



Rapport d'étape 2 : Délimitation de l'aire d'alimentation du captage

Phase 1 : Etude de délimitation de l'aire d'alimentation de captages et cartographie de la vulnérabilité intrinsèque - Captage de la Touvre (16)



Rapport n°A121720/version A – Février 2023

Projet suivi par Syndia FERNANDES – 06.71.97.23.63 – syndia.fernandes@anteagroup.com

Fiche Signalétique

Rapport d'étape 2 : Délimitation de l'aire d'alimentation du captage

Phase 1 : Etude de délimitation de l'aire d'alimentation de captages et cartographie de la vulnérabilité intrinsèque - Captage de la Touvre (16)

CLIENT

Raison sociale	EPTB Charente
Coordonnées	5 rue Chante-caille Z.I. des Charriers 17100 SAINTES
Contact	Mme Adeline MASSONNEAU TEL : 05.46.74.00.02 et 07.79.59.44.77



SITE D'INTERVENTION

Raison sociale	Captage de la Touvre
Coordonnées	Bassins versants de la Touvre, La Bonniere, La Tardoire et Le Bandiat
Famille d'activité	Eau souterraine
Domaine	Eau

DOCUMENT

Destinataires	Mme Adeline MASSONNEAU TEL : 05.46.74.00.02 et 07.79.59.44.77 Email : adeline.massonneau@fleuve-charente.net
Date de remise	Février 2023
Nombre d'exemplaire remis	1 sous format PDF
Pièces jointes	-
Responsable Commercial	Christophe Subias

N° Rapport/ N° Projet	A121720-A/PCHP220137
Révision	/

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	FERNANDES Syndia	Ingénieure de projet	Février 2023	
Vérification	SUBIAS Christophe	Hydrogéologue	Février 2023	



Sommaire

1	Introduction	5
2	Rappel des principaux résultats de l'Etape 1.....	7
2.1	Contexte géographique	7
2.2	Le captage.....	8
2.3	Hydrochimie et qualité de l'eau captée	9
2.4	Synthèse des principaux résultats de l'Etape 1	9
3	Investigations réalisées	11
4	Délimitation de la PNAC et de l'AAC	15
4.1	Délimitation de la PNAC	15
4.1.1	Contexte géologique et structural	15
4.1.2	Inventaire des phénomènes karstiques.....	16
4.1.3	Schéma hydrogéologique.....	18
4.2	Délimitation de l'AAC	20
4.2.1	Bilan hydrogéologique	20
4.2.2	Traçages.....	21
4.2.3	Interprétation des données physico-chimiques	21
4.3	Tracé de l'AAC.....	21



Liste des illustrations

Liste des figures

Figure 1 : a - Croquis de repérage des sources extrait de la thèse de D. ROUILLET ; b – vue générale de la zone ; c - photos des trois sources principales de la Touvre (source : Rapport d'expertise pour le choix du DOE et DCR, D. Labat et A. Mangin, Juin 2015)	6
Figure 2: Localisation des sources de la Touvre (Source: Géoportail)	7
Figure 3: Vue aérienne des sources de la Touvre ainsi que de la Station de reprise (Source: Géoportail)	8
Figure 4: Méthodologie pour déterminer le paramètre S (Source : BRGM)	11
Figure 5 : Localisation des sondages pédologiques et zonages pédologiques	14
Figure 6: Contexte géologique et structural du système de la Touvre	16
Figure 7: Synthèse des indices karstiques répertoriés dans les études antérieures (ANTEA)	17
Figure 8: Schéma synthétique des sources de la Touvre extrait de la thèse de D. ROUILLET	18
Figure 9: Zones d'alimentation du système de la Touvre	19
Figure 10: Délimitation du tracé de l'AAC proposé	23

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification des sondages par types de sol selon la méthode du BRGM	12
--	----



1 Introduction

Le captage de la Touvre est une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable de Grand Angoulême car il assure en moyenne 87 % de l'approvisionnement en eau potable du territoire et de ses 145 310 habitants (soit 2,17 habitants/abonné - population 2017). Les sources de la Touvre sont localisées sur la commune de Touvre située sur le territoire de Grand Angoulême (Figure 1).

En 2018, Grand Angoulême a sollicité l'Agence de l'Eau Adour-Garonne pour restructurer l'usine du Pontil qui prélève dans l'une des sources de Touvre (**source du Bouillant**). Par courrier en date du 26 février 2021, l'Agence de l'eau Adour Garonne a conditionné le versement d'une aide complémentaire à la réalisation d'une étude de délimitation des zones de protection du captage puis la définition d'un plan d'actions afin de préserver cette ressource stratégique. Cette décision fait également suite au classement de ce captage dans la liste des captages sensibles de priorité 4 en mars 2022.

Pour répondre à cette demande, Grand Angoulême a sollicité l'Etablissement Public Territorial de Bassin (EPTB) Charente afin de porter cette démarche, compte tenu de l'étendue du bassin d'alimentation et du caractère stratégique de la ressource. Dans le détail, la méthodologie nationale (article L.211-3 du code de l'environnement) définit plusieurs phases comprenant :

- **Phase 1** : Etude de délimitation de l'Aire d'Alimentation du Captage (AAC) et cartographie de la vulnérabilité intrinsèque :
 - **Etape 1** : étude hydrogéologique du bassin versant souterrain.
 - **Etape 2** : définition de la portion de nappe alimentant le captage (PNAC).
 - **Etape 3** : cartographie de la vulnérabilité intrinsèque du captage vis-à-vis des pollutions diffuses.
- **Phase 2** : Diagnostic des pressions du territoire
- **Phase 3** : Délimitation des Zones Actions Prioritaires au regard de la cartographie de la vulnérabilité intrinsèque et du diagnostic des pressions

Ce rapport présente les résultats de l'étape n°2 de la Phase 1 et comporte trois parties :

- Synthèse des résultats de l'étape n°1 de l'étude ;
- Résumé des données existantes, conceptualisation du fonctionnement hydrogéologique et investigations réalisées;
- Délimitation de l'Aire d'Alimentation du captage de la Touvre.

Dans ce rapport, l'aire d'alimentation est définie au droit du captage du Bouillant, faisant partie des sources de la Touvre.



