



Syndicat Mixte de
l'Argens



Rapport

Etude de caractérisation des ressources souterraines du bassin versant de la Nartuby et définition de zones de sauvegarde

Rapport de phase 2 – Pré-identification des zones de sauvegarde et analyse critique du réseau de suivi existant



Rapport n°108539/version B – 12 avril 2021

Projet suivi par Léo CLENET – 06.28.67.88.49 – leo.clenet@anteagroup.fr



www.anteagroup.fr/fr

Fiche signalétique

Etude de caractérisation des ressources souterraines du bassin versant de la Nartuby et définition de zones de sauvegarde
Rapport de phase 2 – Pré-identification des zones de sauvegarde et analyse critique du réseau de suivi existant

CLIENT	SITE
Syndicat Mixte de l'Argens	Bassin versant de la Nartuby
Adresse postale	2 avenue de Lazare Carnot 83300 Draguignan
Nom	Rémi GUERISSE
Fonction	Chargé de projet contrat de rivière Nartuby
Tél	09.72.45.24.93
Mail	r.guerisse@syndicatargens.fr

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Léo CLENET
Interlocuteur commercial	Nicolas BLANCHOIN
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation d'Aubagne
Rapport n°	108539
Version n°	version B
Votre commande et date	Référence / date : AE du 06/03/2020
Projet n°	PACP190431

	Nom	Fonction	Date
Rédaction	L. CLENET (Antea Group) P. FENART (Hydrofisis)	Hydrogéologues	Avril 2021
Approbation	V. DURAND	Responsable d'équipe	Avril 2021
Relecture qualité	M-L. ANTONUCCI	Secrétariat	Avril 2021

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	02/04/2021	56	0	Version initiale
B	12/04/2021	56	0	Reprise suite aux remarques du SMA

Sommaire

1. Projet et objectifs	6
1.1. Le contexte du projet	6
1.2. Les objectifs de l'étude.....	7
1.3. L'objet de ce rapport.....	7
2. Rappel des conclusions du rapport de Phase 1.....	9
2.1. Territoire d'étude	9
2.2. Compréhension du fonctionnement hydrogéologique.....	11
2.3. Compréhension du fonctionnement des relations nappe/rivière	15
2.4. Usage des eaux souterraines.....	18
2.5. Vulnérabilité intrinsèque de la ressource et principaux risques de pollution	20
2.6. Lacunes existantes sur l'état des connaissances actuelles	20
3. Pré-identification des zones de sauvegarde.....	24
3.1. Objectifs	24
3.2. Zones de Sauvegarde Exploitées (ZSE)	25
3.2.1. Identification à l'échelle du territoire d'étude.....	25
3.2.2. Sélection des captages structurants	26
3.2.3. Délimitation des ZSE	30
3.3. Zones de Sauvegarde Non Exploitées Actuellement (ZSNEA).....	33
3.3.1. Approche multicritère.....	33
3.3.2. Classification des zones.....	33
4. Analyse critique du réseau actuel de suivi des masses d'eau	45
4.1. Ouvrages existants	45
4.2. Lacunes existantes et problématiques rencontrées	47
4.3. Synthèse	48
5. Synthèse	51

Table des figures

Figure 1 : Procédures associées à la protection des ressources en eau	6
Figure 2 : Territoire d'étude actualisé suite aux conclusions de la Phase 1	10
Figure 3 : Rappel de la localisation des unités hydrogéologiques identifiées (CENOTE)	14
Figure 4 : Synthèse des zones d'apports et de pertes identifiées ou suspectées au sein du réseau hydrographique du territoire d'étude	17
Figure 5 : Synthèse des prélèvements en nappe (AEP) à l'échelle du territoire d'étude et occupation des sols	19

Figure 6 : Synthèse cartographique des investigations complémentaires proposées à l'issue de la Phase 1	23
Figure 7 : Unités hydrogéologiques et captages AEP recensés en Phase 1	26
Figure 8 : Réseau AEP existant sur le territoire d'étude	27
Figure 9 : Extension du réseau de la Société du Canal de Provence aux environs de Draguignan (source : site internet de la SCP)	28
Figure 10 : Délimitation des ZSE sur le territoire d'étude	31
Figure 11 : Comparaison de l'extension des ZSE envisagées aux périmètres de protection existants	32
Figure 12 : Concentrations en sulfates et chlorures associées à l'aquifère du Muschelkalk (réseau de qualitomètres ADES)	37
Figure 13 : Délimitation des ZSNEA de niveau 1	39
Figure 14 : Délimitation des ZSNEA de niveau 2	40
Figure 15 : Délimitation des ZSNEA de niveau 3	41
Figure 16 : Délimitation des ZSNEA de niveau 4	42
Figure 17 : Recensement des ouvrages de suivi des eaux souterraines à l'échelle du territoire d'étude	46
Figure 18 : Délimitation des zones de sauvegarde pré-identifiées	52

Table des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des investigations complémentaires proposées à l'issue de la Phase 1 et intégrée à la Phase 5	22
Tableau 2 : Captages structurants identifiés sur le territoire d'étude	29
Tableau 3 : Potentialité aquifère des unités hydrogéologiques identifiées	34
Tableau 4 : Vulnérabilité des unités hydrogéologiques identifiées	36
Tableau 5 : Contraintes d'exploitation et acceptabilité sociale associées aux ZSNEA pré-identifiées	43
Tableau 6 : Synthèse des ouvrages existants sur le territoire d'étude (piézomètres et qualitomètres)	50
Tableau 7 : Synthèse des ZSE et ZSNEA pré-identifiées sur le territoire d'étude	53

1. Projet et objectifs

1.1. Le contexte du projet

Le Syndicat Mixte de l'Argens (SMA) a été créé en 2014 en réponse aux inondations de 2010 sur les secteurs de la Dracénie et de la basse vallée de l'Argens. Son périmètre de compétence s'étend au bassin versant de l'Argens et regroupe 74 communes réparties en 8 intercommunalités sur le département du Var.

Si l'alimentation en eau potable présente un enjeu d'intérêt majeur, la compréhension des modalités d'échanges entre le karst et la nappe alluviale de la Nartuby, les problématiques de soutien d'étiage ou encore le maintien de la fonctionnalité des milieux constituent également des enjeux essentiels pour le SMA.

Les ressources utilisées pour l'alimentation en eau potable de la zone d'étude sont actuellement diversifiées et suffisantes mais sont en revanche toutes soumises à des problématiques variées (turbidité, augmentation de la salinité, changement climatique). La présente étude doit donc participer à la sécurisation de l'alimentation en eau potable (pour les captages actuels et de nouvelles zones de recherches à anticiper).

Les études de caractérisation et de protection des zones de sauvegarde sont des sujets complexes. Elles nécessitent des méthodologies d'étude éprouvées (retours d'expérience) et d'engager des actions de concertation et de communication avec les différents acteurs du territoire afin de proposer des actions d'interventions réellement opérationnelles.

Type d'outils	Protection d'un captage (qualitatif et quantitatif)		Actions correctives	Prospective amont
	Loi sur l'eau et les milieux aquatiques	DUP et Périmètres de protection	Aire d'alimentation de captage	Zones de sauvegarde
Service pilote	DDTM	ARS	DDTM	Agence de l'Eau
Bases juridiques	Articles L214-1 à L214-4 et R214-1 du code de l'environnement	Articles L.1321-2 et R.1321-13 du code de la santé publique	DCE (orientations) Articles L211-3-5 de la loi sur l'eau Articles R.114-1 à R144-10 du code rural	DCE (orientations) SDAGE (mise en application) Article L211-3 du Code de l'Environnement
Objectifs	Préservation des équilibres des écosystèmes	Protection contre les pollutions ponctuelles et accidentelles	Lutte contre les pollutions diffuses	Préserver des zones en vue de leur utilisation dans le futur pour la consommation humaine.
Fait générateur	Tous les captages publics d'eau destinée à la consommation humaine		Captages Grenelle ou Comité Dep. de l'Eau	Masses d'eau définies dans le SDAGE
Moyens d'actions	Déclaration d'Utilité Publique (déclinaison dans les documents d'urbanismes)		Actions volontaires : programme d'actions	SAGE SCOT, PLU
Application	Systématique et obligatoire pour tous les captages		A l'initiative du Préfet (possibilité de rendre obligatoires les mesures préconisées)	Mesures et préconisations dans le SAGE (PAGD et Règlement)

Figure 1 : Procédures associées à la protection des ressources en eau

1.2. Les objectifs de l'étude

Dans le cadre de l'action B1.1 du second contrat de rivière de la Nartuby et en réponse à l'action 5E-01 « protéger les ressources stratégiques pour l'alimentation en eau potable » du SDAGE 2010-2015, la présente étude lancée par le SMA a pour objectifs principaux :

- D'améliorer la connaissance et de caractériser le fonctionnement hydrogéologique des eaux souterraines ;
- D'identifier les secteurs stratégiques pour l'alimentation en eau potable et de déterminer des objectifs de gestion de nappe ;
- De définir et caractériser des zones de sauvegarde pour le futur (ZSF) pour l'alimentation en eau potable et de mettre en œuvre des actions concrètes pour assurer la protection des ressources en eau au niveau des différents documents d'urbanisme ;
- De mieux comprendre les relations entre eaux souterraines et superficielles et de définir un réseau de suivi piézométrique permettant d'aboutir à une gestion durable de la ressource.

Il est important de noter que les deux principales masses d'eau souterraines du secteur d'étude, à savoir « l'Aquifère des Plateaux calcaires des Plans de Canjuers » (masse d'eau FRDG139) et les « Calcaires et dolomies du Muschelkalk de l'avant-pays provençal » (masse d'eau FRDG169), sont identifiées dans le SDAGE comme ressources patrimoniales pour l'AEP et/ou comme aquifères stratégiques (karst) pour l'alimentation en eau potable.

A ce titre, l'approche de type « ressource stratégique » qui sera menée vise à identifier des secteurs à forts enjeux (déjà exploités ou non), appelés zones de sauvegarde pour le futur (ZSF), qu'il conviendra de préserver pour les besoins futurs en eau potable et de prendre les dispositions nécessaires à leur protection.

En ce sens, la mission est organisée selon le phasage suivant :

- Phase 1 : Caractérisation des eaux souterraines sur le territoire ;
- Phase 2 : Détermination des objectifs de gestion de nappe ;
- Phase 3 : Détermination des ZSRE et des ZSRNE (Zones de Sauvegarde des Ressources Exploitées et des Ressources Non Exploitées) ;
- Phase 4 : Proposition d'un réseau de suivi piézométrique ;
- Phase 5 (au cours de l'étude) : Réalisation de reconnaissances complémentaires.

1.3. L'objet de ce rapport

Les attendus du CCTP pour la Phase 2 sont les suivants :

- Pré-identifier les zones de sauvegarde pour le futur (ZSF) qui sont déjà exploitées (ZSE) ou à préserver (ZSNEA) ;
- Etudier la mise en œuvre d'une gestion raisonnée :
 - Règles de gestion d'un futur réseau de suivi piézométrique ;
 - Règles de protection ;
 - Objectifs à atteindre (niveaux piézométriques, débits de référence, indicateurs, ...).

Le présent rapport vise à répondre à ces éléments en se basant sur les connaissances acquises lors de la Phase 2.

2. Rappel des conclusions du rapport de Phase 1

2.1. Territoire d'étude

En première approche, le domaine d'étude correspondait au bassin versant topographique de la Nartuby. L'analyse bibliographique réalisée au cours de la Phase 1 a démontré que les unités hydrogéologiques¹ identifiées s'étendent bien au-delà des limites topographiques du bassin versant de la Nartuby.

Au sein du bassin versant de la Nartuby, les unités hydrogéologiques karstiques concernent environ 61 % de la superficie soit 141 km² sur les 232 km². Il est à noter deux points :

- Ces unités s'étendent largement en dehors des limites du BV de la Nartuby sur 126 km² ;
- Près de 91 % de la surface du territoire est concerné par des terrains pouvant receler ou contribuer à l'alimentation des ressources en eau souterraines si l'on considère les zones de contributions potentielles situées au nord (36 km² dans l'axe Plan de Cluaye-Auveine-Ranguis) ainsi que les zones d'alimentation par ruissellement pouvant contribuer par pertes aux unités situées en aval (36 km²) (versants de Montferrat).

Dans l'optique d'assurer un territoire d'étude cohérent avec les enjeux et les objectifs de sauvegarde de la ressource en eau, **les zones de contribution par ruissellement ont été intégrées au périmètre d'étude**, notamment vis-à-vis des risques associés à l'occupation des sols.

¹ L'unité hydrogéologique peut-être définie comme une formation géologique aquifère, semi-perméable ou imperméable.

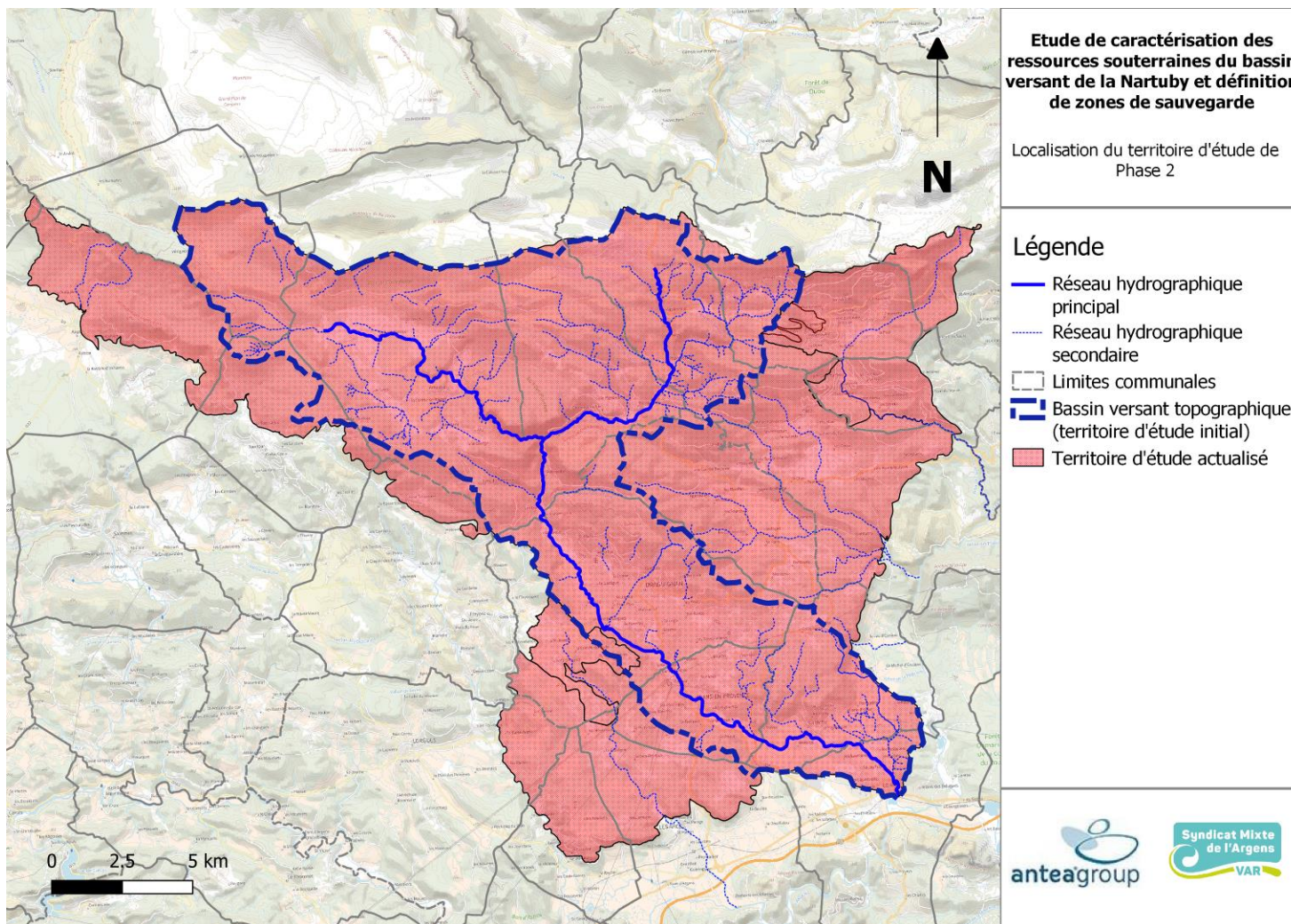


Figure 2 : Territoire d'étude actualisé suite aux conclusions de la Phase 1

2.2. Compréhension du fonctionnement hydrogéologique

À l'échelle du bassin versant de la Nartuby les ressources en eau souterraines sont localisées dans les deux aquifères carbonatés karstiques du Jurassique et du Muschelkalk. Ces deux réservoirs sont séparés par un niveau considéré comme aquiclude, le Keuper marno-gypseux.

Sur le territoire du bassin versant de la Nartuby (232 km²), 10 unités hydrogéologiques karstiques ont été identifiées et caractérisées au vu des connaissances disponibles en termes de fonctionnement hydrogéologique et de structuration karstiques.

En ce qui concerne les aquifères du Jurassique supérieur, les remontées de Keuper imperméables dans l'axe des plis et chevauchements suggèrent une compartimentation verticale de l'aquifère avec des phénomènes de seuil de débordement : en dessous d'une certaine cote le drainage se fait probablement vers Fontaine l'évêque (environ 18km au nord-ouest), alors qu'en dessus les écoulements participent probablement aux sources du bassin versant de la Nartuby, et notamment des Frayères.

Les écoulements souterrains au sein du réservoir jurassique sont dirigés au niveau du Keuper sous-jacent, puis dans des directions contrôlées structurellement par des plis, et plus exactement par les gouttières synclinales, avec des **zones de restitution situées aux points bas** des contacts entre les carbonates et les formations imperméables.

Les grandes failles sont susceptibles de jouer un rôle prépondérant dans le drainage des eaux souterraines dans la mesure où elles peuvent constituer, lorsqu'elles affectent la masse carbonatée, une fracturation plus importante qui augmente la connectivité des fractures et induit une perméabilité accrue.

À la base du réservoir jurassique, le rhétien calcaire et marneux, possède une perméabilité relative dans les strates calcaires et faible dans les passées marneuses. En raison de la fracturation d'origine tectonique, l'infiltration et les écoulements dans cette unité géologique rejoignent le contact avec le Keuper.

Certaines sources montrent des compositions essentiellement bicarbonatées calciques et magnésienne attestant d'un transit qui s'effectue principalement dans les terrains carbonatés. D'autres sources présentent des teneurs en sulfates élevées. La composition chimique et la disposition de ces sources au contact des terrains du Keuper traduit l'organisation de chemins de drainage selon des karsts de contact développés entre les terrains du Keuper marno-gypseux et les terrains carbonatés sus-jacent (Keuper terminal, Rhétien ou jurassique inférieur).

