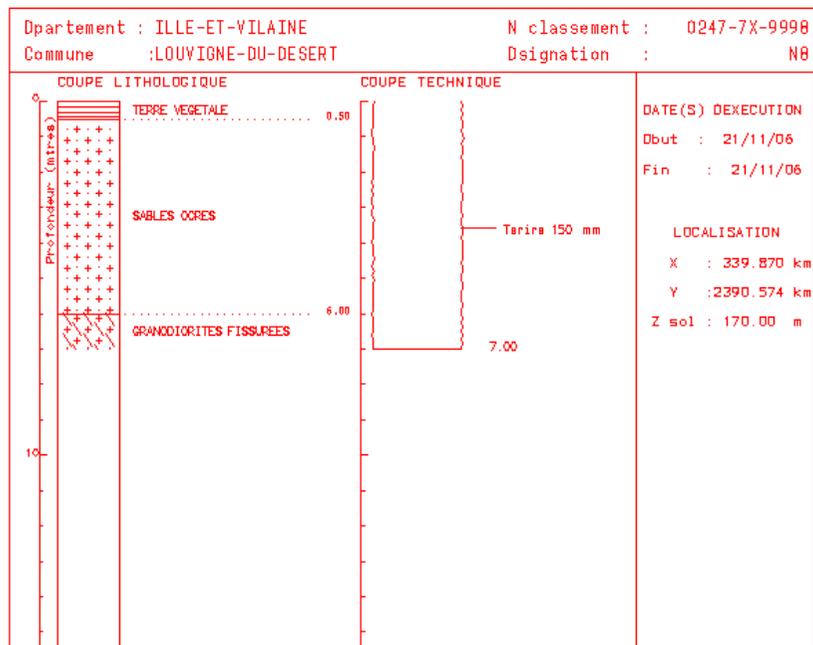
Sondages du bassin de Landéan

Annexe 2

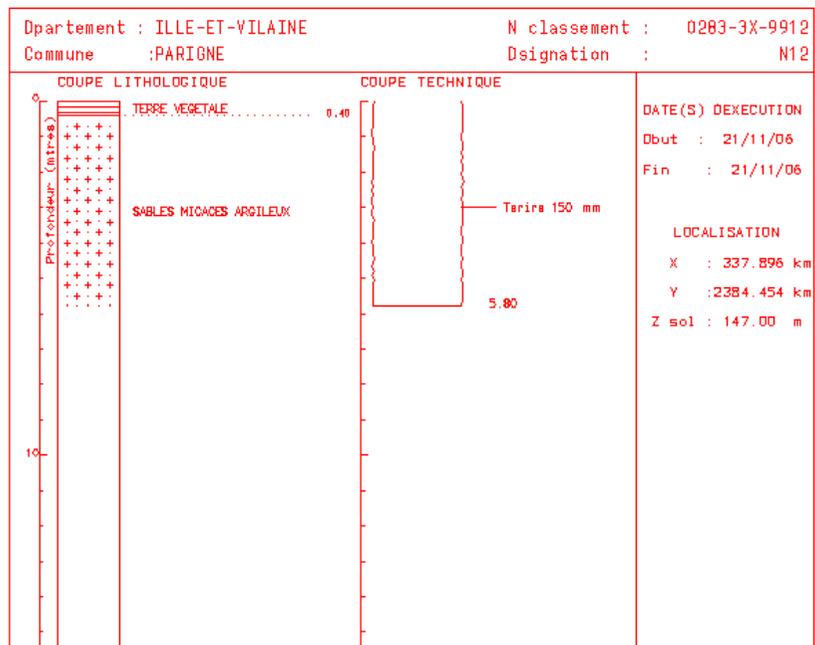
Coupes géologiques des sondages mécaniques Nançon (N1 à N12)







SILURES Bassin versant Ille-et-Vilaine





Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Bretagne
Rennes Atalante Beaulieu
2, rue de Jouanet
35700 – Rennes – France
Tél. : 02 99 84 26 70