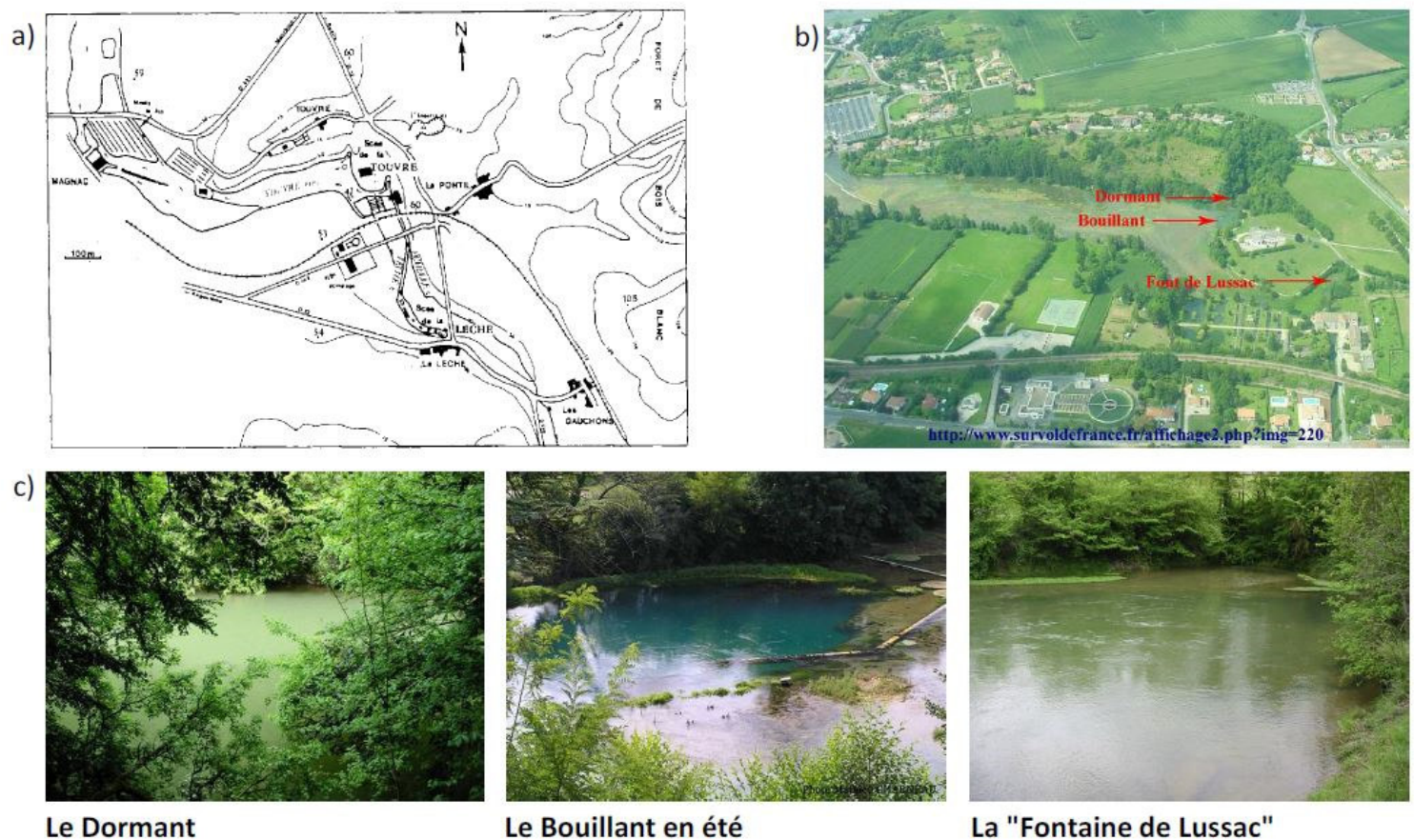


Figure 1 : a - Croquis de repérage des sources extrait de la thèse de D. ROUILLET ; b – vue générale de la zone ; c - photos des trois sources principales de la Touvre (source : Rapport d'expertise pour le choix du DOE et DCR, D. Labat et A. Mangin, Juin 2015)



2 Rappel des principaux résultats de l'Etape 1

2.1 Contexte géographique

Les sources de la Touvre (constituées de 3 résurgences principales) sont situées à 7 km à l'est d'Angoulême, dans le département de la Charente (16).

Les coordonnées géographiques (Lambert 93) des sources de la Touvre sont les suivantes :

Indice BSS	7093X0020
X	486 264
Y	6 510 765
Z (mNGF)	+45

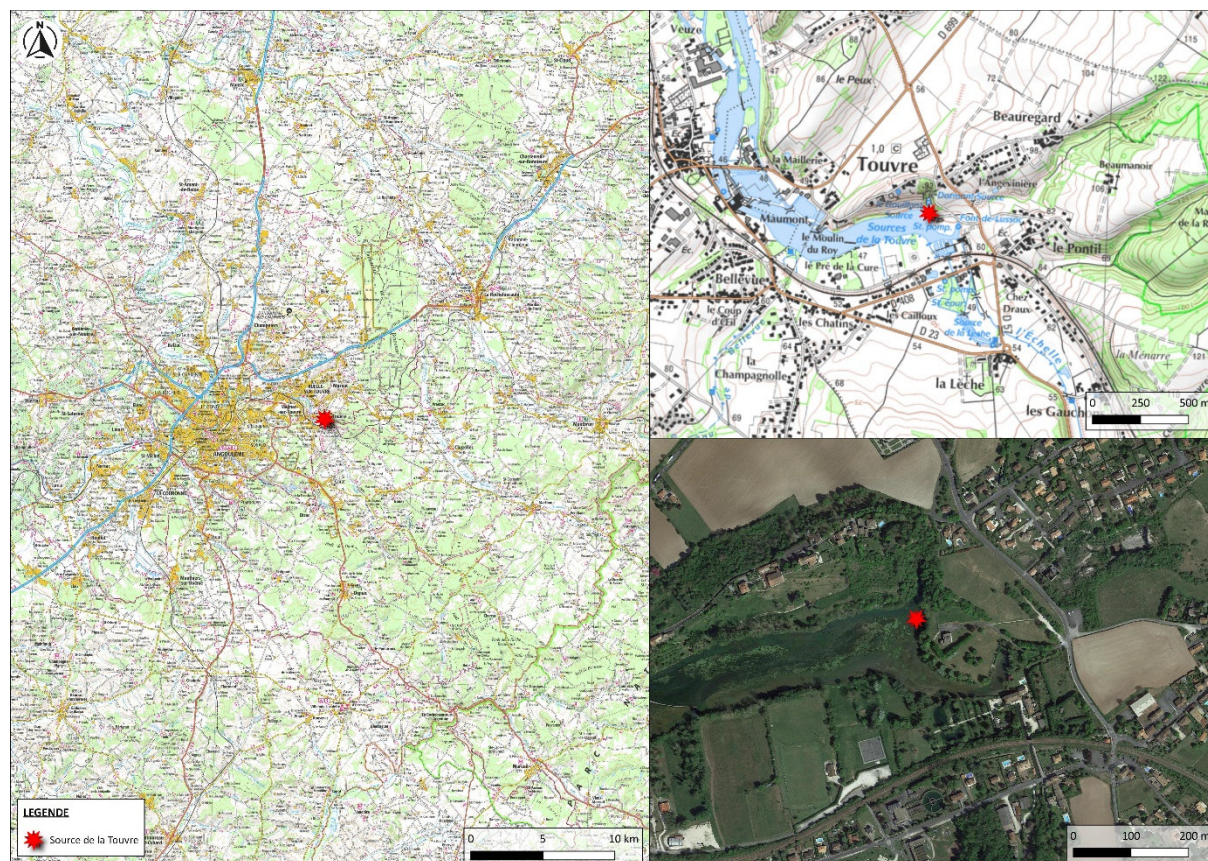


Figure 2: Localisation des sources de la Touvre (Source: Géoportail)



2.2 Le captage

Les sources de la Touvre sont constituées par 3 exutoires principaux :

- **Le Bouillant** (code BSS : 07093X0020, Z=45 m), vaste zone effondrée de 40 m de long sur 30 m de large et profonde de 15 m. L'eau y arrive par un conduit de 2,5 m de diamètre où les vitesses d'écoulement peuvent atteindre 2 m/s.
- **Le Dormant** (code BSS : 07093X0077, Z=45 m), situé dans le prolongement du Bouillant auquel il se raccorde en profondeur. La vasque de 27 m de profondeur est fermée par des éboulis à travers lesquels l'eau émerge.
- **La Font de Lussac** (code BSS : 07093X0066, Z=47 m), située sur une diaclase ouverte sur 25 m de longueur et qui se raccorde à des puits verticaux.

Le point du Bouillant est constitué par 3 crépines placées dans le griffon de la source du Bouillant entre 3 et 5 mètres de profondeur. Une station de reprise est située directement à proximité des sources. La station de pompage et de traitement se situe route du Pontil, de l'autre côté de la voie SNCF, en rive gauche de la Touvre. Elle présente une capacité de pompage de 2 200 m³/h.

Les Figure 2 et Figure 3 présentent la localisation géographique des 3 sources et de la station de reprise.