Les travertins présents à l'aval au niveau de Trans-en-Provence, La Motte et les Arcs constituent également des indices karstiques de zone d'exutoire dans la mesure où ils traduisent des arrivées d'eau en relation avec le milieu karstique. Ce vaste dispositif de travertins, dont le sommet est daté de la fin du pléistocène (Tyrrhénien), traduit la pérennité de processus de dépôts et de précipitation. La position de ces travertins est probablement en lien avec la présence de la source de la Foux ou un ancien exutoire du massif de Muschelkalk, dont le mélange des eaux en aval avec la Nartuby a provoqué la déstabilisation des équilibres calco-carboniques et engendré la mise en place et l'entretien de ces travertins.

Le diagnostic karstologique et hydrogéologique du bassin versant fait état de zones d'incertitude pour lesquelles des hypothèses sont suggérées sur la base des connaissances acquises via la bibliographie existante, renforcées par les visites de terrain :

- Structuralement, le bassin d'alimentation suspecté des Frayères était limité au nord par l'anticlinal de Chandon qui amène en position haute le Keuper. Cet anticlinal constituerait ainsi la ligne de partage des eaux souterraines entre les systèmes de drainage karstiques des Frayères et de Fontaine l'Evêque. Cependant, la coloration de 1973 aurait montré une relation entre le Plan d'Hiesse et les Frayères, mais également avec des venues d'eau dans la Nartuby d'Ampus. Cette coloration avait amené à étendre le bassin d'alimentation des Frayères plus au nord. **Cet essai de traçage, sur lequel peu d'information sont disponibles soulève des incertitudes quant aux chemins de drainage** avec notamment deux possibilités :
 - Un drainage essentiellement souterrain par l'ouest de l'anticlinal de Chandon et du Verdos aboutissant à la source des Frayères ;
 - Un drainage mixte souterrain-aérien vers les sources de Bivosque ou de la Magdeleine, puis dans le cours de la Nartuby pour se réinfiltrer dans les gorges de Châteaudouble et aboutir aux Frayères. Cependant les mesures effectuées en 1955 ne semblent pas en accord avec cette hypothèse puisqu'elles supposent une participation des pertes de la Nartuby au compartiment sud (Ferrières) et non au compartiment alimentant les Frayères.

A la suite de précipitations importantes, apparaît une émergence temporaire en rive droite de la Nartuby, au niveau du chemin d'accès au captage des Frayères, soit à 5 mètres environ au-dessus du lit. Cette source temporaire serait située 300 m à l'aval de la confluence entre les deux Nartuby, vers la cote 260 m NGF. Son débit avait été jaugé à une centaine de litres par seconde en octobre 1968. Cette source, initialement dénommée "E.24" (référence de la cavité dans le Fichier des cavités du Var (CDS83, 2020), correspondrait à la **source dite des Ferrières**.

- Les terrains du Keuper participent activement à la recharge des aquifères en aval du bassin versant via les ruissellements et pertes notamment pour les unités de La Foux, La Doux, Favas. L'unité d'Ampus-Frayères est alimentée par des pertes sur le cours de la Nartuby d'Ampus et pourrait l'être par des apports de la Nartuby à l'entrée des gorges de Châteaudouble. **Ce fait serait à confirmer par des essais de traçage.**
- Stratigraphiquement en dessous et hydrogéologiquement en aval du Keuper, le réservoir du Muschelkalk se développe sur le contact avec le trias inférieur et le socle imperméable. Sur la rive gauche de la Nartuby l'hydrogéologie conditionnée par l'existence de deux zones d'émergence :
 - La Foux, émergence de débit important (de l'ordre de 800 à 900 l/s) et de régime régulier, mais chargée en NaCl ;
 - Une zone d'émergence plus diffuse entre Trans et La Motte.

À ces deux zones d'émergences, on est obligé d'attribuer un impluvium très vaste et s'étendant significativement vers le NE.

Dans ce réservoir, le problème est d'atteindre les circulations en amont des zones où s'opère la minéralisation. Cette minéralisation s'effectuerait à proximité même de la zone d'émergence de la Foux dans le secteur des Négadis. Mais **ce schéma ne permet pas d'expliquer le fonctionnement hydrogéologique de la Foux**. Les paléo-poljés de Figanières et de Callas mis en place au contact des formations carbonatées du Muschelkalk suggèrent la

structuration de réseaux de drainage en direction du sud, vers le cours de la Nartuby, contribuant au réservoir et ainsi l'existence de potentielles zones productives. **Des études géologiques et hydrogéologiques sont nécessaires afin de mieux identifier les limites de ce réservoir aux potentialités importantes.**

En première approche, il est probable que ce réservoir soit donc compartimenté avec des interactions faibles entre les deux réservoirs du fait de leur séparation par le niveau marnogypseux-dolomitique :

- Un compartiment supérieur drainé par la source de la Foux ;
- Un compartiment inférieur drainé par la zone de résurgence à Trans-en-Provence et par les sources de débordement à l'est.

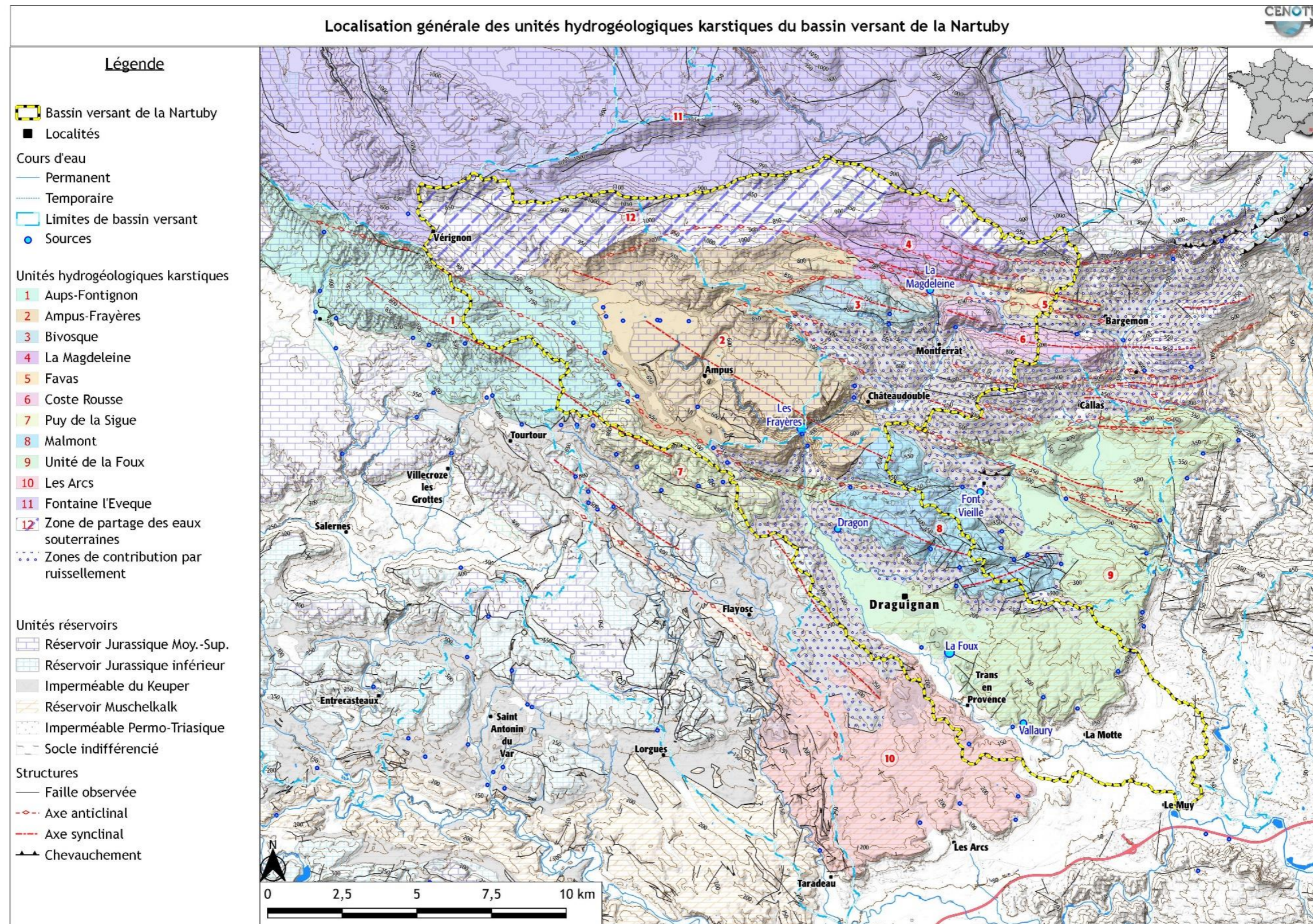


Figure 3 : Rappel de la localisation des unités hydrogéologiques identifiées (CENOTE)

2.3. Compréhension du fonctionnement des relations nappe/rivière

La Nartuby est en relation étroite avec les masses d'eau du bassin versant dont les formations encaissantes constituent le substratum de la Nartuby :

- Des calcaires du Jurassique (Portlandien et Bathonien) sur sa partie amont occidentale (Nartuby d'Ampus) ;
- Des formations imperméables du Keuper sur sa partie amont orientale (de sa source jusqu'aux gorges de Châteaudouble) et en amont de Draguignan ;
- Des calcaires du Jurassique de Châteaudouble jusqu'à Rebouillon ;
- Des calcaires du Muschelkalk de Draguignan jusqu'à La Motte ;
- Les formations du Permien sous recouvrement Quaternaire en partie aval du bassin versant de La Motte jusqu'à sa confluence avec l'Argens au Muy.

L'étude à ce jour la plus complète en termes de description des relations nappe-rivière est l'étude BRGM/CEREMA de 2013. Elle ne permet toutefois pas de lever les incertitudes sur un bilan global à l'échelle du bassin versant et la caractérisation des pertes sur les affluents dont la Nartuby d'Ampus.

Les échanges nappe/rivière dépendent évidemment du substratum sous-jacent. Lorsque la Nartuby et son corps alluvial reposent sur les séries peu perméables du Trias supérieur (Keuper), les échanges avec le substratum géologique peuvent être considérés comme négligeables. C'est l'inverse lorsque le substratum est aquifère (karst).

Toutefois, la morphologie des formations alluviales encaissantes peut également avoir un impact direct sur les échanges avec la rivière. Dès que les développements alluviaux deviennent importants, les eaux de surface ont tendance à disparaître au bénéfice d'un trajet souterrain dans le corps alluvionnaire : phénomène d'inféoflux (échanges entre la rivière et les alluvions). C'est le cas en amont immédiat des gorges de Châteaudouble.

De façon synthétique, la répartition des zones d'apports et de pertes identifiée à l'échelle du bassin versant est la suivante :

- La partie Nord-Est en amont du bassin versant est caractérisée par des **zones de pertes** à la faveur du corps alluvial.
- La partie Nord-Ouest en amont du bassin versant se caractérise par des **zones de pertes** localisées dans les gorges de la Nartuby d'Ampus (vallon de Valségure ainsi qu'à l'aval de la station d'épuration) au profit des unités jurassique supérieur à proximité immédiate. Ces infiltrations sont drainées *in fine* par la source des Frayères (exutoire le plus bas du système karstique jurassique).
- A la confluence des Nartuby, l'appareil alluvial de la Nartuby est au contact avec les séries du Jurassique supérieur et du Lias, réputées aquifères. Le contact peut être direct ou indirect via des éboulis qui sont en position de relais hydraulique entre les séries aquifères du Jurassique et l'appareil alluvial de la Nartuby. C'est une **zone d'alimentation** de la Nartuby par les aquifères karstiques, dont la compartimentation reste à être déterminée. Plus à l'aval, deux exutoires sont réputés drainer les unités karstiques en rive gauche de la Nartuby et en rive droite de la Nartuby d'Ampus : sources des Ferrières (240 m NGF) et source aval des Frayères (260 m NGF).

- De Rebouillon à St Hermentaire, les échanges nappe/rivière ne sont pas clairement identifiés. Dans le secteur de Rebouillon, il est fort probable que ces échanges soient variables dans le temps et contrôlés par le niveau piézométrique de l'aquifère liasique. Plus en aval, le contact Keuper/Muschelkalk n'est pas défini masquant les relations nappe/rivière dans ce secteur.
- Dans la partie aval du bassin versant, les mesures partielles ne permettent pas de localiser précisément les zones d'apports. Les données acquises tendent à montrer que les retours à la Nartuby se feraient au droit de **trois zones d'exutoire** : secteur St Hermentaire (venues d'eau sous-alluviales), source de La Foux et secteur des gorges de Trans-en-Provence (sources diffuses ou localisées).

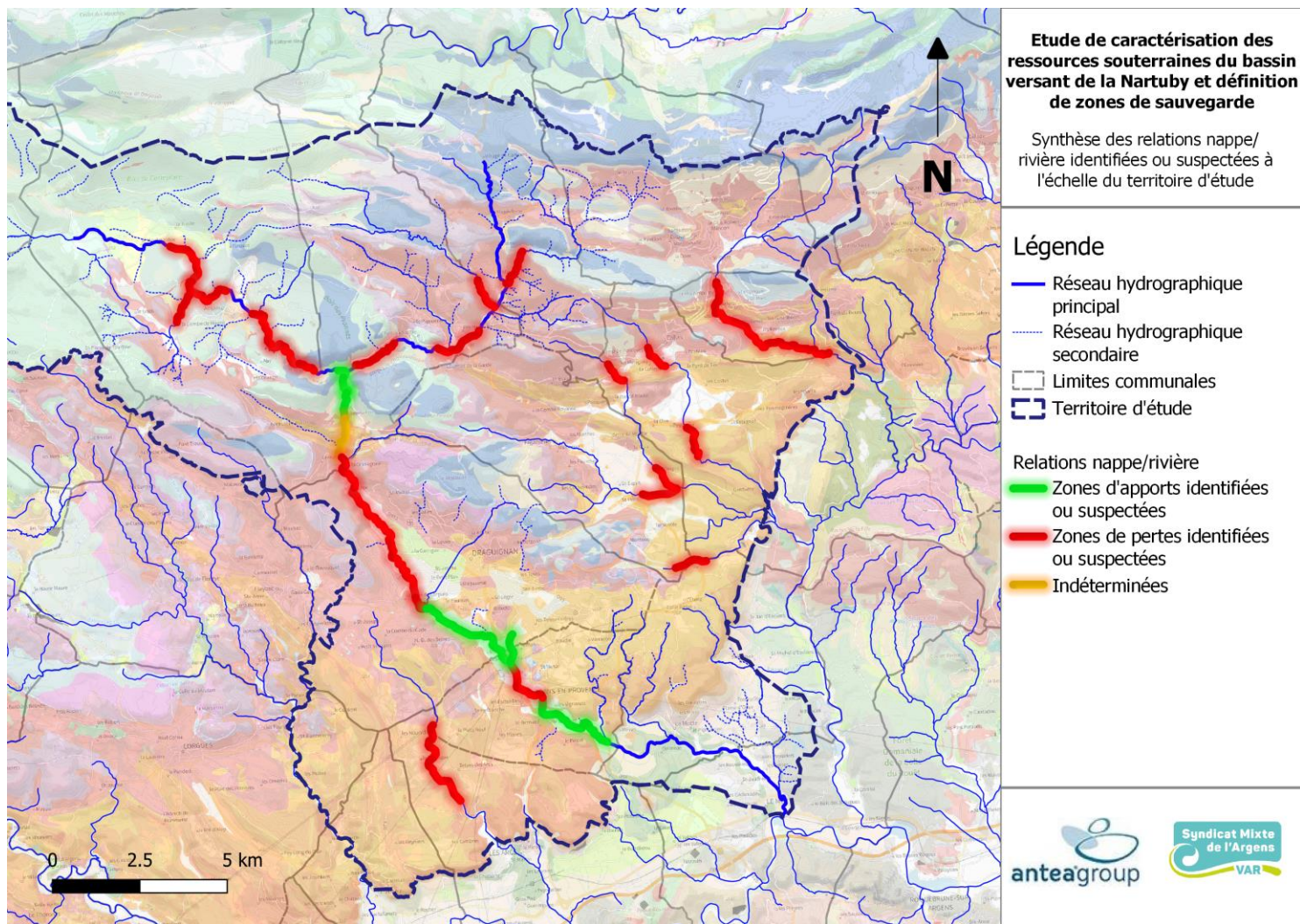


Figure 4 : Synthèse des zones d'apports et de pertes identifiées ou suspectées au sein du réseau hydrographique du territoire d'étude

2.4. Usage des eaux souterraines

La plupart des unités sont aujourd'hui partiellement ou totalement exploitées, cette notion étant dépendante du mode de gestion des aquifères (forage, captage gravitaire, gestion active). Seules les unités du Puy de la Sigüe et de la Foux sont pas ou peu exploitées.

Sur le territoire d'étude, un total de 538 forages ou sondages est recensé sur la BSS. Sur ce total, 38% ont été réalisés en vue d'une recherche d'eau, et 20% sont réellement exploités pour l'eau souterraine (ouvrages de surveillance et d'exploitation confondus).

Hors effet de juxtaposition, le bassin versant de la Nartuby est couvert à près de 20 % de sa surface totale par des périmètres de protection ce qui est favorable à l'objectif de préservation de la ressource en eau.

Les prélèvements en nappe à vocation industrielle concernent quant à eux :

- Le prélèvement en nappe de Granulats du Midi sur la commune de Callas ;
- Le prélèvement en nappe de l'entreprise BCN Lafarge sur la commune de Draguignan.

Ces prélèvements sont en moyenne inférieurs à 50 000 m³/an.

Les unités hydrogéologiques du Jurassique soumises à une pression plus importante sont celles d'Aups-Fontigon et de la Magdeleine. Après une analyse hydrologique permettant de calculer la recharge réelle liée aux apports pluviométriques, le ratio prélèvement/recharge pluviométrique est proche de 10 % pour ces deux unités. Toutefois, l'année 2018 ne comprend pas l'exploitation des Frayères.

L'unité d'Aups-Fontigon fait l'objet d'une exploitation plus intense à travers 7 captages. Le volume prélevé en 2018 à l'échelle de l'unité hydrogéologique s'élevait à environ 2 Mm³.

Bien que plus étendue, les unités hydrogéologiques des calcaires du Muschelkalk sont plus exploitées que celles de l'aquifère Jurassique (volume exploité équivalent à 60 % du volume total prélevé à l'échelle du territoire d'étude). Les volumes mobilisables y sont possiblement plus importants.

