

Document public

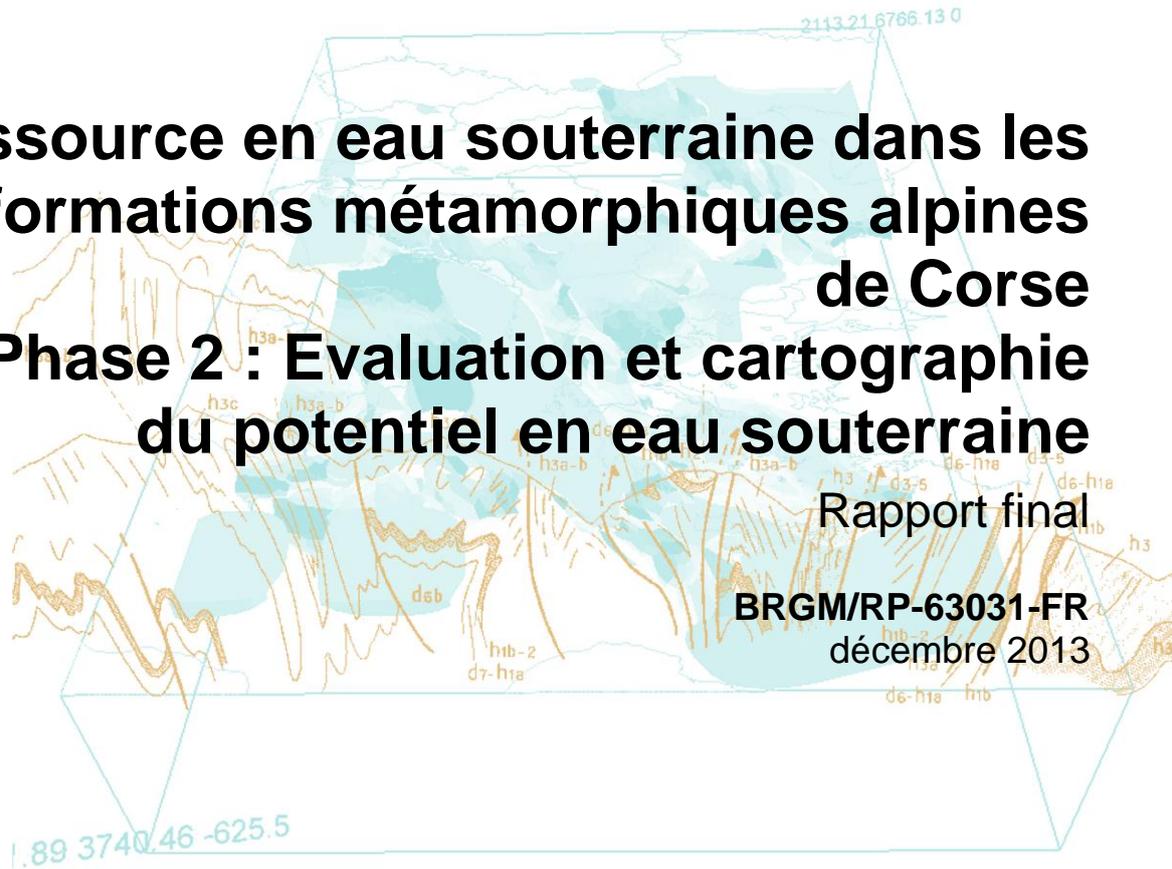


Ressource en eau souterraine dans les formations métamorphiques alpines de Corse

Phase 2 : Evaluation et cartographie du potentiel en eau souterraine

Rapport final

BRGM/RP-63031-FR
décembre 2013



Ressource en eau souterraine dans les formations métamorphiques alpines de Corse

Phase 2 : Evaluation et cartographie du potentiel en eau souterraine

Rapport final

BRGM/RP-63031-FR
décembre 2013

Étude réalisée dans le cadre des opérations (projets)
de Service public du BRGM 2013

M. Geneviev, B. Dewandel, N. Frissant
Avec la collaboration de
G. Bodéré

Vérificateur :

Nom : Yvan Caballero

Date : 03/11/2014

Signature :



Approbateur :

Nom : N. Frissant

Directeur de la DR Corse

Date : 07/11/2014

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



Mots-clés : formations métamorphiques alpines, ressource en eau, potentiel aquifère, jaugeages différentiels, conductivité hydraulique, haute-Corse.

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

Genevier M., Dewandel B., Frissant N. coll. Bodéré G. (2013) – Ressource en eau souterraine dans les formations métamorphiques alpines de Corse. Phase 2 : Evaluation et cartographie du potentiel en eau souterraine. Rapport final. BRGM/RP-63031-FR, 105 p., 48 ill., 6 ann.