Figure 3: Vue aérienne des sources de la Touvre ainsi que de la Station de reprise (Source: Géoportail)



2.3 Hydrochimie et qualité de l'eau captée

La qualité des eaux captées aux sources de la Touvre d'un point de vue physico-chimique et bactériologique est d'une qualité globale satisfaisante et compatible aux normes eaux brutes avec des teneurs en nitrates stables dans le temps et la présence de pesticides à des concentrations très faibles.

Les eaux superficielles sur l'ensemble du territoire semblent plus affectées par la présence de pesticides (atrazine et nitrates) en légère hausse par endroit et avec une réactivité face aux épisodes de précipitations, selon le degré de réponse des rivières aux précipitations : les bassins versants de la Bonnière et de la Tardoire semblent plus réactifs sur cet aspect, probablement dû à la présence du grand karst sur les tronçons concernés.

2.4 Synthèse des principaux résultats de l'Etape 1

Le système karstique des sources de la Touvre est un aquifère relativement complexe, de type binaire et dont l'alimentation provient en grande partie des pertes des ruisseaux de la Tardoires et du Bandiat (entre 50 et 70% selon les auteurs). Le reste de l'alimentation provient de l'infiltration efficace sur l'impluvium karstique (ou karst de La Rochefoucauld), représenté par les calcaires jurassiques à l'affleurement et affectés d'une intense karstification.

L'une des sources du système (source du Bouillant) est captée pour l'eau potable et représente un peu moins de 90% de la production en eau potable de l'agglomération. Parmi les autres usages, on peut mentionner l'usage agricole (79% des volumes totaux prélevés sur le bassin versant) avec des volumes oscillants entre 3 et 5 M m³ et plutôt à la hausse sur cette période d'observation. La variabilité est cependant liée à la demande estivale et aux apports pluviométriques.

Les limites du bassin d'alimentation ont été étudiées par le passé à travers la réalisation :

- d'études générales sur la connaissance du système karstique (thèses de ROUILLER et LAROCQUE) ;
- de piézométries de l'aquifère karstique ;
- de traçages hydrogéologiques notamment depuis les pertes mais également sur des indices karstiques (cavités, point d'infiltration...).

Plusieurs bilans hydrogéologiques ont été tentés par les différents auteurs des études. Ces bilans se heurtent à plusieurs difficultés :

- la validité des données d'entrée (précipitation efficace, débits d'entrée et de sortie) et leur spatialisation, d'autant plus important compte tenu de l'étendue du bassin présumé d'alimentation,
- la présence probable de fuites non connues et appréhendées dans un travail plus général sur les débits classés par ROUILLER dans sa thèse et retrouvées lors de la modélisation KARSTMOD utilisée pour la simulation des débits des sources.

L'analyse et la synthèse de toutes les données bibliographiques existantes sur le territoire de la Touvre, a permis d'établir les conclusions suivantes :



- Le système karstique de la Touvre est un système binaire c'est-à-dire alimenté par les précipitations efficaces sur un impluvium karstique et un apport d'eau de surface au niveau de pertes présentes principalement sur deux cours d'eau, la Tardoire et le Bandiat.
- Le Bandiat et la Tardoire sont deux rivières prenant leur source dans le Massif Central et se perdent en totalité ou en partie (en fonction de la période) lorsqu'elles rentrent en contact avec le massif calcaire karstique. Les pertes débutent à Feuillade sur le Bandiat et à Montbron sur la Tardoire.
- Même si les relations hydrauliques n'ont jamais été démontrées par traçages, la rivière de la Bonnieure participerait à l'alimentation de l'aquifère en basses eaux. Les interprétations sur la participation de la Bonnieure à la recharge du système de la Touvre serait cependant relativement faible. Elle a été considérée constante et d'une valeur autour de 2% du débit total de la Bonnieure.
- Le bassin d'alimentation des sources de la Touvre n'est donc pas un bassin versant superficiel, mais un bassin hydrogéologique basé sur un impluvium karstique et un impluvium non karstique ;
- La rivière de l'Echelle n'est pas à considérer dans l'aire d'alimentation du captage du Bouillant, argumentée par les résultats des traçages antérieurs et les relations nappe-rivière étudiées dans les différentes études.

Compte tenu des connaissances à ce jour, **l'aire d'alimentation proposée du captage de la Touvre (point du Bouillant) correspond au territoire délimité par :**

- le **bassin versant hydrogéologique du Grand Karst**,
- les **3 bassins versants superficiels principaux** : la **Bonnieure** (89,84 km²), la **Tardoire** (444,75 km²) et le **Bandiat** (229,13 km²)



3 Investigations réalisées

Les investigations réalisées en janvier et février 2023 ont été conformes au programme prévisionnel fixé dans le rapport d'Etape 1 : afin de confirmer les données partielles pédologiques récoltées en Etape 1, puis compléter les secteurs sans données dans les zones amont du territoire. Pour ce faire, un maillage a été établi pour répartir les sondages en fonction de la grande superficie à couvrir.

Les investigations pédologiques ont été réalisées par Antea Group du 31 janvier au 9 février 2023. Les investigations suivantes ont été réalisées :

- 76 sondages à la tarière à main jusqu'à une profondeur de 2 mètres.

La localisation des sondages est présentée en Figure 5.

Il est à noter qu'à l'occasion de cette campagne de sondages, une attention particulière a été portée sur la présence de signes géomorphologiques caractéristiques de systèmes karstiques (doline, aven, gouffre...) afin de confirmer ou de compléter les indices karstiques déjà identifiés lors d'études antérieures. Après investigations, il n'a été constaté aucune modification karstique majeure sur le secteur d'étude.

Plusieurs types de sols, classés selon la méthodologie du BRGM (Figure 4), sont répertoriés sur la zone d'étude et sont décrits en suivant (Tableau 1) :

		TEXTURE				
		Argile A > 12 %	Limons A < 12 % et S < 60 %	Sable S >= 60 %*		
CAILLOUX	0-15 %	1	1	2		
	30-60 %	1	2	3		
	> 60 %**	2	3	4		
S		NATURE DU SOL				
		Inconnue (Se)	1	2	3	4
Zones imperméabilisées		S0				
EPAISSEUR	> 5m	S1	S1	S1	S2	S3
	1-5m	S1	S1	S2	S3	S3
	60-100cm	S2	S2	S3	S4	S4
	30-60cm	S3	S3	S4	S4	S4
	0-30cm	S4	S4	S4	S4	S4

Figure 4: Méthodologie pour déterminer le paramètre S (Source : BRGM)