L'unité de La Foux présente une hauteur d'eau ruisselée plus importante étant donné son urbanisation plus développée (plaine alluviale de Draguignan et village de Callas principalement). Elle fait également l'objet de l'exploitation la plus intense (10 captages recensés sur son étendue) avec un volume prélevé d'environ 3,15 Mm³ en 2018.

Les forages d'exploitation structurants concernent les forages de Sainte Anne pour l'aquifère Muschelkalk (unité de La Foux) avec environ 2 Mm³/an, et l'exploitation de la source du Saint Rosaire à Tourtour pour l'aquifère Jurassique (unité d'Aups-Fontigon) avec un volume prélevé variant entre 700 000 et 2 Mm³/an.

Entre 2012 et 2019, l'exploitation des différentes unités aquifères est relativement stable à l'exception de l'unité d'Aups-Fontigon pour laquelle les prélèvements des canaux (source du Saint Rosaire) sont variables (fluctuant entre 735 000 et 2 050 000 m³)

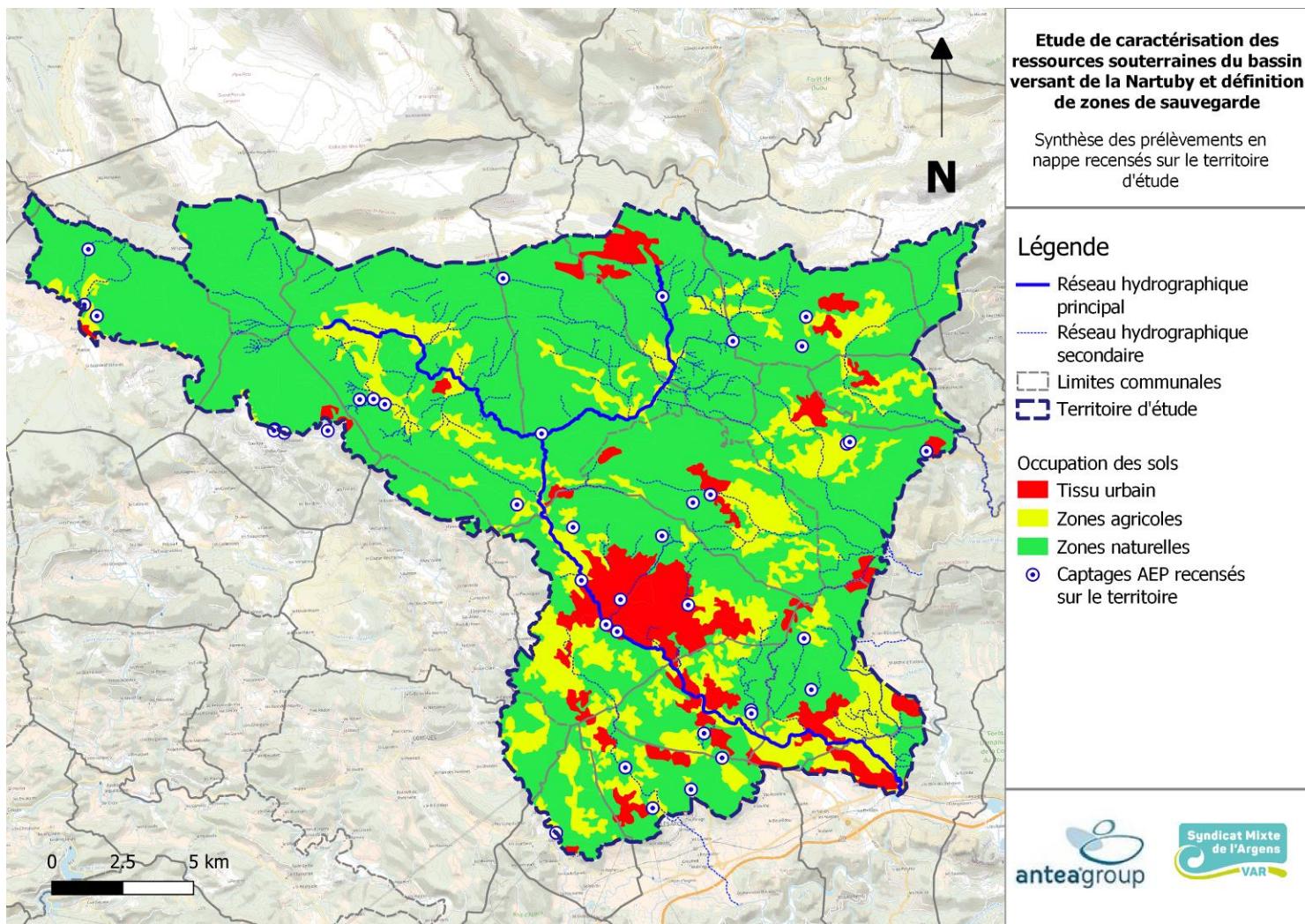


Figure 5 : Synthèse des prélèvements en nappe (AEP) à l'échelle du territoire d'étude et occupation des sols

2.5. Vulnérabilité intrinsèque de la ressource et principaux risques de pollution

La vulnérabilité de la ressource est dépendante de plusieurs facteurs que ce soit d'origine naturelle (contexte géologique) ou anthropique (occupation du sol et pression associée). Vis-à-vis de l'exploitation de ces eaux à destination d'une consommation humaine, les risques de pollution peuvent être :

- **Aquifère Jurassique** : suite au retour d'expérience concernant l'exploitation de la source des Frayères, le **risque de contamination bactériologique** n'est pas à exclure compte tenu des vitesses rapides de circulation des eaux dans les drains karstiques (à la faveur de structure karstologique favorisant l'infiltration des eaux en surface) et en l'absence de formation poreuse jouant le rôle de filtre naturel.

De plus, l'absence de formations superficielles jouant le rôle d'écran en surface peut aussi constituer un facteur de risque aggravant vis-à-vis d'une pollution ponctuelle ;

- **Aquifère du Trias** : à l'image de la source de La Foux (principal exutoire de cet aquifère dans le secteur de Draguignan), les eaux souterraines circulant au sein des calcaires du Muschelkalk peuvent être fortement minéralisées, chargées en sulfates et chlorures, et par conséquent impropres à la consommation. Directement liées aux caractéristiques géologiques du sous-sol, les concentrations en sulfates et chlorures des eaux peuvent être supérieures à la référence qualité mentionnée dans l'arrêté du 11 janvier 2007 fixant les limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine. La concentration maximale acceptée pour ces paramètres est de 250 mg/l.

D'après le réseau de qualitomètres ADES disponible, 6 ouvrages présentent une concentration élevée en sulfates (entre 180 et 350 mg/l et des concentrations maximales comprises entre 256 et 900 mg/l). Parmi ces mêmes ouvrages, 3 présentent également des concentrations élevées en chlorures (entre 235 et 387 mg/l et des concentrations maximales comprises entre 320 et 1910 mg/l). Les ouvrages sensibles sont les suivants : puits de Maurin à Trans-en-Provence, forages de Sainte Anne à Draguignan (et dans une moindre mesure ceux de Pont d'Aups également), et forages Les Costes à Callas.

A noter que **pour ces deux aquifères, le rejet des STEP peut constituer une source de pollution** à part entière via les zones de perte de la Nartuby et de la Nartuby d'Ampus.

2.6. Lacunes existantes sur l'état des connaissances actuelles

Les acquis concernant la connaissance hydrogéologique des unités sont très inégaux y compris pour les secteurs les mieux étudiés comme le Malmont ou les Frayères. L'amélioration de l'exploitation des ressources en eau passera nécessairement par une amélioration des connaissances sur les aquifères.

Il est ainsi nécessaire d'évaluer les réserves potentielles, notamment des unités les plus intéressantes, dans un équilibre quantitatif de manière à ne pas impacter durablement les ressources notamment au moyen de pompages et rabattements excessifs, sachant que l'intérêt principal des

réservoirs karstiques est leur recharge rapide en cas de précipitations soutenues et leur capacité à la surexploitation saisonnière. Il convient donc d'évaluer lesquels de ces réservoirs présentent une ressource renouvelable cohérente avec leur exploitation durable.

En ce sens, deux types d'exploitation pourront être envisagés avec :

- Une exploitation gravitaire comme cela est actuellement le cas sur de nombreuses sources (Dragon, Fontvielle, Frayères, Magdeleine, Béou Téou, Domaine, etc. ;
- Une exploitation par forage ou captage immergé (souterrain) et gestion active avec rabattement du niveau piézométrique. Dans ce type d'exploitation, des études complémentaires seront nécessaires afin d'évaluer les capacités des aquifères (recharge vs pompages) et l'impact de pompages sur de potentielles interconnexions entre aquifères notamment les relations nappe(s)/rivière dans la plaine de Draguignan.

D'un point de vue quantitatif, nous ne disposons pas des volumes captés associés à l'exploitation du forage de la base militaire. Ce point d'incertitude devra être levé pour la suite du projet.

Dans une démarche de sauvegarde des masses d'eau, les zones contributives devront être prises en considération. Une analyse des modalités d'infiltration permettrait de définir des zones de priorité en termes de protection de la ressource, en définissant notamment des zones d'alimentation directe et rapide, des zones de contribution retardée ou tamponnée avec potentiellement des phénomènes de dilution ou de concentration et des zones d'alimentation par ruissellements. Notamment, l'importance des infiltrations directes des précipitations, auxquelles s'ajoutent les pertes des ruissellements de surface à leur traversée des reliefs calcaires, font des aquifères karstiques des ressources particulièrement vulnérables aux pollutions.

L'analyse bibliographique complétée par les visites de terrain amènent aux hypothèses suivantes :

- Les pertes localisées dans les gorges de Châteaudouble pourraient participer à l'alimentation du massif karstique en rive gauche de la Nartuby dont une zone de résurgence serait localisée aux Ferrières (plus en aval de la source exploitée des Frayères) ;
- L'aquifère du Muschelkalk serait compartimenté en deux nappes distinctes séparées par un horizon marneux d'une vingtaine de mètres. Le compartiment supérieur serait représentatif de l'amont de la vallée de Draguignan : forages de Pont d'Aups ou Sainte Anne. Tandis que le compartiment inférieur serait à l'origine des résurgences entre Trans-en-Provence et La Motte (débit total estimé à 1 m³/s) ;
- La source de la Foux pourrait être alimentée conjointement par les deux compartiments Muschelkalk dans des proportions variables ;
- Le toit des calcaires du Muschelkalk pourrait présenter une zone de dépression dans le secteur de Sainte Anne (paléo-poljé) jusqu'à la Foux. Ce talweg pourrait constituer un axe de drainage préférentiel de la nappe. La source de la Foux étant située en point bas de la plaine de Draguignan.

Afin de lever ces incertitudes, un programme d'investigation a été proposé en Phase 1. La synthèse de ces prescriptions est mentionnée dans le tableau en page suivante.

Trois investigations s'inscrivent dans la Phase 5 de l'étude. Celles-ci ont été sélectionnées afin de compléter les connaissances acquises tout en respectant l'enveloppe budgétaire de la fiche action.

Investigation	Objectif(s)	Zone d'investigation envisagée	Coût	Intégrée à la Phase 5
Traçage – Gorges de Châteaudouble	Caractériser le bassin d'alimentation des Frayères et confirmer ou infirmer l'alimentation des Ferrières via les pertes de la Nartuby dans les gorges de Châteaudouble	Injection dans les zones de perte des gorges de Châteaudouble, et suivi aux Frayères et Ferrières	Faible : 10-15 k€	Oui
Traçage – vallons Muschelkalk	Définir les modalités d'alimentation et l'extension du/des bassin(s) d'alimentation de/des aquifères Muschelkalk et les directions d'écoulement des différents compartiments	Injection dans les zones de perte du Rioufreid et du Riou de Claviers, et suivi à La Foux et aux résurgences entre Trans et La Motte et sur la bordure Est	Elevé : 50-70 k€ (quantité de traceur importante vu la distance et les dynamiques supposées, suivi dense)	Non
Jaugeages (ou observation visuelle a minima)	Caractériser les zones d'apport et de perte sur le linéaire de la Nartuby ou de ses affluents, et définir des seuils de débit pour lesquels la Nartuby alimente le karst	La Nartuby de Montferrat à Trans-en-Provence	Faible : prise en charge SMA	Prise en charge SMA
Observations visuelles (ou jaugeage si possibilité)	Définir les zones de perte et la recharge via les apports des cours d'eau de surface	Rioufreid (Figanières), Riou sec (Figanières/Callas), le Réal (Les Arcs), Riou de Claviers (Claviers), Nartuby d'Ampus	Faible : prise en charge SMA	Prise en charge SMA
Piézométrie –Doublet de piézomètres en bordure de la Nartuby	Caractériser les relations entre la Nartuby et la nappe alluvions/Muschelkalk sup., et la dynamique du compartiment inférieur sous-jacent	Parcelle BL635 à Draguignan	Modéré : 40-60 k€ (profondeurs prévisionnelles de 50 et 100 m)	Prise en charge SMA (marché à bon de commande géotechnique)
Piézométrie –Piézomètre sur le massif Muschelkak	Caractériser la dynamique du compartiment Muschelkalk inférieur	Secteur du lieu-dit « Baudin » à Trans-en-Provence	Modéré : 20-30 k€ (profondeur prévisionnelle 100 m)	Prise en charge SMA (marché à bon de commande géotechnique)
Piézométrie – Instrumentation	Caractériser la dynamique des différentes nappes en aval de Rebouillon (nouveaux forages, Incapis)	Draguignan et Trans-en-Provence (5 ouvrages)	Faible : 550€/ouvrage en location (pour un an sans mise en place) ou 1200€/ouvrage en achat	Oui
Mesures physico-chimiques de base	Définir la signature physico-chimique des eaux de façon simple et rapide au cours de l'année	Points de jaugeage, observations visuelles et suivi piézométrique	Faible : 1 000 € (acquisition sonde multi-paramètres par SMA)	Prise en charge SMA
Mesures physico-chimiques (ions et anions majeurs)	Définir la signature physico-chimique des eaux en laboratoire au cours d'un cycle hydrologique (Caractériser la dynamique et les interactions entre les différents compartiments aquifères)	Forage de Pont d'Aups, source de La Foux, forage de Vallauray	Faible : 60€/points Suivi mensuel sur un cycle hydrologique pour 3 points : 2 160€ (frais de laboratoire uniquement)	Oui
Prospection géophysique	Détermination de la géométrie du toit des carbonates du Muschelkalk et des zones de relations rivière/nappe/karst (de son interaction avec les alluvions de la plaine de la Nartuby)	2 lots : - Draguignan de la Clappe à Pont d'Aups - Draguignan secteur Sainte Anne et La Foux	Modéré : 20 – 30 k€ (REX SEVE)	Non
Mesure de débit en continu	Caractériser le fonctionnement des aquifères à l'échelle des unités hydrogéologiques et d'estimer les ressources mobilisables	Chaque unité hydrogéologique	Elevé (nombreux exutoires, suivi dense et sur un cycle hydrologique complet au minimum)	Non

Tableau 1 : Synthèse des investigations complémentaires proposées à l'issue de la Phase 1 et intégrée à la Phase 5

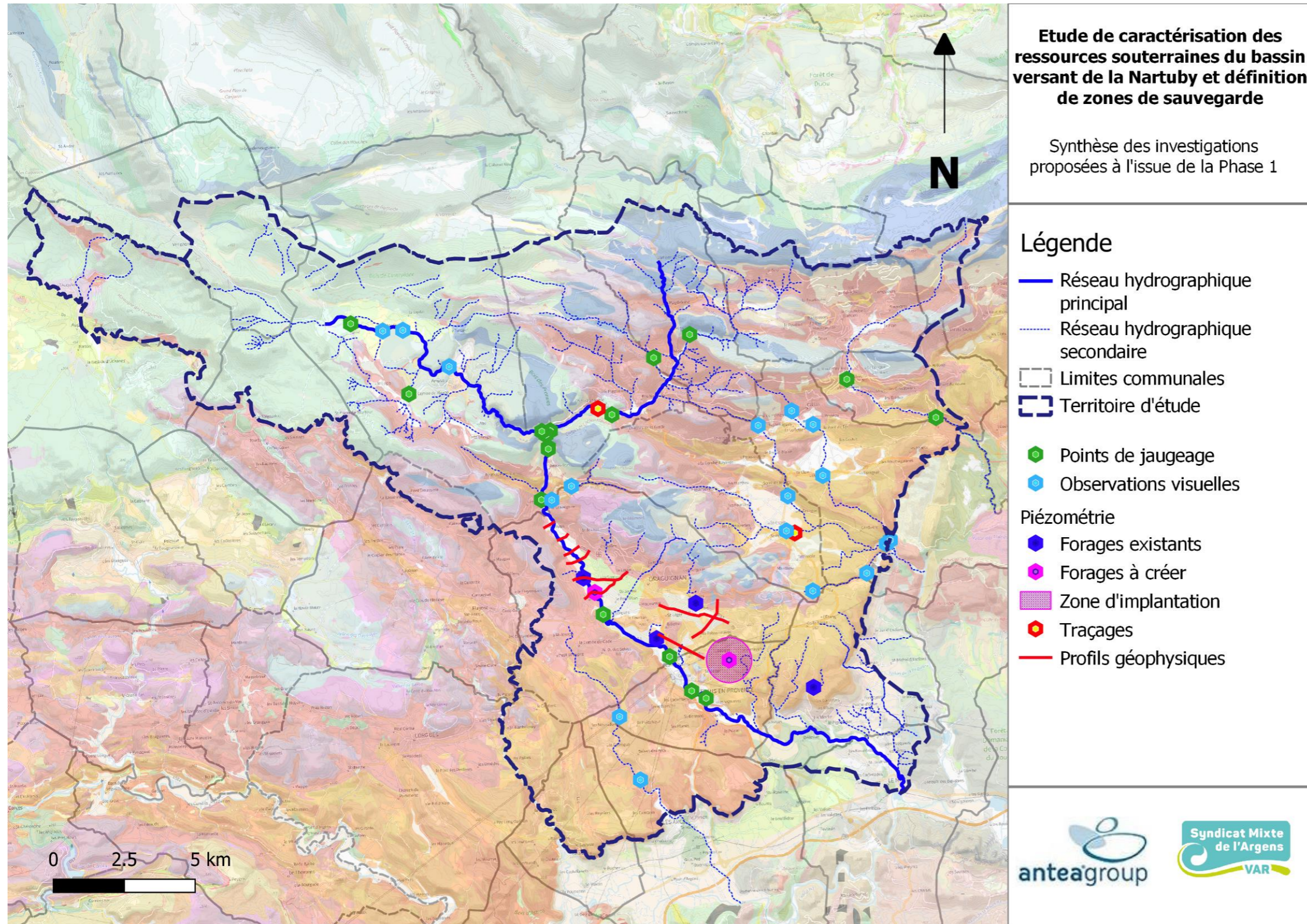


Figure 6 : Synthèse cartographique des investigations complémentaires proposées à l'issue de la Phase 1

3. Pré-identification des zones de sauvegarde

3.1. Objectifs

L'objectif de cette action consiste à mettre en évidence les **secteurs d'intérêt actuel ou futur pour l'alimentation en eau potable**. Cette démarche d'identification des zones de sauvegarde s'appuie sur le travail de compilation, d'analyse approfondie et de synthèse précédemment réalisés en Phase 1.

Ces zones cibles prioritaires (actuellement exploitées ou non) devront faire l'objet de protections adaptées en vue de leur utilisation future à des fins d'alimentation en eau potable.

Dans ce contexte, l'identification des zones de sauvegarde vise à définir et mettre en œuvre des programmes d'actions spécifiques et d'interdire ou de réglementer certaines activités afin, de maintenir une qualité de l'eau compatible avec la production d'eau potable (sans traitements lourds) et garantir l'équilibre entre les prélèvements, la recharge naturelle et/ou les volumes disponibles.

Deux catégories de **zones de sauvegarde pour le futur (ZSF)** sont à distinguer :

- Les **Zones de Sauvegarde Exploitées (ZSE)** : « identifiées comme étant intéressantes pour l'AEP future et qui sont déjà utilisées pour l'AEP ». Elles correspondent notamment aux captages structurants existants ;
- Les **Zones de Sauvegarde Non Exploitées Actuellement (ZSNEA)** : « identifiées comme étant intéressantes pour l'AEP future mais qui ne sont pas utilisées actuellement pour l'AEP ». Elles correspondent à des zones où la ressource est faiblement sollicitée, mais à forte potentialité et préservée à ce jour.

Lors de leur renouvellement ou de leur élaboration, les plans locaux d'urbanisme, les schémas de cohérence territoriale et les directives territoriales d'aménagement devront prendre en compte les enjeux qui sont associés à ces zones et tenir compte de la nécessité de les préserver pour un usage d'AEP dans le cadre dans l'établissement des scénarios de développement et de zonage des territoires.

A ce stade de l'étude, il faut considérer nos propositions comme une pré-identification des zones de sauvegarde, qui devront être travaillées dans les phases ultérieures de l'étude.

Cette pré-identification repose en effet principalement sur une approche technique :

- Pour les ZSE, nous proposons de systématiquement renforcer la protection réglementaire existante pour les ouvrages de production jugés essentiels, structurants, pour le territoire. A ce stade de l'étude, il a été choisi de délimiter peu ou prou les zones de sauvegarde en les calant sur les périmètres de protection éloignés. Si les investigations en cours venaient à montrer que ces périmètres sont sous-dimensionnés, il sera nécessaire de les réviser.
- Pour les ZSNEA, nous avons appliqué une approche en « entonnoir » de type multicritères pour identifier et délimiter les secteurs d'impluviums potentiellement exploitables dans le futur sur la base des critères suivants : proximité au réseau d'eau potable, absence de pression anthropique forte (urbanisation) ou de pollutions naturelles connues (chlorures et

sulfates). Il s'agit d'une pré-identification des zones potentiellement exploitables sur la base de critères techniques ; elle devra nécessairement être discutée dans les phases ultérieures de l'étude, en COTECH comme en COPIL, au regard des enjeux de protection (acceptabilité sociale) et de production (localisation des zones de production potentielle à justifier par des besoins futurs). De plus, comme pour les ZSE, les périmètres proposés doivent être considérés comme des enveloppes et non comme des limites définitives ; elles sont en effet susceptibles de modification au regard des résultats qui seront apportés par les investigations en cours.

Concernant le choix des zones à sauvegarder et des limites à tracer, l'Agence de l'Eau travaille actuellement à la rédaction d'un guide technique à destination des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'étude. Les documents intermédiaires formulent des recommandations sur deux points précis, utiles pour comprendre les enjeux autour de la définition des zones de sauvegarde :

- Afin de pré-identifier les ZSNEA, le guide recommande de mettre en œuvre une approche multicritères qui intéresse des critères techniques (productivité, qualité des eaux, occupations du territoire, vulnérabilité, interactions avec les milieux superficiels) mais aussi socio-économiques avec notamment une réflexion sur la pertinence de la ressource par rapport aux besoins (exploitabilité de la ressource) et une évaluation de l'acceptabilité des ZS par rapport aux usages actuels ou projetés par les acteurs du territoire (enjeux et contraintes) ; c'est bien l'intégration de critères socio-économiques qui manquent à ce stade de l'étude et qui devront être intégrés dans les phases ultérieures de l'étude.
- Pour chaque zone de sauvegarde ainsi définie, il est recommandé de distinguer une zone de production (portions d'aquifère les plus productives et favorables à l'implantation de champs captants) des zones d'alimentation (toute la surface contribuant à l'alimentation de la zone de production). Sur la base de critères techniques et scientifiques, il est possible de réduire la zone de sauvegarde à une partie seulement de la zone d'alimentation. Ce travail de sous-zonage des ZS sera proposé dans les phases ultérieures de l'étude.

3.2. Zones de Sauvegarde Exploitées (ZSE)

3.2.1. Identification à l'échelle du territoire d'étude

En se basant sur l'analyse bibliographique et de terrain de Phase 1, et en excluant les ressources associées au bassin versant de Fontaine l'Evêque, un total de 10 unités hydrogéologiques a été identifié.

A l'exception de l'unité hydrogéologique du Bivosque, 9 font d'ores et déjà l'objet de prélèvement(s) comme l'atteste la figure ci-après :

- Unité d'Ampus-Frayères ;
- Unités d'Aups-Fontigon ;
- Unité de Coste Rousse ;
- Unité de Favas ;
- Unité de La Magdeleine ;

- Unité des Arcs ;
- Unité du Malmont ;
- Unité de Puy de la Sigüe ;
- Unité de La Foux.

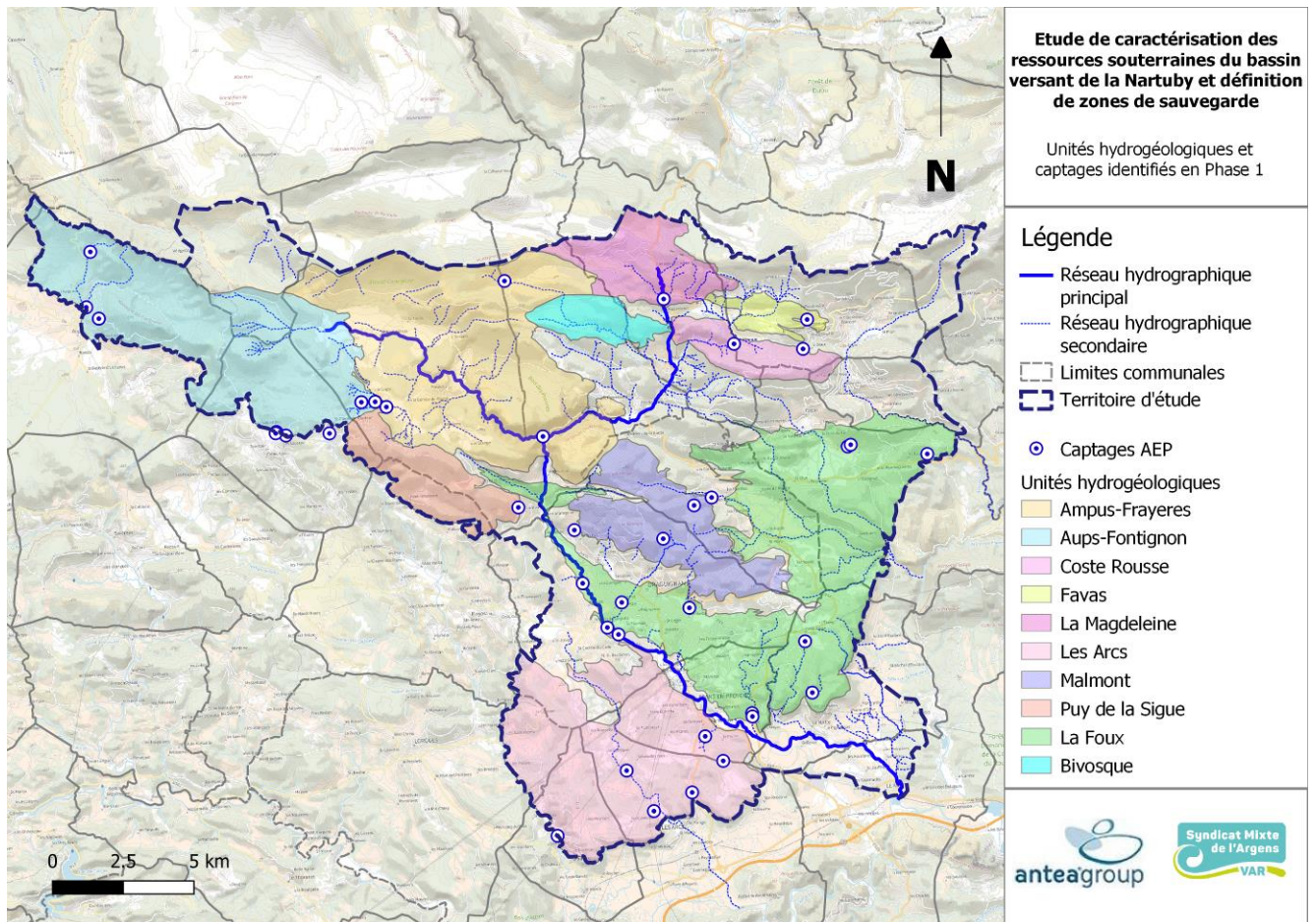


Figure 7 : Unités hydrogéologiques et captages AEP recensés en Phase 1

3.2.2. Sélection des captages structurants

3.2.2.1. Rappel de la définition d'une ressource structurante

Il s'agit d'identifier parmi les ouvrages existants, ceux qui jouent un rôle essentiel pour l'alimentation en eau potable, du fait qu'ils desservent des populations importantes et qu'ils représentent la totalité ou la quasi-totalité de la production des collectivités concernées.

L'objectif est d'appliquer à ces captages existants structurants le même type de politique de préservation que pour les zones de sauvegarde, pour éviter une dégradation de la qualité de l'eau prélevée et ainsi garantir leur pérennité. Il s'agit lorsque c'est nécessaire d'imaginer des moyens de protection supplémentaires à ceux existants.

Plusieurs paramètres peuvent être retenus pour sélectionner les captages pouvant être considérés comme majeurs dans le mode actuel de fonctionnement de l'alimentation en eau potable de la zone d'étude :

- Population alimentée et/ou volume annuel prélevé ;
- Dépendance des structures exploitant les ouvrages à la ressource ;
- Qualité de l'eau – captage prioritaire (SDAGE ou Grenelle) ;
- Projets des structures exploitantes ;
- Évolution de la population ;
- Disponibilité d'une ressource alternative.

3.2.2.2. Captages structurants identifiés

La totalité des communes concernées par l'étude sont majoritairement dépendantes de la ressource en eau souterraine. Seules les communes de Draguignan, La Motte et de Callas disposent d'une interconnexion avec la Société du Canal de Provence. Ce volume importé ne correspond qu'à environ 5% du volume desservi pour le territoire de Draguignan et du SIVOM de Callas.

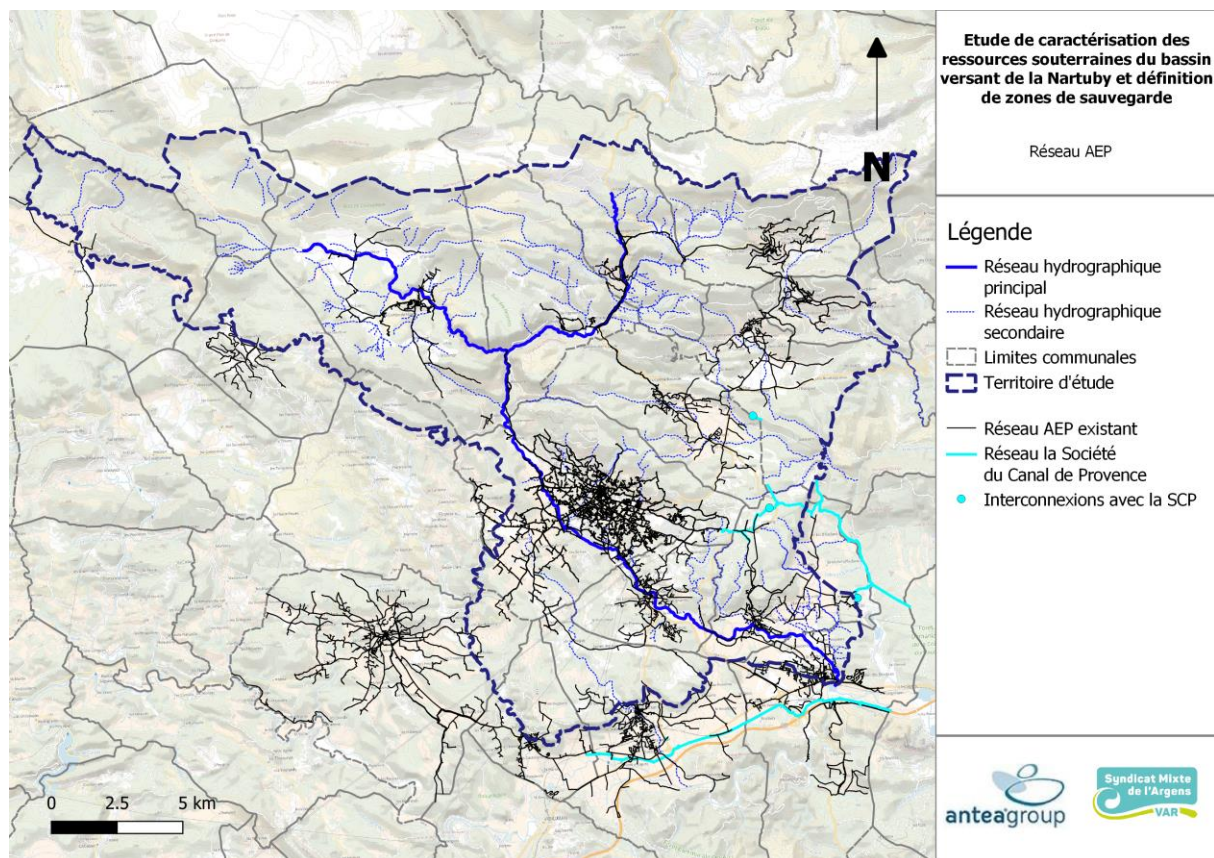


Figure 8 : Réseau AEP existant sur le territoire d'étude

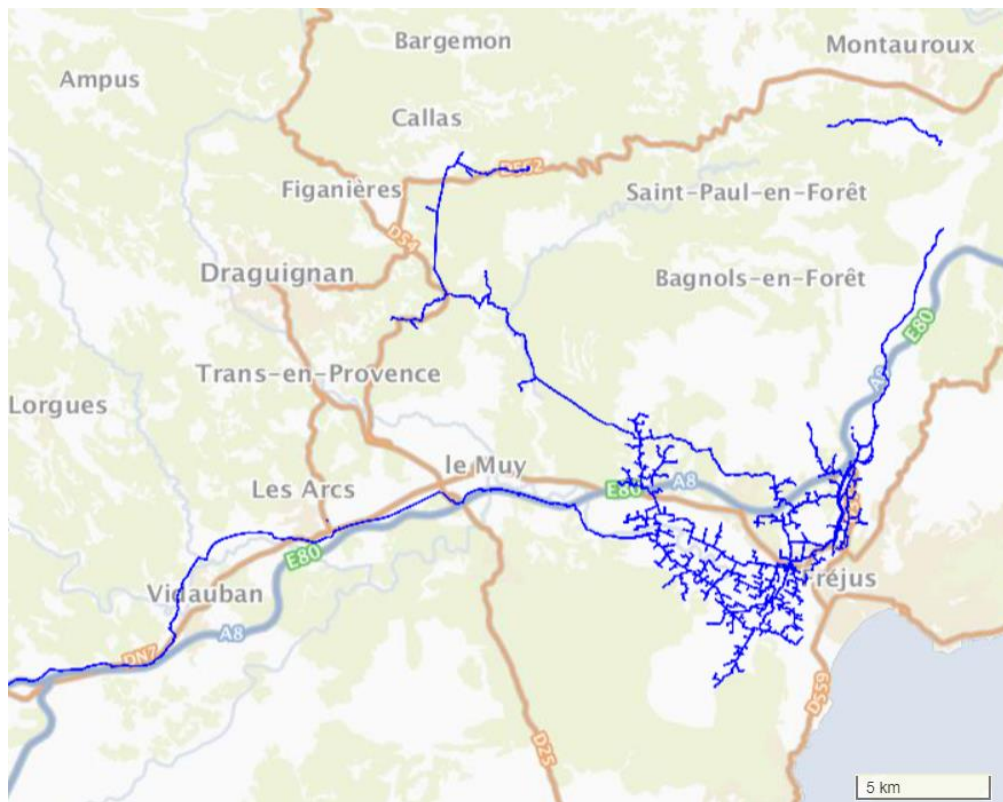


Figure 9 : Extension du réseau de la Société du Canal de Provence aux environs de Draguignan (source : site internet de la SCP)

En ce sens, les captages considérés comme structurants correspondent directement aux **captages dont les volumes prélevés sont les plus importants (> 150 000 m³/an)**.

Les captages de la Ville de Draguignan sont considérés comme structurants étant donné :

- Les volumes prélevés de ces ouvrages ;
- La population desservie ;
- Les interconnexions du réseau d'adduction de la ville avec celui des communes voisines : Flayosc qui ne dispose d'aucune ressource et qui est alimentée à ce jour par la reprise de Michelage, Lorgues, Les Arcs et Trans-en-Provence.

La DUP de la source des Frayères, remise en service récemment, est en cours d'instruction. Etant donné le point stratégique de cette source (point bas et exutoire principal du bassin versant amont), celle-ci est prise en considération en tant que captage structurant.

Le tableau ci-après reprend les principales caractéristiques des captages considérés comme structurants.