Tableau 1: Classification des sondages par types de sol selon la méthode du BRGM

D+A1:K75ésignatio	Lieu_Prelevement	X	Y	% argile	% limons	% sables	% Cailloux	Pondération texture	Critère S
CI01	Terrain de prairie	496627	6502483	35	25	40	10	2	3
CI02	Terrain avec hautes herbes et champs à côté	500170	6503589	5	75	20	0	1	1
CI03	Prairie avec des forêts aux alentours	517599	6514395	20	35	45	5	2	3
CI04	Beaucoup de forêts aux alentours	517476	6515530	10	20	70	25	2	4
CI05	Prairie	518175	6517377	10	15	75	10	2	3
CI06	Prairie avec des champs autour	520310	6517269	0	20	80	35	3	4
CI07	Champs	523300	6518366	0	15	85	30	3	4
CI08	Prairie	522560	6516414	0	5	95	30	3	4
CI09	Terrain de prairie entouré de forêts	530737	6501994	15	5	80	40	3	4
CI10	Prairie à côté d'une maison, des affleurements de roche sont visibles depuis le bord de la route plus au sud	530571	6504413	0	10	90	15	2	3
CI11	Champs avec au sud une forêt	531739	6507246	0	5	95	65	4	4
CI12	Pré	535831	6510383	5	15	80	45	3	4
CI13	Champs labouré	539505	6508202	0	5	95	65	4	4
CI14	Champs, beaucoup de bois autour	540197	6511385	0	25	75	10	3	3
CI15	Champs avec forêt autour	525651	6504224	5	15	80	20	3	3
CI16	Champs avec un étang à côté	525501	6499195	5	20	75	25	3	4
CI17	Prairie	520845	6499134	0	5	95	30	4	4
CI18	Champs avec forêts aux alentours	515991	6498183	15	5	80	50	4	4
CI19	Champs	512711	6495331	0	75	25	70	3	4
CI20	Prairie	510070	6502966	10	0	90	20	2	2
CI21	Prairie	502651	6516999	85	15	0	0	1	1
CI22	Prairie	499567	6521375	5	75	20	0	1	1
CI23	Prairie avec présence d'un étang à côté	504127	6523710	85	5	10	0	1	1
S001	Terrain de prairie avec au nord une dépression	482086	6509745	90	10	0	20	1	2
S002	Champs agricole	486757	6508344	15	85	0	25	1	2
S003	Clarière sur carrefour au milieu de forêt - Argile avec présence de pierre	489848	6508883	60	40	0	60	2	4
S004	Prairie agricole - présence d'une déchetterie de déchets inerte au nord	493790	6508544	5	35	60	0	2	2
S005	Prairie agricole	501052	6507056	75	25	0	60	2	4
S006		500932	6510755	90	5	5	30	1	1
S007	zone herbeuse entre route et champs agricole - présence d'un affleurement rocheux en surface	496902	6511343	80	10	10	15	1	4
S008	prairie herbeuse à proximité de champs agricole	498578	6515378	45	15	40	15	1	1
S009	Zone de prairie entourés de culture	495551	6517482	60	40	0	40	1	4
S010	Prairie en bordure de forêt	494387	6516064	65	35	0	70	2	2
S011	Prairie en limite de propriété / refus souvent vers 30 cm	484538	6515195	60	40	0	30	1	3
S012	champs avec graves calcaires en surface	487601	6513757	20	80	0	60	2	4
S013	Dans carrefour en milieu très boisé	492414	6513490	50	35	15	5	1	2
S014	En zone boisée /photo de flanc de fouille	490707	6519611	70	30	0	10	1	2
S015	Champs en friche	495258	6522099	10	35	55	20	2	3
S016		490678	6528005	0	30	70	20	3	4
S017	Prairie	486935	6529134	0	5	95	30	4	4
S018	Champs agricole (indice d'épandage)	496520	6526807	30	50	20	10	1	1
S019	En bordure de forêt et de champ	498193	6532450	0	100	0	60	3	4
S020	Prairie en bordure de champ et de forêt	502220	6531286	60	40	0	30	1	3
S021	Prairie en bordure de route/ Forêt /	504338	6531545	85	15	0	0	1	1
S022	Prairie en aval d'un étang de barrage	490034	6500947	70	10	20	15	1	1
S023	Champs cultivés sur toute la zone	500316	6496154	100	0	0	60	1	4
S024		502191	6497772	100	0	0	60	1	4
S025		502902	6500745	70	30	0	5	1	1
S026	Dans jardin ouvert (propriété) entouré de cultures	504986	6503618	65	15	20	15	1	1
S027	Prairie dans secteur vallonné	518186	6513018	0	40	60	20	3	4
S028	Prairie dans vallon	524176	6513917	10	40	50	25	2	3
S029	Prairie	522099	6514187	5	5	90	20	3	3
S030	Prairie sur plateau	520685	6513546	5	90	5	10	1	1
S031		525981	6511214	10	75	15	20	2	2
S032	Prairie en bordure de route et forêt	525847	6513101	0	10	90	40	3	4
S033	Prairie	526667	6516857	20	30	50	15	1	1
S034	Prairie	524088	6516285	10	35	55	15	1	1
S035	Prairie	528304	6504388	5	40	55	20	2	2
S036	Prairie en fond de vallée saturée (marécage à proximité)	527746	6509241	20	30	50	5	1	1
S037	Prairie (présence d'un affleurement à 200m environ)	530363	6509727	0	20	80	25	3	4
S038	Prairie	531019	6513074	5	25	70	25	3	3
S039	Prairie sur plateau	531107	6516203	75	25	0	0	1	1
S040	Prairie sur plateau	533139	6512631	0	20	80	10	2	2
S041	Sur plateau	535228	6513260	0	40	60	5	2	4
S041bis	Dans talweg marécageux	535148	6513230	75	25	0	0	1	1
S042	Sur pente entre plateau agricole et vallée	538231	6512670	0	80	20	30	2	2
S043	En bordure de chemin en pente	515914	6507948	0	20	80	10	2	2
S044	Prairie en bordure de route et de culture	520033	6507240	0	30	70	10	2	4
S045	Prairie en bordure de forêt	521785	6503336	0	15	85	30	3	3
S046	Prairie en pente	509206	6508055	80	15	5	10	1	2
S047	Prairie en pente	511238	6510629	0	70	30	40	2	2
S048	Prairie	507443	6514052	70	25	5	20	1	1
S049	Prairie en bordure de talweg	510363	6519249	35	60	5	10	1	1
S050	Prairie entourée de champs agricole	509145	6530153	65	35	0	0	1	1
S051	Prairie entourée de champs agricole	510756	6527171	10	40	50	5	1	1
S052	Prairie sur plateau	509424	6523900	20	80	0	10	1	1



La carte des zonages pédologiques établie à partir de l'interprétation des profils pédologiques est présentée en Figure 5.

Cette carte met en évidence les éléments suivants :

- Les secteurs en amont du karst (nord-ouest, est et sud), au niveau des bassins versants superficiels où l'activité agricole est plus importante présentent des sols classés dans la catégorie S4. Ils correspondent à des sols avec une texture plutôt argilo-limoneuse avec des proportions de cailloux variables.
- Dans certains secteurs des vallées de la Tardoire, de la Bonnière et du Bandiat, en bords de cours d'eau, on constate des sols plutôt limono-sableux de catégorie 1, faiblement vulnérables car concentrés sur des dépôts alluviaux avec des proportions ou des épaisseurs argileuses conséquentes.
- Le secteur central est catégorisé S1, signifiant un indice faible de vulnérabilité. Ces sols correspondent à des recouvrements quaternaires alluviaux avec des proportions d'argiles pouvant être importantes.
- Le secteur de la forêt de la Braconne démontre des sols plutôt sablo-limoneux catégorisés S2, avec une vulnérabilité modérée, du fait du couvert boisé.



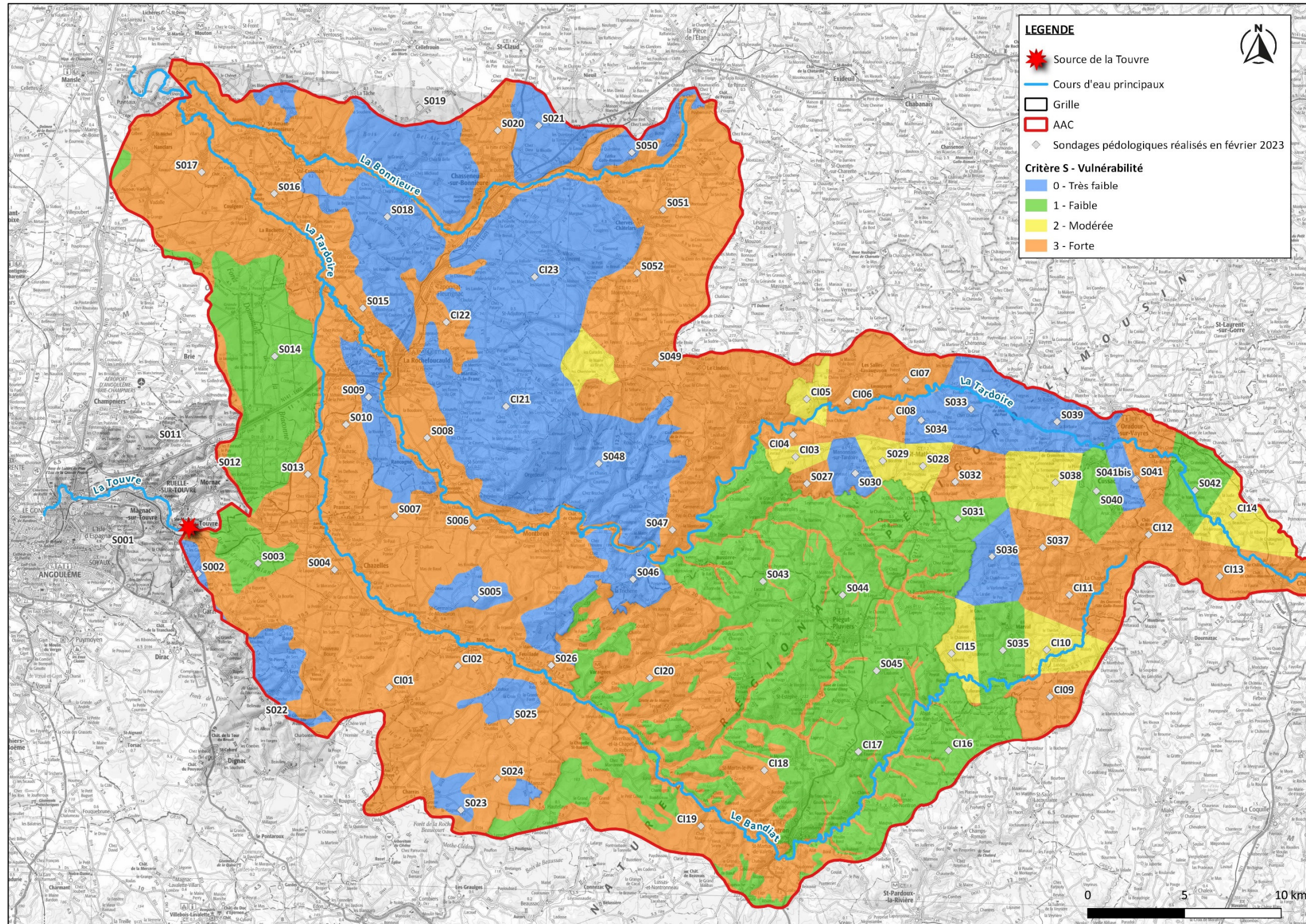


Figure 5 : Localisation des sondages pédologiques et zonages pédologiques



4 Délimitation de la PNAC et de l'AAC

Le bassin d'alimentation d'un captage (BAC) est le lieu des points de la surface du sol qui contribuent à l'alimentation du captage. Dans les cas simples, le bassin d'alimentation concerne un seul aquifère et correspond à la projection en surface de la portion de la nappe d'eau souterraine alimentant le captage (PNAC). Les limites de l'AAC se superposent à la PNAC pour une nappe libre lorsqu'il n'y a pas d'apport extérieur (pertes cours d'eau, déversement de terrasse) ou de sorties (drainages, pompages) susceptibles d'augmenter ou de réduire la surface de la PNAC. Dans les zones où les eaux souterraines sont mises en liaison directe avec les eaux superficielles (gouffres, pertes), les zones topographiques alimentant par ruissellement ces points sont intégrées à l'AAC du captage.

L'aquifère capté par le captage de la Touvre au Bouillant est formé de calcaire fracturé correspondant à un système binaire karstique dont l'alimentation provient en grande partie par les pertes des ruisseaux de la Tardoire et du Bandiat.

4.1 Délimitation de la PNAC

La délimitation de la PNAC du captage de la Touvre au Bouillant a donc été effectuée à partir des éléments suivants :

- le contexte géologique et structural,
- l'inventaire des phénomènes karstiques.

4.1.1 Contexte géologique et structural

Pour rappel, tel qu'il a été décrit dans le rapport d'Etape 1, les sources de la Touvre drainent le massif de calcaires du Jurassique moyen et supérieur et émergent à travers la formation imperméable du Kimméridgien supérieur.

Le toit de la formation aquifère (calcaires récifaux du Kimméridgien inférieur) serait situé à une vingtaine de mètres de profondeur dans la source de Font de Lussac et à une trentaine de mètres dans le Bouillant. Cette émergence se fait à la faveur de la faille de l'Echelle qui met en contact des calcaires avec les marnes du Kimméridgien supérieur. Vers l'Ouest, les eaux souterraines sont bloquées d'une part à la faveur des failles, par les marnes argileuses du Kimméridgien supérieur et d'autre part par le passage à des faciès argileux au sein même des séries du Bajocien au Kimméridgien inférieur.

Ce massif calcaire constitue le karst de La Rochefoucauld, dont la majeure partie du système souterrain se développe sous le massif forestier de la Braconne et du Bois Blanc. Sa délimitation est présentée sur une figure synthétique à la section 4.3. La Figure 6 résume de façon schématique le contexte géologique et structural du système de la Touvre.



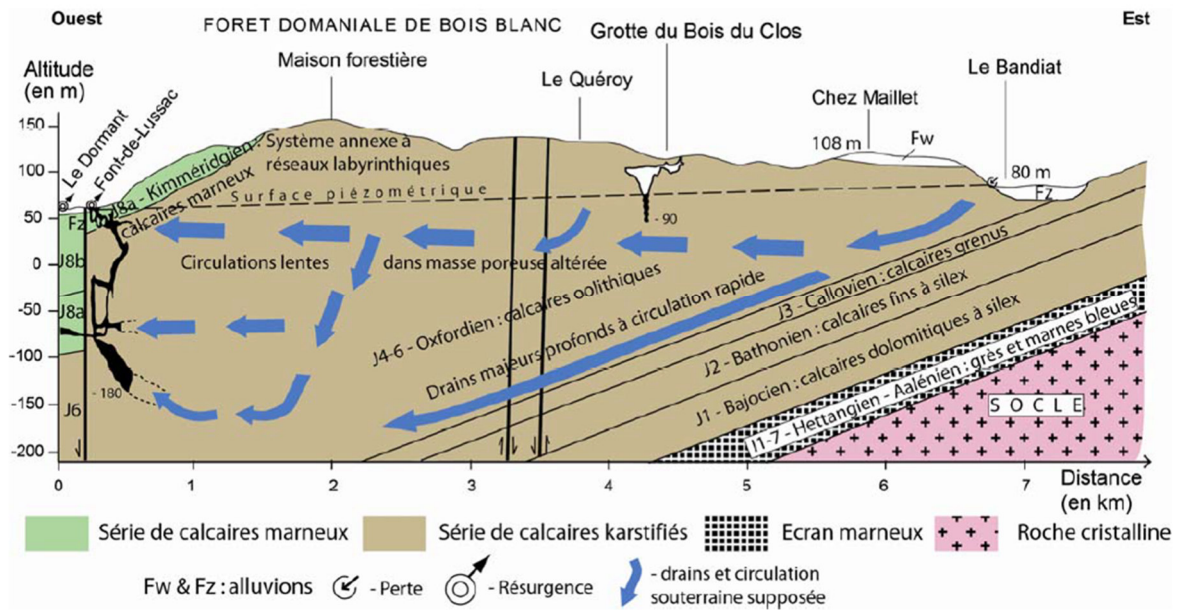


Figure 6: Contexte géologique et structural du système de la Touvre

4.1.2 Inventaire des phénomènes karstiques

Lors de l'étude d'ANTEA (2015), 18 zones d'infiltration préférentielle ont été déterminées par croisement des données karstologiques (inventaire des indices karstiques) et géologiques (lithologie des formations) (Figure 7). Les pertes les plus actives se situent aujourd'hui en aval des cours du Bandiat (Chez Roby, la Bécasse et Gros Roc) et de la Tardoire (Pelle-Buze, Lascoux, Chatelard).