Captage structurants	Commune	Collectivité ou DSP	Unité hydrogéologique	Aquifère	Volume prélevé en 2018	Population desservie	Périmètre de protection	Etat procédure
Forage des Espiguières	Aups	SUEZ	Aups-Fontigon	Jurassique	256118	> 1900	Oui	Actif
Source des Frayères	Châteaudouble	VEOLIA	Ampus-Frayères	Jurassique	-	-	Oui	En cours d'instruction
Forage et source du Dragon	Draguignan	VEOLIA	Malmont	Jurassique	301386	41092	Oui	Actif (Projet de mise en service pour le forage)
Forages de Pont d'Aups	Draguignan	VEOLIA	La Foux	Muschelkalk	486734		Oui	Actif
Forages de Sainte Anne	Draguignan	VEOLIA	La Foux	Muschelkalk	1926653		Oui	Actif
Source Fantroussière - Clarettes	Les Arcs	Régie des eaux des Arcs	Les Arcs	Muschelkalk	183005	6333	Oui	Actif
Source Sainte Cécile	Les Arcs	Régie des eaux des Arcs	Les Arcs	Muschelkalk	468077		Oui	Actif
Source de la Magdeleine	Montferrat	SAUR	La Magdeleine	Jurassique	332998	Abonnés SIVOM de Callas	Oui	Actif
Source du Saint Rosaire	Tourtour	Régie des eaux de Tourtour	Aups-Fontigon	Jurassique	1665096	?	Oui	Actif
Source et forage de Valaury	Trans-en-Provence	SAUR	La Foux	Muschelkalk	238234	?	Oui	Actif
Puits de Maurin (puits n°1 Le Peical et puits n°2 Lacroix)	Trans-en-Provence	SAUR	Les Arcs	Muschelkalk	448897		Oui	Actif

Tableau 2 : Captages structurants identifiés sur le territoire d'étude

3.2.3. Délimitation des ZSE

Il s'agit ensuite d'associer à chaque captage structurant une zone de sauvegarde associée. Ces zones de sauvegarde peuvent être :

- des zones correspondant en surface à la recharge en eau actuelle et future de la masse d'eau (comme des aires d'alimentation de captage...);
- des zones où sera possible l'exploitation (prélèvements) actuelle et future de cette masse d'eau pour l'AEP (périmètres de protection...);
- des portions de masse d'eau projetées en surface (selon le même principe que pour les ZRE).

En l'absence d'étude hydrogéologique détaillée et notamment d'étude de délimitation du bassin d'alimentation des captages, la délimitation des ZSE qui a été retenue à ce stade de l'étude correspond pour chaque captage structurant en majeure partie à son périmètre de protection éloignée. Cette délimitation a pour avantage de simplifier la gestion des zones de protection pour les collectivités.

Lorsque la densité des périmètres de protection le permet (périmètres disjoints mais proches), il a été choisi de concaténer ces zonages afin de proposer une ZSE globale et cohérente à l'échelle de la masse d'eau.

Dans certains cas, les limites des ZSE ont été étendues en amont hydraulique afin de se rapprocher des bassins d'alimentation réels des captages, tout en se limitant aux limites naturelles (cours d'eau, géologie...).

La cartographie en page suivante retranscrit la délimitation des ZSE.

Concernant la source des Frayères, les périmètres de protection étant en cours d'instruction, en première approche, l'ensemble de l'impluvium associé à l'unité hydrogéologique est considéré comme ZSE.

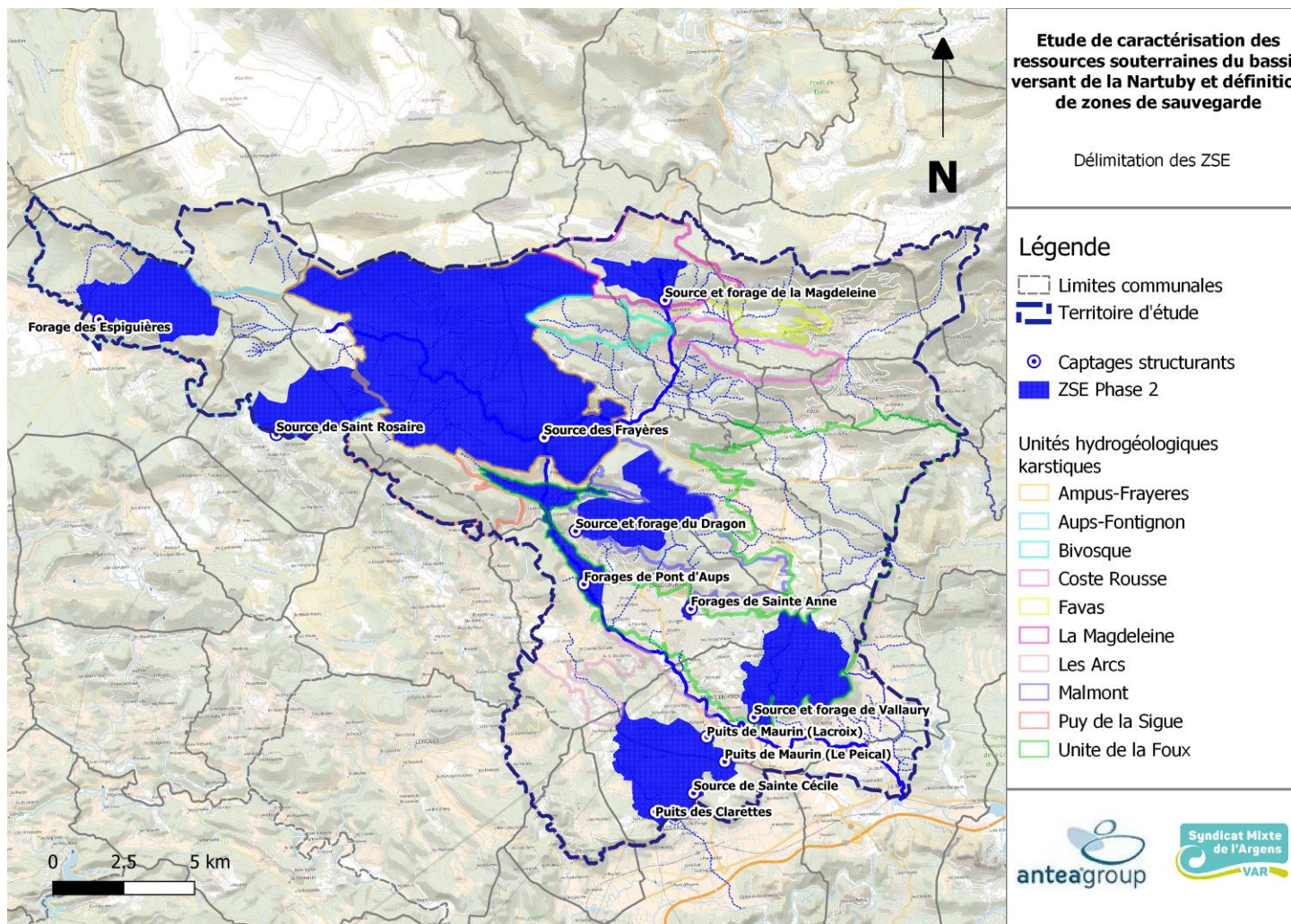


Figure 10 : Délimitation des ZSE sur le territoire d'étude

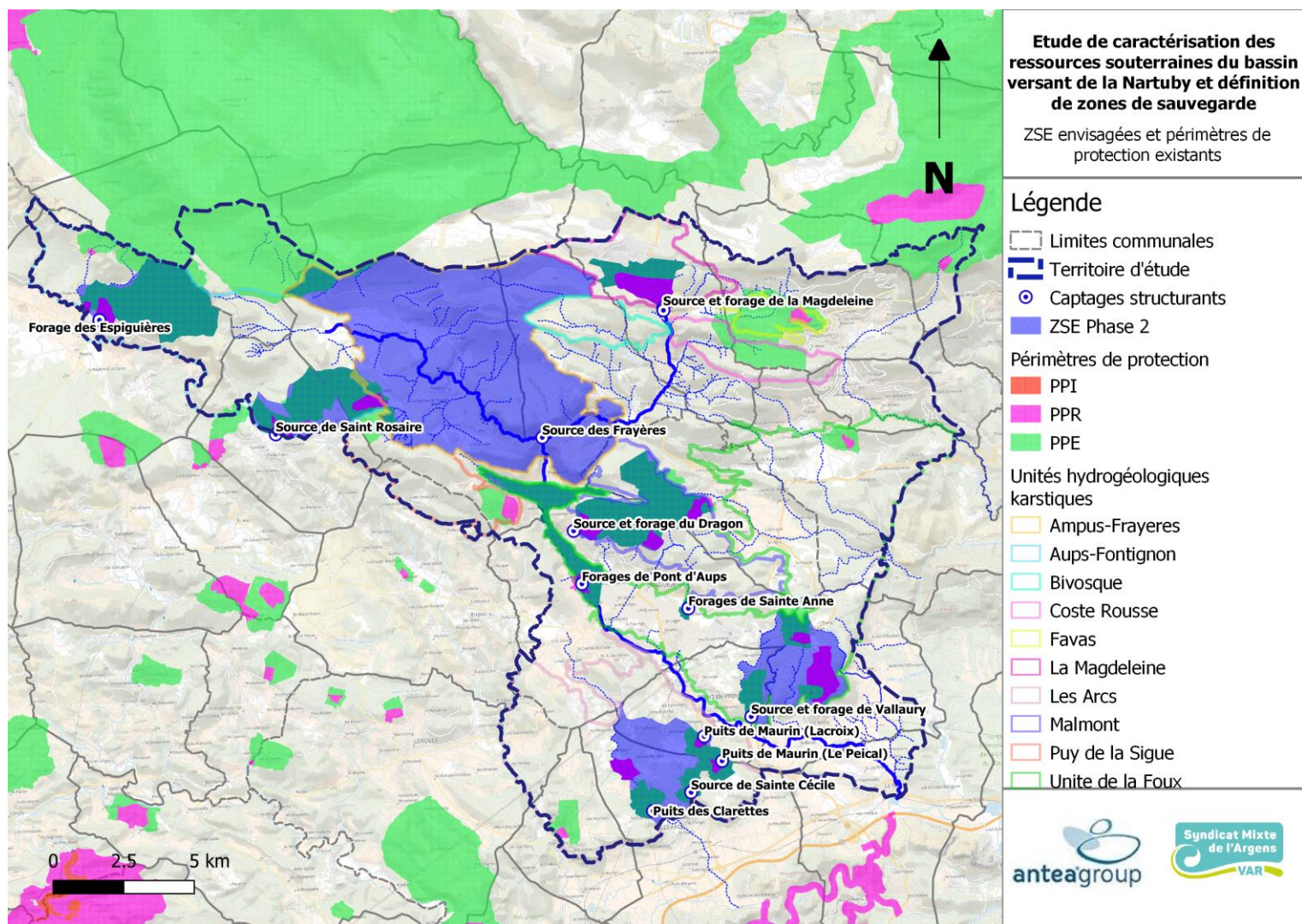


Figure 11 : Comparaison de l'extension des ZSE envisagées aux périmètres de protection existants

3.3. Zones de Sauvegarde Non Exploitées Actuellement (ZSNEA)

3.3.1. Approche multicritère

Afin de définir ces principales zones d'intérêt à préserver, une **approche multicritère** est mise en place à partir des éléments des connaissances précédemment acquis.

Les principaux critères à prendre en compte seront proposés au COPIL pour validation préalable. Il pourra s'agir par exemple des critères suivants :

- **Potentiel aquifère** : potentialité intrinsèque, débits exploitables, réserves de potentialités, aquifères peu ou pas exploités.... La hiérarchisation du critère de réserve sera effectuée en fonction des surfaces de recharge de l'aquifère ;
- **Qualité de l'eau** : données relatives à la qualité des eaux souterraines issues d'un croisement entre la base de données ADES, les résultats d'analyses de l'ARS, les données bibliographiques sur des analyses d'eau ;
- **La vulnérabilité** : vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère (IDPR, méthode Paprika pour les aquifères karstiques, ...), occupation des sols et incidence sur les eaux superficielles ;
- **Contraintes de protection** : occupation des sols, projets d'aménagements, sources potentielles de pollution, espaces naturels protégés (Natura 2000, ...), périmètres de protection des captages AEP, ...

Un système de notation affectée à chaque critère permettra d'aboutir à une classification objective des zones, avec des facteurs réducteurs concernant certains points précis (centres urbains, infrastructures linéaires, risques de vulnérabilité majeurs, zones naturelles protégées non compatibles avec une exploitation de la nappe, coûts disproportionnés, ...).

En fonction de critères à prioriser, une pondération complémentaire pourra être appliquée au système de notation.

3.3.2. Classification des zones

3.3.2.1. Potentiel aquifère

En l'absence d'une caractérisation des bassins d'alimentation des exutoires principaux, et d'un recensement exhaustif des résurgences au droit de chaque unité hydrogéologique, il est considéré que **le potentiel aquifère des unités hydrogéologiques repose principalement sur la surface de recharge disponible.**

Le tableau en page suivante présente pour chaque unité hydrogéologique :

- Une classification simplifiée de l'occupation des sols sur la base des données publiques (Corine Land Cover 2012) ;
- Le calcul du débit infiltré sur la base des données météorologiques de 2018 (à associer aux prélèvements de 2018 recensés dans les bases de données disponibles : BNPE/AERMC) ;
- La recharge théorique réelle après prélèvements des différents captages.

Hydrogéologie		Occupation des sols				Prélèvement		Bilan hydrique					Potentiel aquifère		
Unité hydrogéologique	Masse d'eau	Surface agricole (m ²)	Surface urbanisée (m ²)	Surface végétalisée (m ²)	Surface totale (m ²)	Nombre de prélèvements souterrains recensés	Volume prélevé en 2018 (m3)	Pluie brute en 2018 (mm/an)	ETR** (mm/an)	Pluie utile (mm/an)	Lame ruisselée (mm/an)	Pluie efficace (mm/an)	Qinfiltré maximal (m3/an)	ratio prélèvement/recharge en 2018 (%)	Volume théorique disponible en 2018
Favas	Jurassique	7.54E+05	3.64E+04	2.78E+06	3.57E+06	1	16632	1433	792.27	640.73	43.70	597.03	2.13E+06	1%	2.11E+06
Bivosque	Jurassique	6.36E+04	5.63E+04	5.88E+06	6.00E+06	0	0	1433	792.27	640.73	36.88	603.84	3.62E+06	0%	3.62E+06
Coste Rousse	Jurassique	4.40E+03	0.00E+00	7.07E+06	7.07E+06	2	210292	1433	792.27	640.73	32.08	608.65	4.30E+06	5%	4.09E+06
La Magdeleine	Jurassique	6.67E+04	2.51E+06	9.56E+06	1.21E+07	2	336543	1433	792.27	640.73	131.57	509.16	6.18E+06	5%	5.84E+06
Puy de la Sigüe	Jurassique	7.22E+05	9.22E+04	1.12E+07	1.20E+07	1	6592	1433	792.27	640.73	37.66	603.07	7.24E+06	0%	7.23E+06
Malmont	Jurassique	1.27E+06	4.24E+05	1.63E+07	1.80E+07	4	412120	1433	792.27	640.73	45.61	595.11	1.07E+07	4%	1.03E+07
Les Arcs	Muschelkalk	1.16E+07	3.53E+06	2.69E+07	4.20E+07	6	1377453	1433	792.27	640.73	81.24	559.49	2.35E+07	6%	2.21E+07
Aups-Fontigon	Jurassique	2.76E+06	4.67E+05	4.08E+07	4.40E+07	7	2038970	1433	792.27	640.73	39.15	601.58	2.65E+07	8%	2.44E+07
Ampus-Frayères*	Jurassique	9.00E+06	6.35E+05	4.54E+07	5.50E+07	1	0	1433	792.27	640.73	42.82	597.90	3.29E+07	0%	3.29E+07
La Foux	Muschelkalk	1.79E+07	1.18E+07	5.03E+07	8.00E+07	10	3176107	1433	792.27	640.73	110.14	530.58	4.24E+07	7%	3.93E+07

Tableau 3 : Potentialité aquifère des unités hydrogéologiques identifiées

* La source des Frayères n'est pas prise en compte dans le calcul étant donné que la reprise de son exploitation est récente

** Dans les calculs (formule de Turc), la réserve utile est considérée comme constante (ETP=ETR)

Afin de caractériser les apports pluviométriques, **une analyse locale et détaillée a été réalisée pour chaque unité hydrogéologique :**

- Caractérisation des volumes prélevés et des apports pluviométriques bruts sur une année de référence. En l'occurrence, l'année 2018 a été retenue pour deux raisons : année récente représentative des modes d'exploitation actuels, et données des volumes prélevés complètes ;
- Calcul de l'évapotranspiration réelle annuelle (ETR) selon la formulation de Turc. L'ETR correspond à la fraction de la pluie brute interceptée par les plantes et le sol (phénomène d'évaporation dépendant notamment des conditions climatiques et de l'état hydrique du sol). Pour le calcul, il est considéré que la réserve utile est constante ;
- Calcul de la pluie utile qui correspond à l'apport pluviométrique générateur d'écoulement (superficiel ou souterrain) ;
- Identification de l'occupation des sols selon des classes simplifiées : zones urbaines, agricoles, végétalisées/naturelles. Un coefficient de ruissellement est associé à chacune de ces zones en fonction, entre autres, du degré d'imperméabilisation des surfaces, respectivement : 80 %, 10 % et 5 % ;
- Calcul de la lame d'eau ruisselée à l'échelle de l'unité hydrogéologique ;
- Calcul de la pluie efficace qui correspond à la fraction de la pluie brute réellement à l'origine de la recharge des aquifères ;
- Calcul du débit infiltré à l'origine de la recharge des unités hydrogéologiques en fonction de leur surface totale.

La classification résultante (volume disponible) dépend majoritairement et directement de la surface des unités hydrogéologiques. Les unités d'Ampus-Frayères (en l'absence d'exploitation de la source des Frayères) et de La Foux sont donc logiquement en tête de classement.

Toutefois, les prélèvements existants peuvent avoir un impact comme en témoigne les résultats associés à l'unité de la Magdeleine. **Bien que plus étendue que l'unité de Puy de la Sigüe, les prélèvements (forage et source de la Magdeleine) induisent un volume disponible moindre.**

Ces calculs correspondent à une première estimation des volumes souterrains disponibles, toutefois ils doivent être pris avec précaution notamment :

- En l'absence de recensement exhaustif des prélèvements privés (puits et forages) ;
- En l'absence de caractérisation des unités hydrogéologiques de façon plus précises (bilan quantitatif « entrée/sortie », alimentation par les zones de perte du réseau hydrographique, réseaux karstiques disponibles...).

3.3.2.2. Vulnérabilité des aquifères

La vulnérabilité des aquifères dépend directement :

- De l'occupation des sols et des risques de pollution en surface ;
- Les orientations des documents d'urbanisme ;
- De la qualité des eaux souterraines.