L'inventaire de ces indices karstiques permet de cibler les zones de pertes, participant à la recharge par infiltration du Grand Karst. En effet, au contact de formations imperméables et du calcaire, les pertes absorbent les écoulements de surface et constituent une alimentation directe par ruissellement à fort débit de la zone noyée. Lorsque les écoulements de surface contribuent à l'alimentation de la zone noyée à partir des pertes, le système karstique comprend d'une part la partie aquifère proprement dit et le bassin de surface drainé par les pertes (BRGM/RP-57527-FR).



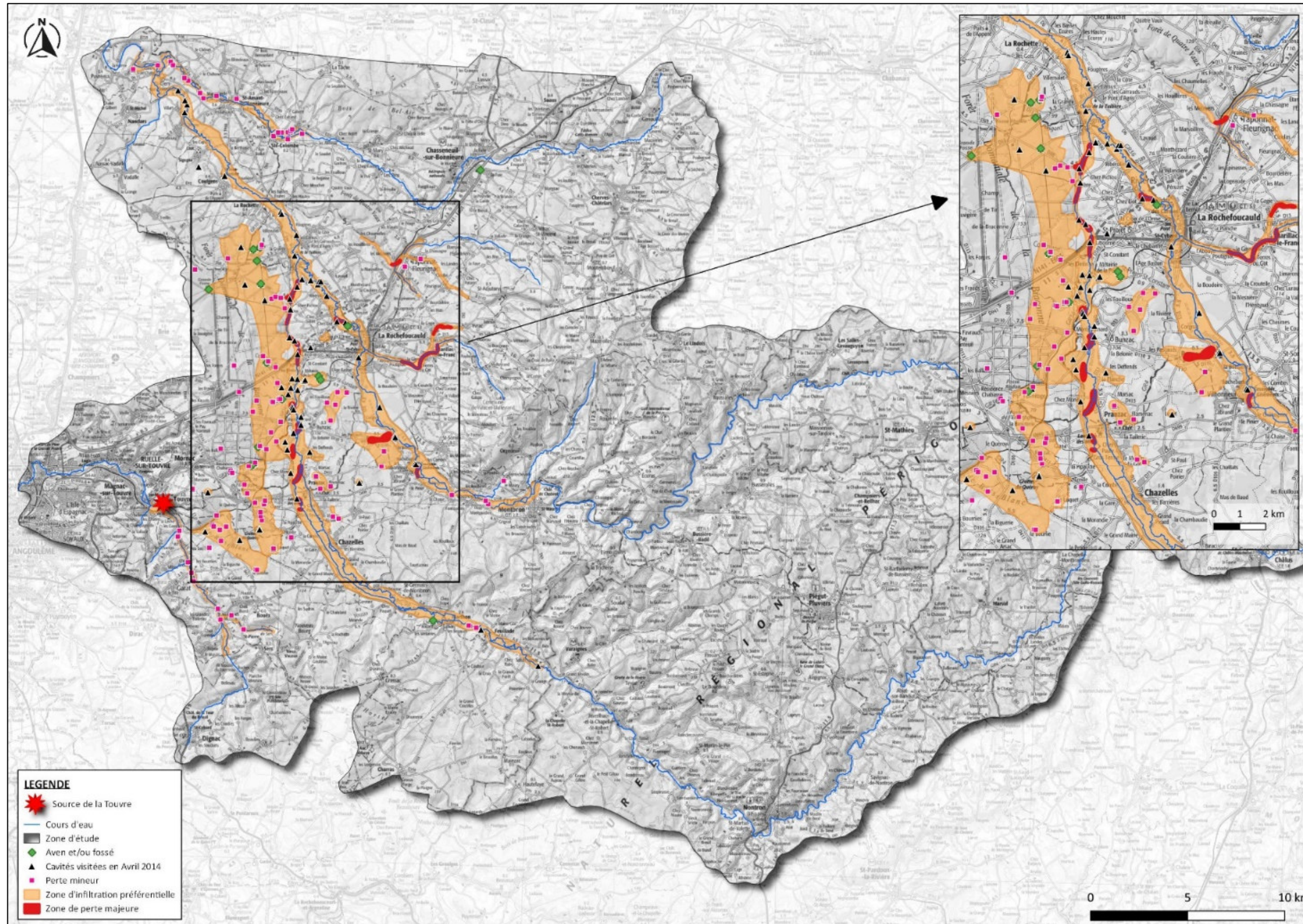


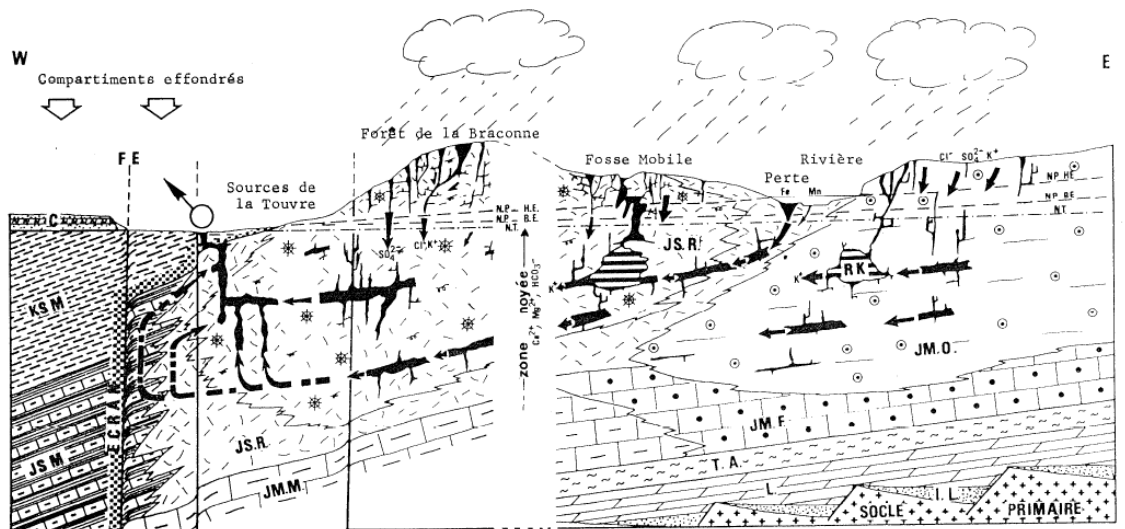
Figure 7: Synthèse des indices karstiques répertoriés dans les études antérieures (ANTEA)



4.1.3 Schéma hydrogéologique

Le schéma hydrogéologique (Figure 8) permet d'illustrer le fonctionnement hydrogéologique du captage de la Touvre au Bouillant qui est le suivant :

- Alimentation par l'impluvium karstique : le « grand karst » où affleurent les terrains du Dogger au Kimméridgien. Les sources de la Touvre et la source de la Lèche sont les exutoires de l'aquifère karstique du Jurassique moyen et supérieur du karst de la Rochefoucauld qui s'étend principalement vers l'est. Ces résurgences émergent à la faveur de la faille de l'Echelle qui met en contact les calcaires récifaux aquifères avec les marnes du Kimméridgien inférieur.
- Alimentation par les impluviums non karstiques : bassin versant des rivières Bonnieure, Tardoire et Bandiat ; qui se perdent en totalité ou en partie (en fonction de la période) lorsqu'elles rentrent en contact avec le massif calcaire karstique. Les pertes débutent à Feuillade sur le Bandiat et à Montbron sur la Tardoire.
- Ecoulement de la nappe vers le N-SO au nord de La Rochefoucauld et NO-SE dans la partie sud du territoire.



Légende : NP.HE : niveau piézométrique en hautes eaux, NP.BE : niveau piézométrique en basses eaux, NT : niveau de la Touvre, I.L : Infra Lias, L : Lias, T.A. : Toarcien-Aalénien, J.M.F : Faciès fin du Jurassique moyen, J.M.O : Jurassique moyen oolithique, J.M.M : Jurassique moyen à tendance marneuse, J.S.R : Jurassique supérieur récifal et périrécifal, J.S.M : Faciès marneux du Jurassique supérieur, K.S.M : Kimméridgien supérieur marneux, C : Crétacé, R.K : Remplissages karstiques argilo-sableux, F.E : Faille de l'Echelle.

Figure 8: Schéma synthétique des sources de la Touvre extrait de la thèse de D. ROUILLER



Le territoire couvert par l'étude étant très étendu, une coupe à échelle du système et intégrant tous les compartiments est difficilement réalisable. La Figure 9 résume donc les différentes zones d'alimentation du système de la Touvre.

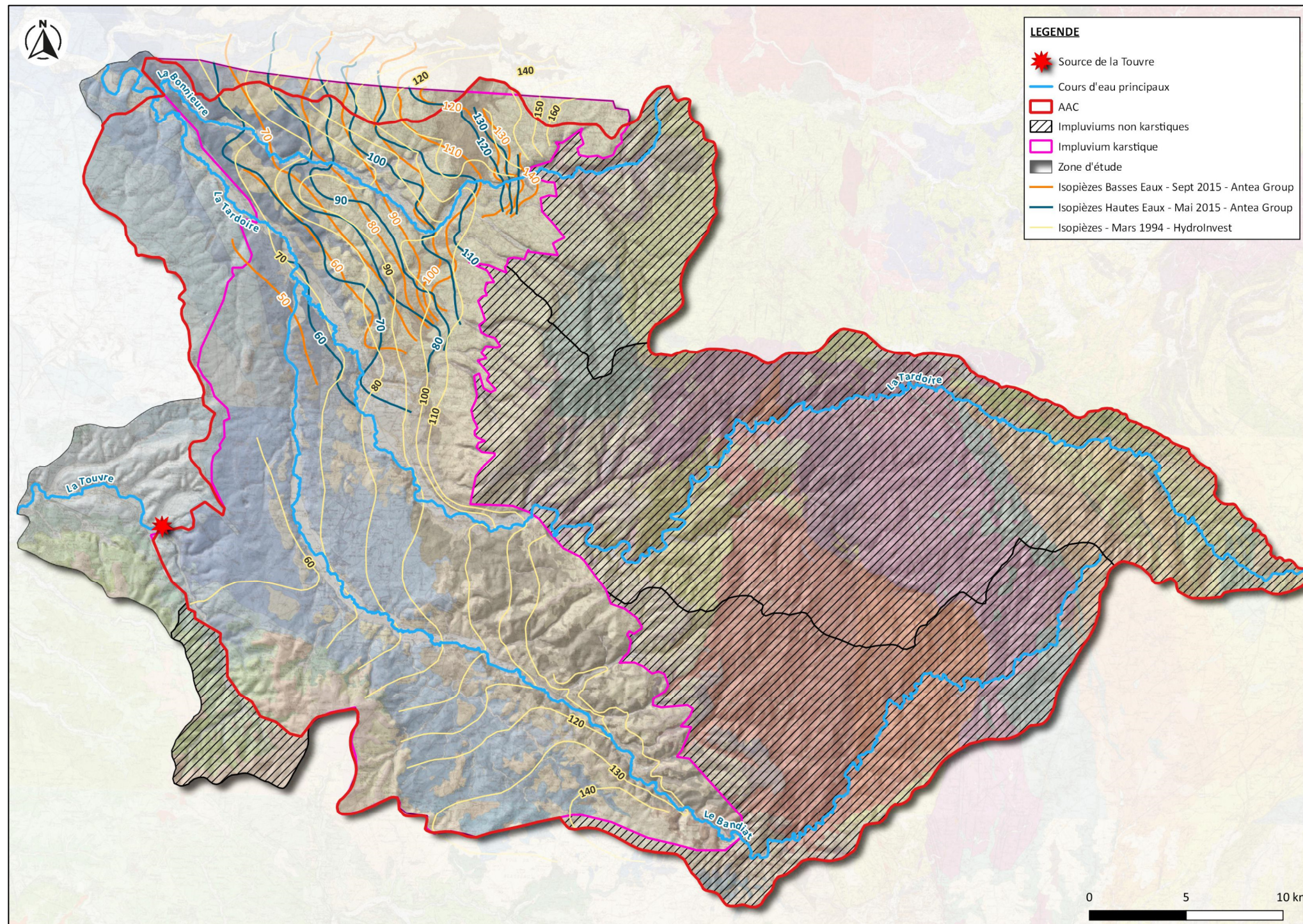


Figure 9: Zones d'alimentation du système de la Touvre



4.2 Délimitation de l'AAC

La délimitation de l'AAC du captage de la Touvre au Bouillant a donc été effectuée à partir des éléments suivants :

- les traçages ;
- le suivi hydrologique de la source sur plusieurs cycles hydrologiques ;
- les jaugages différentiels sur les cours d'eau susceptibles de se perdre ;
- une analyse des débits statistiques pour caractériser le type de système ;
- une interprétation des données physico-chimiques au cours du temps pour apporter des compléments à la détermination du type de système ;
- la topographie pour définir le bassin versant hydrologique.

4.2.1 Bilan hydrogéologique

Pour rappel, tel qu'il a été décrit dans le rapport d'Etape 1, plusieurs auteurs ont proposé des bilans hydrogéologiques du système de la Touvre, sans toutefois aboutir aux mêmes résultats et à des calculs pertinents.

Hypothèses	Répartition des ENTREES	
	Pertes des rivières	Pluies efficaces
CHAMAYOU (1976)	60%	40%
ROUILLER (1987)	70%	30%
HYDROINVEST (2001)	65%	35%
M. LAROCQUE (1997)	50%	50%

Dans le cadre de l'étude sur la définition du Débit d'Objectif d'Etiage, un modèle a été étudié pour simuler les débits naturalisés (c'est à dire sans l'impact des prélèvements) de la Touvre à Foulpougne (en aval des sources de la Touvre). En comparaison des débits mesurés, le modèle reproduit correctement l'évolution des débits de la Touvre avec notamment les périodes de recharge hivernale de l'aquifère et de relargage estival.

Après les premiers résultats, il s'est avéré que le modèle simulait des débits supérieurs aux valeurs mesurées à Foulpougne ce qui veut donc dire concrètement que :

1. Soit qu'on introduit « trop d'eau » dans le modèle via les précipitations, les pertes des ruisseaux,
2. Soit qu'on ne soustrait pas assez d'eau au modèle via les fuites (ETP, prélèvements...) ;
3. Soit que les débits mesurés à Foulpougne sont minorés par rapport à la réalité.

Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer cela, soit :

- Une mauvaise quantification des données d'entrée (précipitation efficace, débits d'entrée et de sortie) et leur spatialisations, d'autant plus important compte tenu de l'étendue du bassin présumé d'alimentation ;

- la présence probable de fuites non connues et appréhendées dans un travail plus général sur les débits classés par ROUILLER dans sa thèse et retrouvé lors de la modélisation utilisée pour la simulation des débits des sources.