Hydrogéologie		Occupation des sols (Corine Land Cover)				Développement urbain (PLU)				Vulnérabilité		
Unité hydrogéologique	Masse d'eau	Surface agricole (m ²)	Surface urbanisée (m ²)	Surface végétalisée (m ²)	Surface totale (m ²)	Surface zone N (m ²)	Surface zone A (m ²)	Surface zone AU (m ²)	Surface zone U (m ²)	ratio surface anthropique /végétalisée en % (CLC)	ratio surface anthropique/ végétalisée en % (PLU)	Concentrations élevées en sulfates et/ou chlorures
Coste Rousse	Jurassique	4.40E+03	0.00E+00	7.07E+06	7.07E+06	<i>Données PLU incomplètes</i>				0.1%	-	Non
Bivosque	Jurassique	6.36E+04	5.63E+04	5.88E+06	6.00E+06	5.34E+06	2.20E+05	0.00E+00	6.41E+03	2%	0.1%	Non
Puy de la Sigüe	Jurassique	7.22E+05	9.22E+04	1.12E+07	1.20E+07	1.02E+07	1.35E+06	0.00E+00	9.42E+04	7%	0.8%	Non
Aups-Fontigon	Jurassique	2.76E+06	4.67E+05	4.08E+07	4.40E+07	3.94E+07	3.46E+06	5.86E+04	5.80E+05	7%	1.5%	Non
Malmont	Jurassique	1.27E+06	4.24E+05	1.63E+07	1.80E+07	1.69E+07	1.40E+06	6.89E+04	2.93E+03	9%	0.4%	Non
Ampus-Frayères	Jurassique	9.00E+06	6.35E+05	4.54E+07	5.50E+07	4.42E+07	1.08E+07	1.60E+05	4.34E+05	18%	1.1%	Non
La Magdeleine	Jurassique	6.67E+04	2.51E+06	9.56E+06	1.21E+07	<i>Données PLU incomplètes</i>				21%	-	Non
Favas	Jurassique	7.54E+05	3.64E+04	2.78E+06	3.57E+06	<i>Données PLU incomplètes</i>				22%	-	Non
Les Arcs	Muschelkalk	1.16E+07	3.53E+06	2.69E+07	4.20E+07	3.32E+07	1.06E+07	5.65E+05	2.00E+06	36%	6.1%	Oui
La Foux	Muschelkalk	1.79E+07	1.18E+07	5.03E+07	8.00E+07	3.73E+07	1.41E+07	1.74E+06	1.05E+07	37%	15.3%	Oui

Tableau 4 : Vulnérabilité des unités hydrogéologiques identifiées

Les unités hydrogéologiques les plus vulnérables correspondent à celles présentant un ratio surface anthropisée (zones urbaines existantes ou futures) / végétalisée important.

Les unités hydrogéologiques les moins vulnérables correspondent à de petites unités isolées en tête de bassin versant : Coste Rousse, Bivosque et Puy de la Sigüe. Les zones naturelles majoritairement présentes sont favorables à l'établissement de zones de sauvegarde. A contrario, les unités hydrogéologiques du Muschelkalk présentent des surfaces urbanisées plus importantes (secteur de Draguignan et de Trans-en-Provence essentiellement).

En cohérence avec l'occupation des sols, le développement urbain est d'autant plus intense au droit des unités hydrogéologiques urbanisées telles que Les Arcs et La Foux.

Concernant l'aquifère du Trias (Muschelkalk), les concentrations en sulfates et chlorures des eaux peuvent être supérieures à la référence qualité mentionnée dans l'arrêté du 11 janvier 2007 fixant les limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine. La concentration maximale acceptée pour ces paramètres est de 250 mg/l. Ceci semble être le cas :

- En bordure Est de l'unité hydrogéologique des Arcs ;
- Localement au sein de l'unité de la Foux (forages de Sainte Anne à Draguignan et des Costes à Callas).

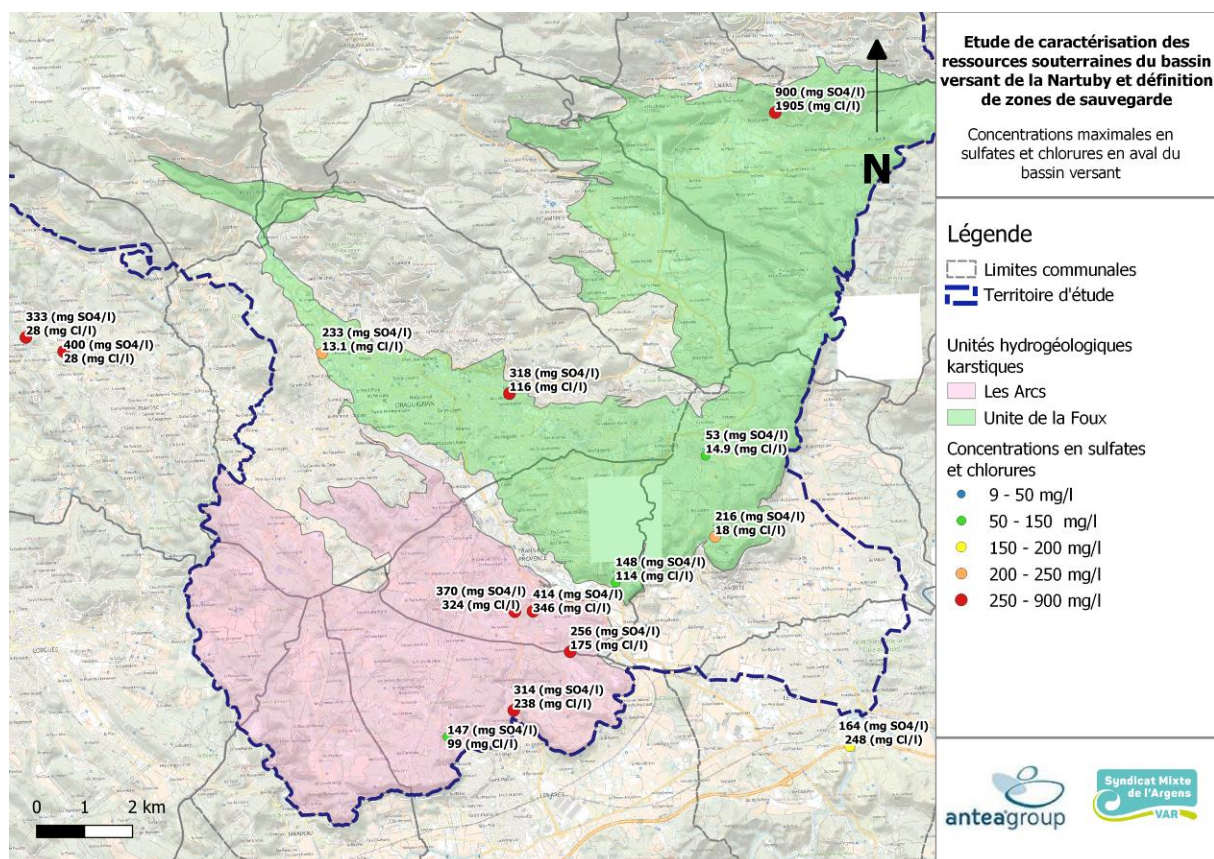


Figure 12 : Concentrations en sulfates et chlorures associées à l'aquifère du Muschelkalk (réseau de qualitomètres ADES)

3.3.2.3. Synthèse cartographique

A l'échelle des unités hydrogéologiques, quatre niveaux de vulnérabilité peuvent être associés aux ZSNEA identifiées :

- Niveau 1 - zones comprenant :
 - Les zones urbaines (occupation des sols et documents d'urbanisme) ;
 - Les zones où la ressource en eau souterraine présente une qualité physico-chimique moindre (sulfates et chlorures) ;
 - Les zones non desservies par le réseau d'adduction AEP.
- Niveau 2 - zones exemptes d'une occupation anthropique et comprenant :
 - Les zones où la ressource en eau souterraine présente une qualité physico-chimique moindre (sulfates et chlorures) ;
 - Les zones non desservies par le réseau d'adduction AEP.
- Niveau 3 - zones exemptes des secteurs présentant une qualité physico-chimique moindre et comprenant les zones non desservies par le réseau d'adduction AEP. Les zones suivantes ont donc été écartées :
 - La frange sud-est de l'unité hydrogéologique des Arcs où les qualitomètres disponibles montrent des dépassements en sulfates et chlorures non compatibles avec les limites de qualité réglementaires (cf. Figure 12) ;
 - Une partie de la frange nord-est de l'unité hydrogéologique de la Foux où de la même manière des dépassements en sulfates et chlorures ont été constatés (forage des Costes) ;
 - Le secteur entre La Foux, Sainte Anne et Les Négadis connu pour ses eaux fortement minéralisées dans un contexte urbain à semi-urbain.
- Niveau 4 - zones exemptes des secteurs cités précédemment. Les zones suivantes ont donc été écartées (distance avec le réseau d'adduction supérieure à 1 km) :
 - Secteurs Nord des communes de Châteaudouble et Montferrat ;
 - Frange Est de l'unité hydrogéologique de La Foux ;
 - Pointe Nord de la commune de Taradeau (quartier des Chênes Verts) ;
 - Frange Sud de l'unité hydrogéologique de Puy de la Sigüe ;
 - Secteur Ouest de l'unité hydrogéologique du Malmont ;
 - Cœur du massif du Bas Claret (communes d'Aups, Vérignon, Tourtour et Ampus).
 - La pointe nord-ouest de la commune d'Aups.

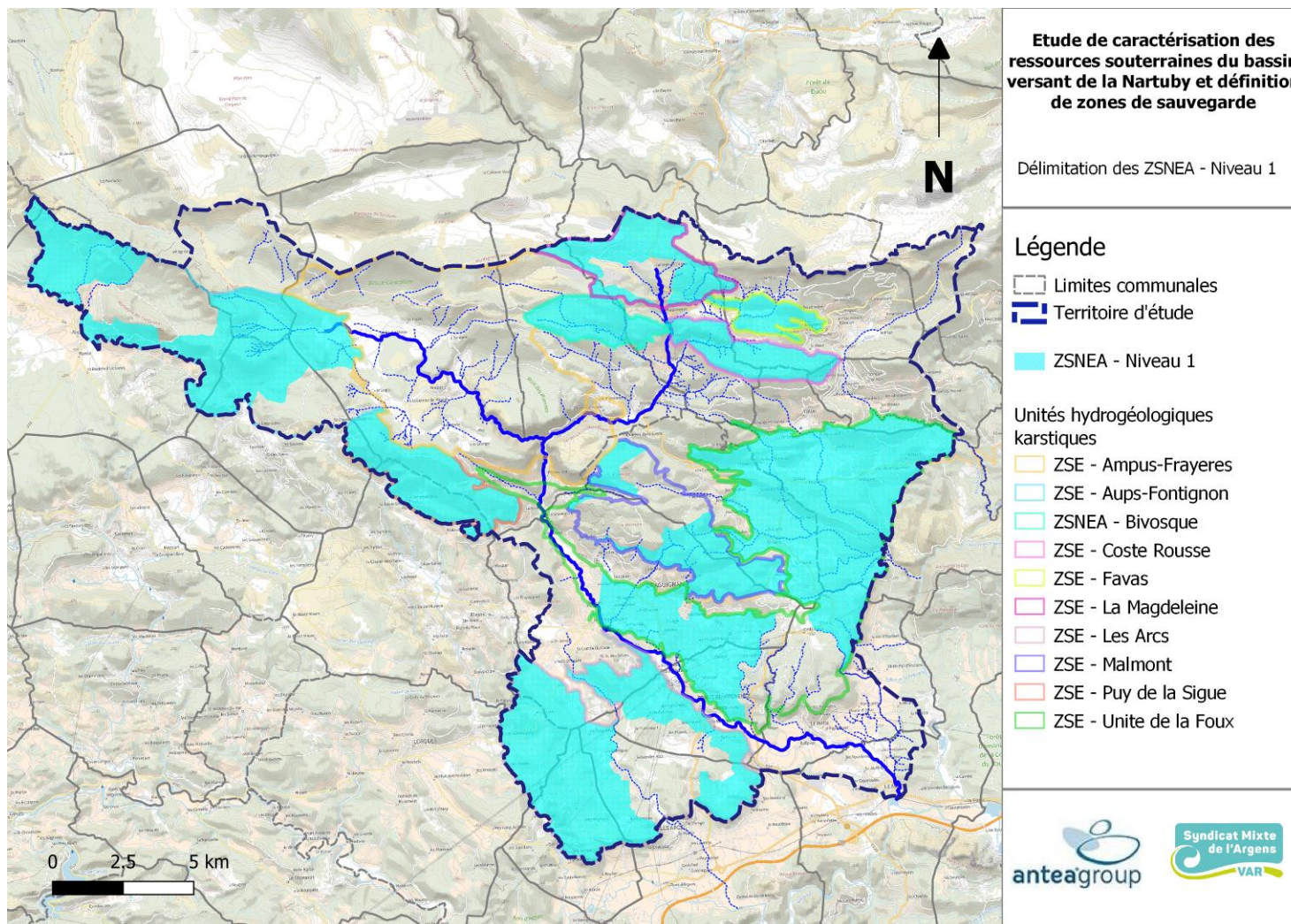


Figure 13 : Délimitation des ZSNEA de niveau 1

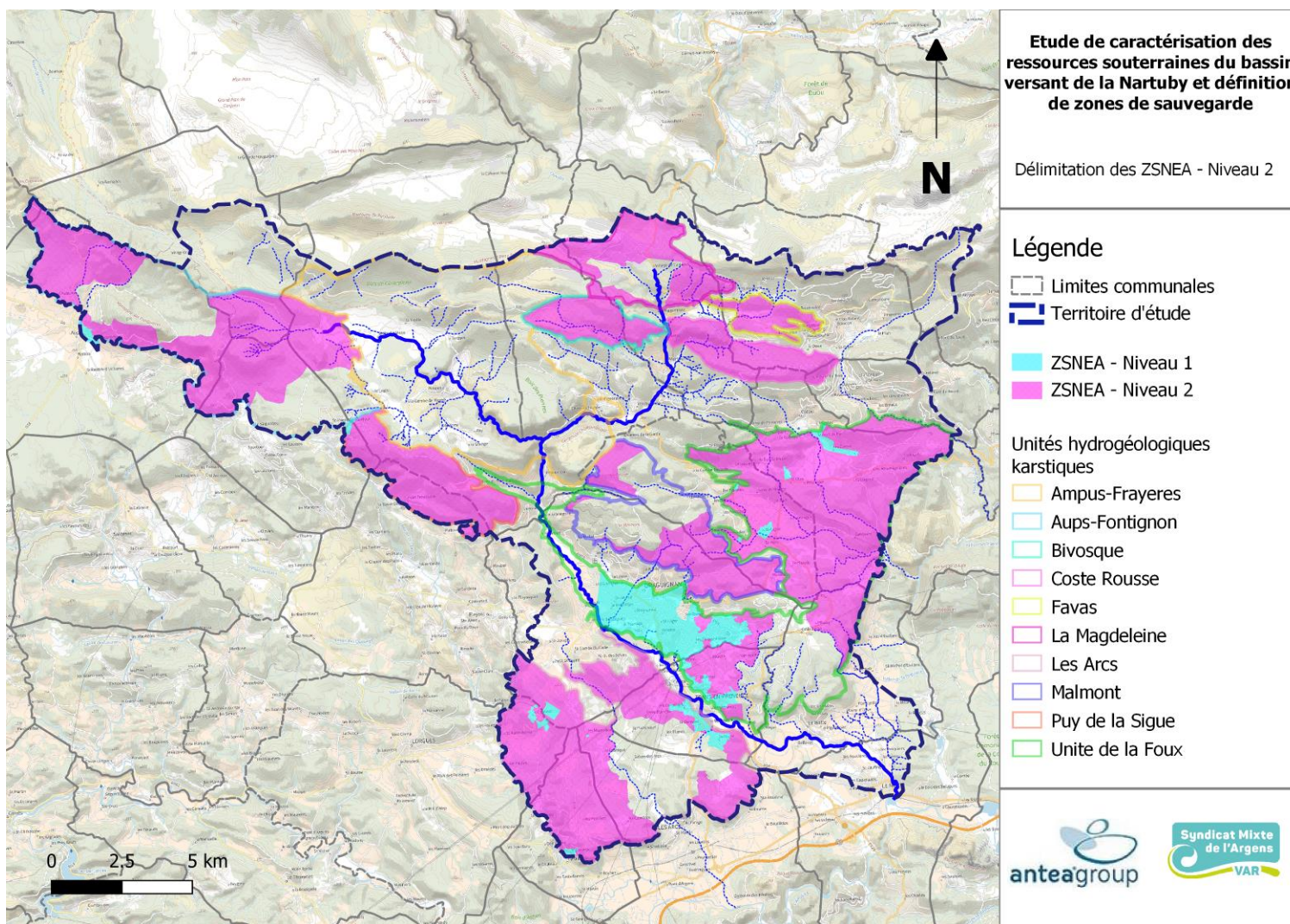


Figure 14 : Délimitation des ZSNEA de niveau 2

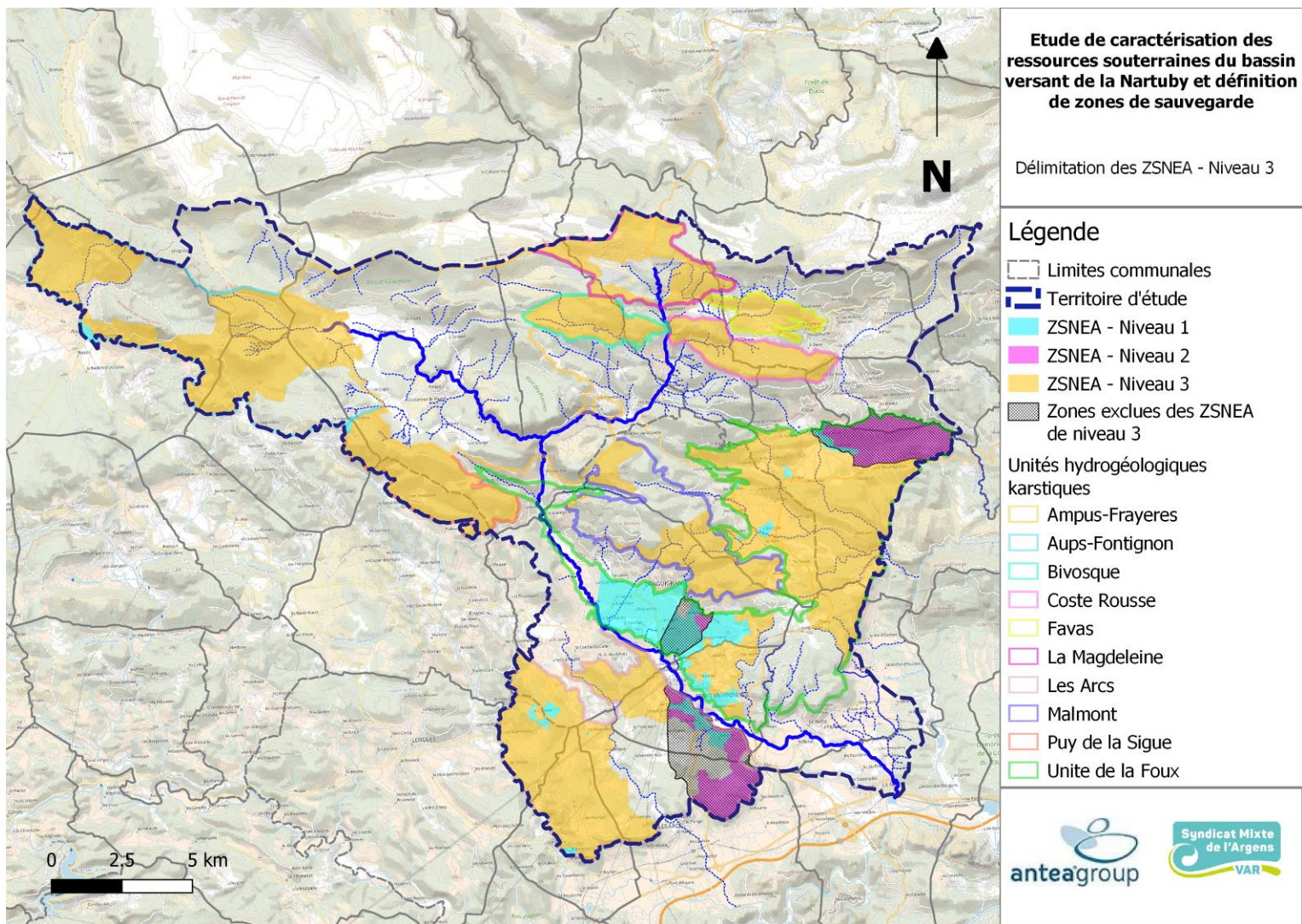


Figure 15 : Délimitation des ZSNEA de niveau 3

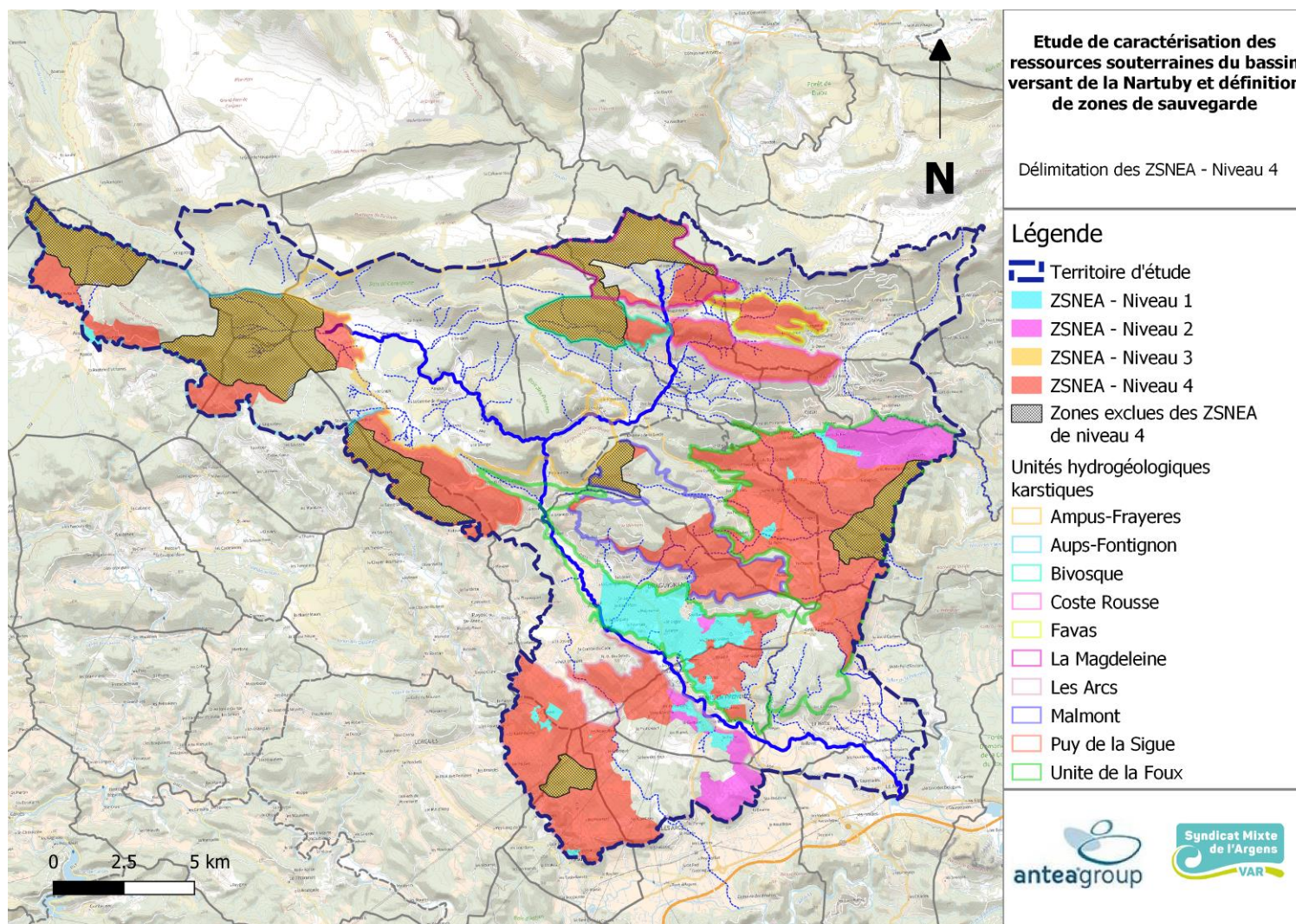


Figure 16 : Délimitation des ZSNEA de niveau 4

Les ZSNEA pré-identifiées à ce stade de l'étude sont listées dans le tableau ci-dessous.

ZNSEA	Unité karstique	Contraintes techniques exploitation	Exploitabilité de la ressource (justification du besoin)	Acceptabilité sociale
Gipières	Jurassique Sup. Unité Aups-Fontigon	Géométrie du réservoir inconnue – Trias ??	Secours Aups	Peu d'enjeux
Massif du Bas Claret	Jurassique Sup. Unité Aups-Fontigon	Impact sur les sources de Fontigon	Secours Ampus?	Peu d'enjeux
Bivosque	Lias	Réserves faibles et impact sur le Bivosque	Secours de Montferrat	Peu d'enjeux
Peygros à St Vincent	Lias Unité La Madeleine		Sécurisation des captages de la Madeleine	Voiries
Favas	Jurassique sup.		Faible – Périmètres de protection bien dimensionnés	Hors ressource stratégique
Coste Rousse	Jurassique sup.		Faible – Périmètres de protection bien dimensionnés	Hors ressource stratégique
Puy de la Sigüe	Lias	Position structurale a priori défavorable – Existence de réserves à valider	Secours Flayosc	Peu d'enjeux
Colle Pellade	Jurassique sup. Unité Malmont	Ressource locale peu connue.	Faible	Peu d'enjeux
Clos de Reille à Montéou	Jurassique sup. Unité de Malmont	Ressource locale peu connue.	Faible	Peu d'enjeux
De Callas aux Jas d'Esclan	Muschelkalk Unité de la Foux	Identifier secteur de bonne qualité chimique	Secours de Trans-en-Provence, La Motte, Callas, Figanières et Draguignan	Voiries, agriculture et urbanisation
Quartier des Faïsses	Muschelkalk Unité de la Foux	Risque fort de mauvaise qualité (chlorures et sulfates)	Secours Draguignan et Figanières	Voiries et urbanisation
Terre Blanche	Muschelkalk Unité des Arcs		Protection amont de la ZSE de Puits Neuf aux Arcs	Urbanisation ?
Nouradons	Muschelkalk Unité des Arcs		Protection amont de la ZSE de Puits Neuf aux Arcs	Urbanisation, voiries et agriculture

Tableau 5 : Contraintes d'exploitation et acceptabilité sociale associées aux ZSNEA pré-identifiées

Des premiers éléments d'argumentation sont donnés dans ce tableau sur les contraintes techniques d'exploitation pressenties, sur la justification de la zone de sauvegarde au regard des besoins en AEP et sur les enjeux de la protection sur le territoire. Rappelons qu'ils sont appelés à évoluer dans les phases ultérieures de l'étude.

Au vu de ces arguments, à ce stade de l'étude, on peut prioriser les ZNSEA selon les arguments suivants :

- Celles dont l'**intérêt stratégique** paraît évident au vu des ressources disponibles en eau souterraine de bonne qualité, de leur potentiel usage futur et au regard des faibles enjeux en termes d'acceptabilité sociale et des actions à mettre en place pour leur protection. Citons : **Massifs jurassiques de Gipières et du Bois Claret (secours/diversification d'Aups et Ampus), massifs liasiens de Bivosque (secours de Montferrat) et Puy de la Sigüe (secours de Flayosc)**. A ce stade de l'étude, il reste cependant des contraintes techniques à étudier pour bien comprendre les enjeux de production notamment en termes de faisabilité technique ou d'impacts sur les milieux superficiels ; tous ces éléments seront travaillés dans la suite de l'étude.
- La zone allant de Callas au Jas d'Esclan pour la protection de l'aquifère du Muschelkalk drainé par la Nartuby à l'aval de la Foux. La ressource est très importante mais elle est localement dégradée par de fortes teneurs en chlorures et en sulfates ; elle pourrait de façon évidente servir à la sécurisation/diversification de la ressource en eau potable des communes de Trans-en-Provence, Draguignan, La Motte, Figanières et Callas mais les enjeux de la protection seront importants. Il sera nécessaire de mettre en place des orientations fortes pour interdire/limiter/adapter l'urbanisation, limiter les impacts des pollutions liées au réseau routier (pollution chronique et accidentelle), et possiblement impulser des dynamiques de territoire pour soutenir et développer une agriculture peu demandeuse en intrants phytosanitaires. Tous ces éléments seront travaillés dans la suite de l'étude.
- Des zones dont l'intérêt de conservation pour leur seule ressource paraît faible mais dont l'intégration à des ZSE voisines permettrait de renforcer leur protection : pour le Lias en amont de la ZSE de la Madeleine (Peygros à St Vincent), pour la ZSE du massif jurassique du Malmont (Colle Pellade sur la bordure Nord et Clos de Reillou sur la bordure sud du massif), pour la ZSE du massif du Muschelkalk des Arcs (Terre Blanche et Nouradons). Ces options stratégiques seront travaillées dans les phases ultérieures de l'étude.
- Une zone « problématique » pour la protection de l'aquifère du Muschelkalk : quartier des Faïsses. Le risque de trouver des eaux chlorurées et sulfatées est réel et la zone commence à être très urbanisée, ce qui en réduit la capacité à protéger effectivement les eaux souterraines. Une partie de cette zone pourrait cependant être rattachée à la ZNSEA allant de Callas à Jas d'Esclan.
- Deux zones déjà exploitées et protégées de façon significative par des périmètres de protection : unités Jurassique de Favas et de Coste Rouse au Nord-Est de Montferrat. Notons que **d'un point de vue administratif, elles n'appartiennent pas à une masse d'eau jugée stratégique** ; nous proposons donc, sous validation du COTECH et du COPIL, de ne pas leur affecter de zone de sauvegarde.

4. Analyse critique du réseau actuel de suivi des masses d'eau

4.1. Ouvrages existants

Sur le territoire d'étude, il peut être distingué 6 types d'ouvrage de suivi des eaux souterraines :

- Des qualitomètres qui correspondent à des ouvrages de suivi de la qualité des eaux. En règle générale, ces ouvrages correspondent aux captages d'exploitation où des prélèvements et mesures sont réalisés fréquemment (contrôle réglementaire de la qualité des eaux distribuées). Sur le territoire d'étude, **19 qualitomètres actifs sont recensés**. D'autre part, 14 qualitomètres peuvent être jugés comme inactifs (dates de prélèvement antérieures à 2018), ils n'en restent pas moins potentiellement accessibles ;
- Des piézomètres intégrés au réseau national de suivi des eaux souterraines (référencés sous la base de données ADES). **Seuls deux ouvrages associés aux aquifères Muschelkalk sont recensés** : à Draguignan (à proximité immédiate des forages de Sainte Anne) et La Motte (à proximité immédiate du forage de Vallongue). La fréquence de mesure associée est journalière ;
- **L'aven du Mouret** situé en amont immédiat de la source des Frayères qui est instrumenté depuis septembre 2013. Cette structure, intégrée au projet KRHU, permet de suivre la mise en charge du réseau karstique à la suite des événements pluviométriques ;
- Des piézomètres réalisés dans le cadre de missions géotechniques dont le suivi mensuel est réalisé par le SMA :
 - Un ouvrage situé rive droite de la Nartuby en amont de la confluence avec la source de la Foux ;
 - Trois ouvrages situés en aval de Trans-en-Provence.
- Les anciens puits du champ captant des Incapis situés à Draguignan. Ces puits sont toujours accessibles, toutefois un diagnostic permettrait de définir leur état et leur représentativité (état des crépines, ensablement, dégradation du tubage et degré de connexion avec la nappe). Les puits atteindraient les marnes noires sous-jacentes au compartiment Muschelkalk supérieur ;
- Un ancien ouvrage identifié à l'occasion d'une visite de terrain. Situé dans la vallée alluviale de Draguignan (secteur de la Clappe), cet ouvrage est suivi mensuellement par le SMA depuis février 2021.

La cartographie en page suivante présente la localisation de ces ouvrages.

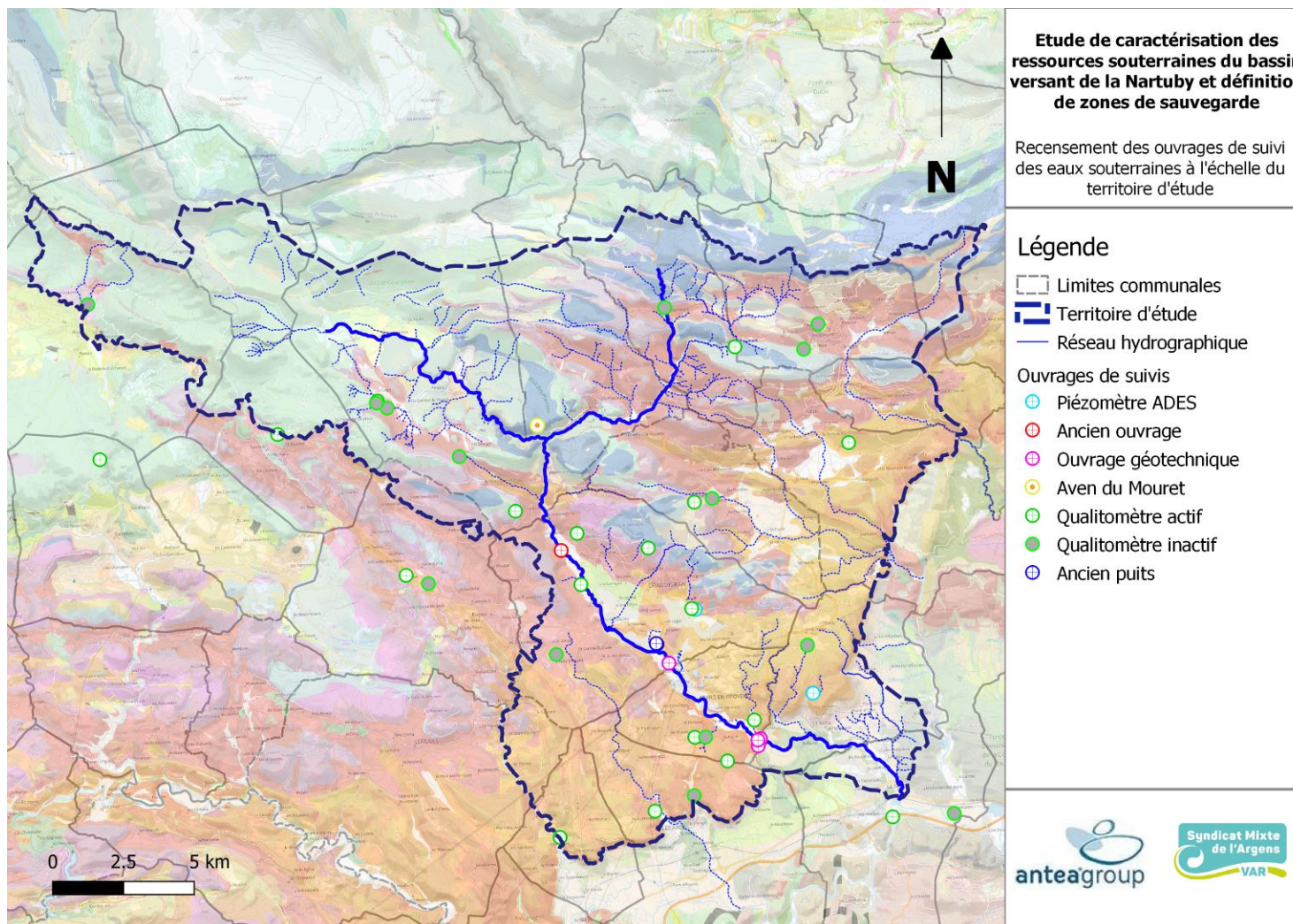


Figure 17 : Recensement des ouvrages de suivi des eaux souterraines à l'échelle du territoire d'étude

4.2. Lacunes existantes et problématiques rencontrées

A l'échelle du territoire d'étude, il n'existe que quelques ouvrages de suivi répartis de façon éparées entre Draguignan et La Motte :

- Deux ouvrages captant l'aquifère du Muschelkalk disposent d'une chronique de mesure en continu (ADES) : piézomètres à Sainte Anne depuis janvier 1989 (Draguignan) et les Séouves depuis janvier 1996 (La Motte) ;
- Quatre ouvrages réalisés dans le cadre de missions géotechniques font l'objet d'un suivi mensuel par le SMA depuis 2020 : secteur de la zone commerciale à Trans-en-Provence. Ces piézomètres capteraient la nappe superficielle contenue dans les alluvions sans atteindre les calcaires du Muschelkalk (profondeur comprise entre 10 et 20 m) ;
- Un ouvrage susceptible d'intercepter les calcaires du Muschelkalk supérieur et les alluvions dans le secteur de la Clappe (profondeur supérieure à 30 m) qui est suivi mensuellement par le SMA depuis février 2021.