En conclusion, le bilan hydrogéologique n'est pas un paramètre déterminant dans la détermination de l'AAC.

4.2.2 Traçages

Les traçages relativement nombreux ont été réalisés pour la plupart dans les années 1970 ainsi que plus récemment en 2015 dans le cadre de la définition des périmètres de protection. Ils ont permis de vérifier les relations entre les sources et les pertes des rivières sur le territoire de la Touvre.

Ils ont également montré que les 3 sources de la Touvre présentant des réactions proches, les **directions d'écoulements souterrains sont dirigées** :

- d'une part de la Tardoire et du cours aval du Bandiat vers les sources de la Touvre exclusivement,
- et d'autre part du cours amont du Bandiat.

Les vitesses mesurées varient de 50 à 100 m/h en fonction du lieu et de l'époque d'injection plutôt 50 à 60 m/h en basses eaux et 100 à 120 m/h en hautes eaux (soit un temps de transfert global de 5 à 10 jours).

4.2.3 Interprétation des données physico-chimiques

La qualité des eaux captées aux sources de la Touvre d'un point de vue physico-chimique et bactériologique est d'une qualité globale satisfaisante et compatible aux normes eaux brutes avec des teneurs en nitrates stables dans le temps et la présence de pesticides à des concentrations faibles.

Les eaux superficielles sur l'ensemble du territoire semblent plus affectées par la présence de pesticides (atrazine et nitrates) en légère hausse par endroit et avec une réactivité face aux épisodes de précipitations, selon le degré de réponse des rivières aux précipitations : les BV de la Bonnière et de la Tardoire semblent plus réactifs sur cet aspect, probablement dû à la présence du grand karst sur les tronçons concernés.

Au-delà de ces observations, l'analyse des données physico-chimiques n'a pas apporté de nouveaux éléments à la compréhension des relations nappe-rivières tel qu'expliqué dans le rapport d'Etape 1.

4.3 Tracé de l'AAC



Le tracé de l'AAC (Figure 10) a pu être tracé en croisant les données suivantes :

- Les résultats de traçage (Cf. 4.2.2) ;
- La délimitation de la PNAC par le contexte géologique karstique (Cf. 4.1) ;
- La surface des bassins versants superficiels de la Bonnieure, la Tardoire et du Bandiat alimentant le système karstique de la Touvre.

Les limites sont justifiées selon les données géologiques (limites des calcaires karstifiés), hydrogéologiques (crêtes piézométriques) ou topographiques (traçages, bassin versant).

La **limite nord** est donnée par les relevés piézométriques et correspond à une crête piézométrique qui sépare les bassins versants du Son-Sonnette et de la Bonnieure.

La **limite ouest** correspond à la limite des faciès récifaux du Jurassique supérieur au-delà desquels les formations deviennent marneuses, et donc moins susceptibles de développer des réseaux karstiques est établie à partir des traçages. Les traçages effectués en amont des sources de la Touvre ont montré que les 3 sources de la Touvre présentant des réactions proches, les directions d'écoulements souterrains sont dirigées d'une part de la Tardoire et du cours aval du Bandiat vers les sources de la Touvre exclusivement, et d'autre part du cours amont du Bandiat.

La **limite Sud** correspond à la limite du bassin versant hydrologique du Bandiat et à la limite du bassin versant hydrogéologique du Grand Karst, délimitée par la faille de l'Echelle. Le BV de l'Echelle est donc hors périmètre de l'AAC.

La **limite Est** est délimitée par la transition entre les marnes du Toarcien-Alénien et les calcaires du Bajocien, correspondant aux zones amont des BV de la Tardoire et du Bandiat.

L'AAC est tracée sur la Figure 10.

Sa superficie est de l'ordre de 1 486 km².



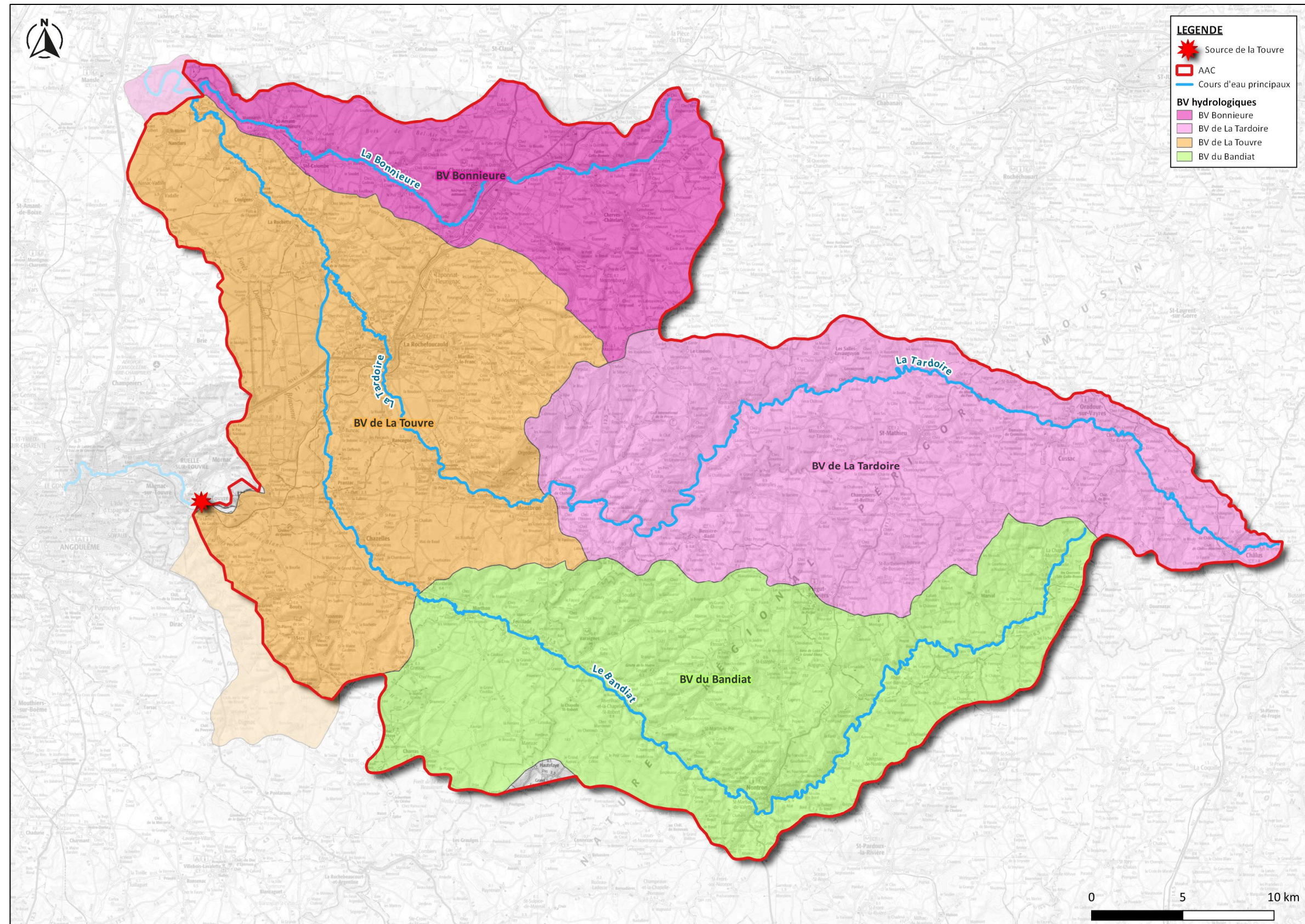


Figure 10: Délimitation du tracé de l'AAC proposé



Observation sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.