A noter que les ouvrages suivis par le SMA n'ont pas fait l'objet d'un nivellement par un géomètre expert permettant de définir la cote altimétrique de la nappe. De ce fait, l'interprétation des données piézométriques récoltées n'est pas réalisable.

A ce jour, aucun ouvrage ne capte la nappe du Muschelkalk à proximité de la Nartuby ce qui ne permet pas de définir clairement les relations complexes entre la rivière et l'aquifère du Muschelkalk. C'est pourquoi il a été proposé en fin de Phase 1 de réaliser un doublet de forages sur une parcelle identifiée comme disponible (section BL et numéro 635) par le SMA avec :

- Un piézomètre peu profond captant la nappe superficielle alluviale et le compartiment supérieur du Muschelkalk et ancré dans les marnes jaunes ou noires (profondeur prévisionnelle de 50 m selon la coupe géologique des ouvrages de Pont d'Aups) ;
- Un piézomètre captant le compartiment inférieur des calcaires du Muschelkalk (profondeur prévisionnelle de 100 m selon la coupe géologique des ouvrages de Pont d'Aups) avec occultation de la nappe supérieure superficielle.

D'autre part, des incertitudes demeurent quant aux modalités d'alimentation de la source de la Foux, et vis-à-vis des apports des compartiments de l'aquifère du Muschelkalk. Le piézomètre existant sur la commune de La Motte ne permet pas, au regard de sa localisation, d'apporter des éléments d'arbitrage univoques.

Enfin de Phase 1, il a donc été proposé d'implanter un piézomètre complémentaire au sein du massif du Muschelkalk entre le piézomètre existant de La Motte et la source de la Foux. L'objectif est de capter le compartiment inférieur du Muschelkalk et d'isoler les formations sus-jacentes (profondeur prévisionnelle de 100 m) afin de vérifier les hypothèses suivantes :

- La source de la Foux est alimentée en partie par des venues d'eau en provenance du massif à l'est de Draguignan (nappe contenue dans le compartiment supérieur du Muschelkalk) ;
- Les résurgences observées dans le secteur de Trans-en-Provence et La Motte sont alimentées par une nappe contenue dans le compartiment inférieur du Muschelkalk.

A l'occasion des réunions de travail, le DST de Trans-en-Provence a précisé que des investigations ont été réalisées dans ce secteur en concertation avec l'hydrogéologue agréé entre 2005 et 2006. Quatre

forages de reconnaissance auraient été réalisées mais rebouchés du fait de la faible productivité et de la mauvaise qualité des eaux souterraines. Aucune information complémentaire n'a pu être collectée (localisation, log géologique, coupe techniques...).

Afin d'obtenir une **chronique de mesure complète pouvant être comparée aux variations de débit de la Nartuby et à la pluviométrie (définition de la dynamique de la nappe supérieure et inférieure du Muschelkalk)**, il est envisagé d'équiper certains ouvrages avec des capteurs de pression :

- Le doublet de forages projeté à Draguignan, soit deux ouvrages instrumentés ;
- Le forage du Muschelkalk projeté à Trans-en-Provence ;
- Deux forages existants situés dans le quartier des Incapis à Draguignan.

Le réseau de suivi piézométrique sera constitué par les ouvrages cités ci-avant et complété par les ouvrages existants suivants :

- Mesure du niveau de la nappe au droit des forages en exploitation de Pont d'Aups à Draguignan (VEOLIA) ;
- Mesure du niveau de la nappe au droit des piézomètres ADES existants (Sainte Anne à Draguignan et La Motte).

4.3. Synthèse

A termes, et à l'échelle des masses d'eau, l'objectif est de construire un réseau piézométrique permettant :

- D'évaluer les tendances en termes d'évolution quantitative et qualitative ;
- De pouvoir mesurer l'impact des mesures de gestion à mettre en œuvre.

A ce stade de l'étude, et notamment en amont des investigations complémentaires de Phase 5 qui permettront de redéfinir les limites de certaines unités hydrogéologiques et zones de sauvegarde, le réseau piézométrique prévisionnel ne peut être établi. Cet aspect de l'étude sera abordé au cours de la Phase 3 et à l'issue des investigations complémentaires, et des arbitrages sur les ZSNEA à conserver in fine au regard des critères d'exploitation de la ressource et de l'acceptabilité sociale.

Le tableau en page suivante permet d'avoir une vision d'ensemble du suivi disponible à l'échelle du territoire d'étude. Ces éléments serviront de base de réflexion pour les Phases 3 et 4 à venir.

Il en ressort les éléments suivants :

- La majorité des qualitomètres présents sur le territoire correspond aux ouvrages d'exploitation situés en aval hydraulique des unités hydrogéologiques (exploitation des exutoires naturels situés en points bas des massifs) ;
- Seulement 3 qualitomètres disposent de données postérieures à 2020 ;
- Deux ouvrages disposent d'une chronique de mesure complète (fréquence de mesure journalière) : piézomètres ADES situés à Draguignan (Sainte Anne) et La Motte (Vallongue) ;

- La vallée alluviale de la Nartuby dispose de points de mesure répartis de façon éparses et captant généralement la partie superficielle de l'aquifère (ouvrages géotechniques peu profonds crépinés dans les alluvions uniquement). Ces ouvrages sont suivis depuis peu par le SMA ;
- En dehors de la vallée alluviale de la Nartuby en amont de Draguignan jusqu'à La Motte, aucun ouvrage n'existe pour quantifier les variations du niveau des différentes nappes, notamment les nappes karstiques du Jurassique. L'instrumentation de l'aven du Mouret ne constitue qu'un indicateur très local de la recharge d'un drain karstique en amont immédiat des Frayères. En ce sens, il ne peut se substituer à un ouvrage de suivi intégrable dans une gestion patrimoniale de la ressource.

Unité hydrogéologique	Aquifère	Piézomètre	Date de début de la chronique de mesure	Date de fin de la chronique de mesure	Qualitomètre	Date de début de la chronique de mesure	Date de fin de la chronique de mesure	Nombre de mesure	Commentaires
Aups-Fontigon	Jurassique				BSS002HCSC	27/11/1998	15/05/2018	2322	
					BSS002HCVM	27/05/1998	16/09/2019	4888	Source de Saint Rosaire
					BSS002HCWX	08/12/2011	08/12/2011	329	Puits des Bœufs
					BSS002HCUS	13/11/1998	08/03/2019	3094	Puits des Bœufs
Ampus-Frayères	Jurassique	Aven du Mouret	sept-13	En cours	BSS002HC VH	12/04/1996	27/03/2018	1899	Drain Beou Bouteou
					BSS002HC VG	23/09/1997	14/01/2010	1144	Amont Rebouillon
La Magdeleine	Jurassique				BSS002HDFH	18/04/2002	03/02/2017	2292	Forage de la Magdeleine
Favas	Jurassique				BSS002HDHT	10/12/1998	23/10/2018	2733	Proche du forage du stade
Coste Rousse	Jurassique				BSS002HDFY	20/11/1996	23/10/2018	2860	Source de l'Adoux
					BSS002HDHM	20/05/1997	11/10/2019	2949	Forage de Favas
Puy de la Sigue	Jurassique				BSS002HCZD	26/07/2005	06/03/2020	1390	Forage du Lentier
Malmont	Jurassique				BSS002JTFR	23/09/1997	24/02/2020	3769	Source du Dragon
					BSS002JTJD	23/09/1997	15/07/2019	1694	Forage des Raillourets
					BSS002HDHP	30/07/1998	16/05/2019	1932	Forage de Théolière
					BSS002HDFZ	15/12/1998	22/03/2018	2573	Source de Fontvieille
Les Arcs	Muschelkalk				BSS002JVAH	26/11/1999	30/09/2019	3110	Source de Gay Pan
					BSS002JVAJ	20/10/1998	02/04/2019	2952	Puits des Clarettes
					BSS002JVEC	20/10/1998	10/08/2018	2444	Source Sainte Cécile
					BSS002JVLS	12/08/2005	20/08/2019	2628	Puits de Maurin (Le Peical)
					BSS002JVHU	04/10/1999	20/06/2019	4569	
					BSS002JVKA	15/05/1997	26/06/2018	2740	Puits de Maurin (Lacroix)
La Foux	Muschelkalk	BSS002JVKY	06/01/1989	En cours	BSS002JVLQ	22/11/1995	20/10/2020	19285	Forage de Sainte Anne
		BSS002JVLT	26/08/1996	En cours	BSS002JVLT	26/08/1996	15/11/2018	2114	Forage de Vallongue
		DRA Clappe	09/02/2021	En cours					Ancien ouvrage suivi par le SMA
					BSS002JTJS	29/05/1996	29/08/2019	4188	Forages de Pont d'Aups
		BSS002JTJF	?	?					Ancien puits des Incapis
		DRA Bonhomme	30/01/2020	En cours					Ouvrage géotechnique suivi par le SMA
		TRA Retru3	30/10/2020	En cours					Ouvrage géotechnique suivi par le SMA
		TRA Retru1	09/12/2020	En cours					Ouvrage géotechnique suivi par le SMA
		TRA Retru 2	30/10/2020	En cours					Ouvrage géotechnique suivi par le SMA
							BSS002JVEH	19/02/1997	29/04/2019
					BSS002JVLU	19/11/1996	14/03/2018	2066	Forage de Colle Basse
					BSS002HDHN	11/08/1995	22/07/2019	7347	Forage Les Costes

Tableau 6 : Synthèse des ouvrages existants sur le territoire d'étude (piézomètres et qualitomètres)

5. Synthèse

Il a été proposé d'établir la pré-identification des zones de sauvegarde sur la base des connaissances acquises en Phase 1 couplée à une analyse multicritère. **Les zones de sauvegarde établies ne constituent ainsi qu'une première ébauche du zonage définitif** qui sera repris au cours de la Phase 3 et à l'issue des investigations complémentaires de Phase 5. Ces dernières permettront de valider les hypothèses présentées au chapitre 2.6 et de redéfinir le périmètre des unités hydrogéologiques prises en compte le cas échéant.

L'analyse présentée dans ce rapport a permis de définir un total de :

- 12 captages structurants ;
- 9 ZSE ;
- 13 ZSNEA.

Les caractéristiques et la localisation de ces zones de sauvegarde sont présentées en pages suivantes. A ce stade de l'étude, les ZSNEA retenues sont associées à un niveau 3 de vulnérabilité (zonage excluant les zones urbaines et les zones où la ressource présente une qualité moindre). Le niveau 4 n'a pas été retenu afin de garder des ZSNEA homogènes et non morcelées. Cet élément sera à discuter avec le COPIL et pourra être revu au cours de la Phase 3.

Rappelons que la liste définitive des ZSNEA est susceptible d'évoluer au regard des critères d'exploitabilité de la ressource et de l'acceptabilité sociale de sa protection et que les périmètres des ZSE comme des ZSNEA pourront aussi être modifiés au regard des informations apportées par les investigations en cours de déploiement (mesures piézométriques, jaugeages en rivières, analyses physico-chimiques,...).

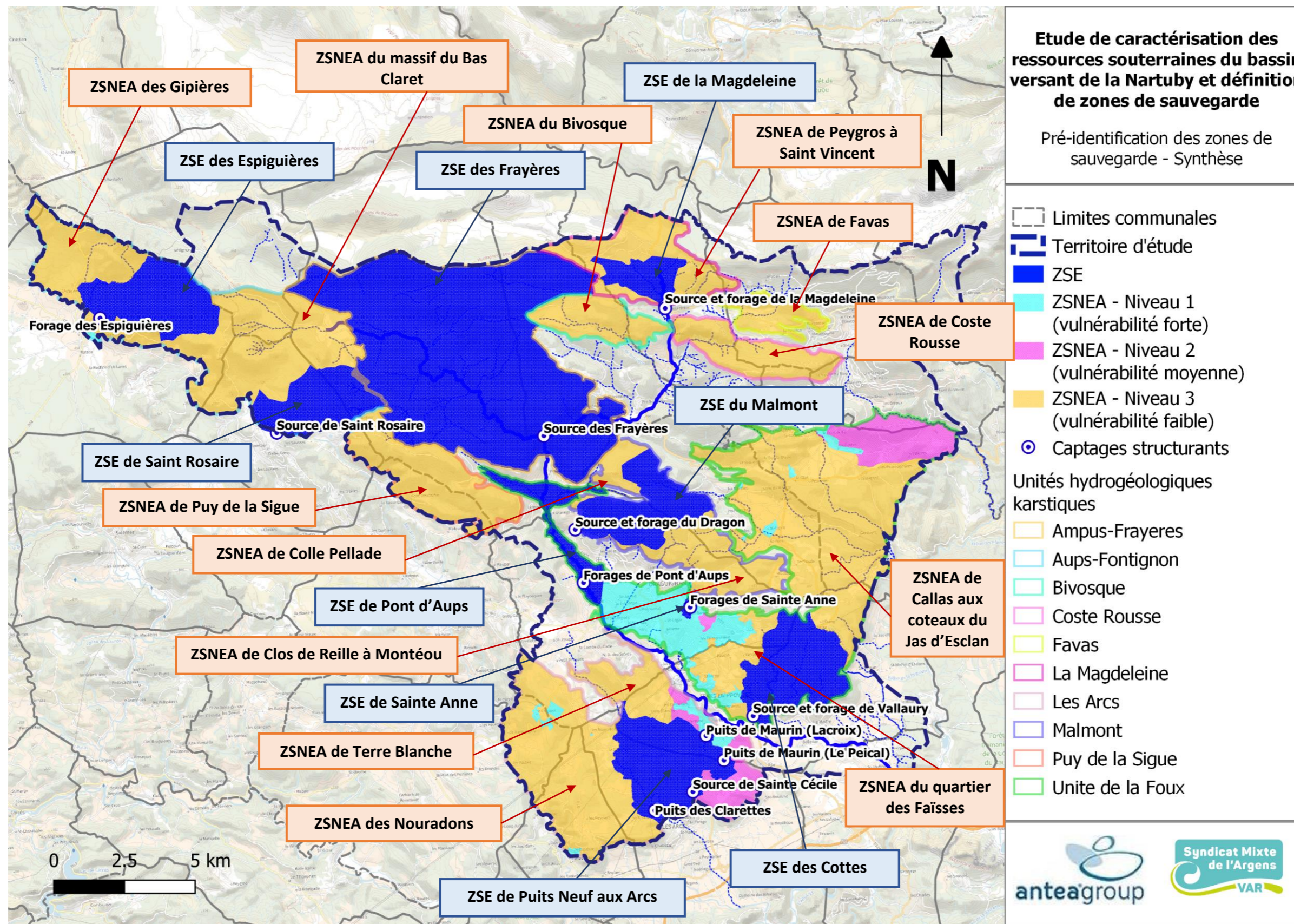


Figure 18 : Délimitation des zones de sauvegarde pré-identifiées

Zone de Sauvegarde	Aquifère	Unité hydrogéologique	Exutoire principal réel ou supposé	Surface (km ²)	Surface à l'échelle du territoire d'étude
ZSE de Sainte Anne	Muschelkalk	La Foux	Forages de Sainte Anne	0.30	0.1%
ZSE de la Magdeleine	Jurassique	La Magdeleine	Source de la Magdeleine	1.57	0.4%
ZSNEA de Colle Pellade	Jurassique	Malmont	Source du vallon de la Font de Maurel	1.87	0.5%
ZSNEA de Favas	Jurassique	Favas	Forage du stade à Bargemon	3.57	0.9%
ZSE de Rebouillon à Pont d'Aups	Muschelkalk	La Foux	Forages de Pont d'Aups	4.15	1.1%
ZSNEA du quartier des Faïsses	Muschelkalk	La Foux	-	4.33	1.1%
ZSNEA de Terre Blanche	Muschelkalk	Les Arcs	-	5.05	1.3%
ZSNEA du Bivosque	Jurassique	Bivosque	Source du vallon des Blaconnes	5.69	1.5%
ZSE de Saint Rosaire	Jurassique	Aups-Fontigon	Source de Saint Rosaire	6.18	1.6%
ZSNEA de Coste Rousse	Jurassique	Coste Rousse	Sources de l'Adoux	7.07	1.8%
ZSNEA des Gipières	Jurassique	Aups-Fontigon	Source des Gipières	7.89	2.0%
ZSNEA de Clos de Reille à Montéou	Jurassique	Malmont	Source de Gattières	8.16	2.1%
ZSE du Malmont	Jurassique	Malmont	Source du Dragon	8.51	2.2%
ZSNEA de Peygros à Saint-Vincent	Jurassique	La Magdeleine	Sources du Petit Bois	8.85	2.3%
ZSE des Espiguières	Jurassique	Aups-Fontigon	Forage des Espiguières	8.93	2.3%
ZSE des Cottés	Muschelkalk	La Foux	Source et forage de Vallauray	10.05	2.6%
ZSE de Puits Neuf aux Arcs	Muschelkalk	Les Arcs	Source de Sainte Cécile	11.51	3.0%
ZSNEA de Puy de la Sigüe	Jurassique	Puy de la Sigüe	Forages du Lentier ou source de l'Orme mort	11.62	3.0%
ZSNEA des Nouradons	Muschelkalk	Les Arcs	Source de Gay Pan	20.62	5.3%
ZSNEA du massif du Bas Claret	Jurassique	Aups-Fontigon	Source de Fontigon	28.13	7.3%
ZSNEA de Callas aux coteaux du Jas d'Esclan	Muschelkalk	La Foux	Forage des Costes	30.75	8.0%
ZSE des Frayères	Jurassique	Ampus-Frayères	Sources des Frayères	55.75	14.4%

Tableau 7 : Synthèse des ZSE et ZSNEA pré-identifiées sur le territoire d'étude

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>

Mesure

- Air ambiant
- Air intérieur
- Exposition professionnelle
- Eau
- Pollution atmosphérique

Environnement

- Due diligence et conseil stratégique
- Sites et sols pollués
- Travaux de dépollution
- Dossiers réglementaires

Eau

- Traitement des effluents industriels
- Eau ressource et géothermies
- Eau potable et assainissement
- Aménagement hydraulique



Data

-
- Systèmes d'information et data management
- Solutions pour le data management environnemental

Aménagement du territoire

- Projet urbain
- L'environnement au cœur des stratégies et projets
- Stratégie territoriale et planification

Infrastructures

- Déconstruction et désamiantage
- Géotechnique
- Fondations et terrassements
- Ouvrages et structures
- Risques naturels
- Déchets et valorisation

Références :



Portées
communiquées
sur demande