Synthèse

Les eaux souterraines de la masse d'eau « formations métamorphiques Corse Est » sont exploitées au travers de forages et de sources pour alimenter la population en eau potable. L'étude des pressions quantitatives sur les eaux souterraines de Corse réalisée en 2010 par le BRGM en partenariat avec l'Office de l'Environnement de la Corse et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse montre que près d'un quart des eaux souterraines destinées à l'AEP en Corse est issu de cette masse d'eau ainsi que 81 % des eaux distribuées pour l'AEP dans le Cap-Corse.

Pourtant le fonctionnement hydrogéologique de ces aquifères, en Corse comme en général pour ce type de contexte géologique, est mal connu du fait de la rareté des formations ophiolitiques sur les continents. Leur importance pour l'alimentation en eau des populations dans certaines régions de Corse nécessite cependant d'avancer sur la connaissance de leur fonctionnement, sur les volumes que l'on peut espérer y prélever et sur la qualité de leur ressource en eau.

Une première phase d'étude du fonctionnement hydrogéologique de ces formations métamorphiques alpines a été réalisée en partenariat avec l'Office de l'Environnement de la Corse et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse et a donné lieu à l'élaboration d'un schéma conceptuel préliminaire de circulations des eaux souterraines dans ces formations géologiques hétérogènes et intensément plissées et faillées (Genevier *et al.*, 2013).

Pour faire suite à cette première phase, une seconde étude a été proposée pour aborder plus particulièrement l'aspect quantitatif de la ressource en eau dans ces formations. Cette deuxième phase, réalisée en partenariat avec l'Office de l'Environnement de la Corse et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, fait l'objet du présent rapport.

Les objectifs de la présente étude étaient d'une part d'améliorer la compréhension du rôle de la lithologie et de la tectonique dans la circulation des eaux souterraines dans les formations métamorphiques alpines de Corse et d'autre part de réaliser une première cartographie du potentiel aquifère de ces formations.

La réalisation d'une campagne de jaugeages différentiels sur cinq bassins versants de la zone d'étude a permis de mettre en évidence l'influence de la géologie, et en particulier la lithologie, sur les variations de débit au fil des cours d'eau. Ces variations se traduisent dans les conductivités hydrauliques minimales estimées.

Ainsi, les formations issues du cortège ophiolitique telles que les gabbros, les metabasaltes ou les serpentinites présentent des conductivités hydrauliques minimales très proches comprises entre 1.10^{-8} et 2.10^{-8} m/s. Cette homogénéité des valeurs traduit la présence d'aquifères fissurés au fonctionnement plus « classique » à rapprocher des massifs de granitoïdes. Les conductivités hydrauliques minimales des formations de schistes et calcaires présentent a contrario une certaine variabilité, pouvant varier d'un rapport de 1 à 5 et être supérieure à celles des formations ophiolitiques. Ces observations traduisent le caractère hétérogène et compartimenté des aquifères qui se développent dans les formations de schistes et calcaires. Les passages plus carbonatés (bancs de cipolins, calcschistes, calcaire marmoréen) peuvent être le siège de phénomènes de dissolution qui augmentent localement la perméabilité de la formation. Cette hétérogénéité implique également l'existence de bassins souterrains différents des bassins de surface dans ces formations.

Des campagnes de jaugeage de l'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude ont été mises en œuvre, permettant d'élaborer une cartographie des débits spécifiques de l'ensemble des bassins versant jaugés. A partir des connaissances acquises sur le fonctionnement hydrogéologique des formations de la Corse alpine, les débits spécifiques ont pu être extrapolés afin de pouvoir proposer une première cartographie de la hiérarchisation du potentiel en eau souterraine de la Corse alpine.

Sommaire

1. Introduction	9
2. Contexte général et principaux résultats de la phase 1.....	11
2.1. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE.....	11
2.2. PRINCIPAUX RESULTATS DE LA PHASE 1	14
3. Evaluation des propriétés hydrodynamiques de cinq bassins versants.....	19
3.1. METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE	19
3.1.1. Jaugeages différentiels	19
3.1.2. Jaugeages par dilution.....	19
3.1.3. Calculs des débits.....	22
3.1.4. Calcul des conductivités hydrauliques minimales des aquifères à l'échelle du bassin versant.....	23
3.2. SELECTION DES BASSINS VERSANTS	25
3.3. SITUATION HYDROCLIMATIQUE	27
3.4. BASSIN VERSANT DU PRUNITACCIA.....	28
3.4.1. Contexte géologique	28
3.4.2. Variations du débit au fil du cours d'eau.....	30
3.4.3. Conductivités hydrauliques minimales	31
3.5. BASSIN VERSANT DE LA CASALUNA.....	32
3.5.1. Contexte géologique	32
3.5.2. Variations du débit au fil du cours d'eau.....	34
3.5.3. Conductivités hydrauliques minimales	36
3.6. BASSIN VERSANT DU FIUM'ALTO	37
3.6.1. Contexte géologique	37
3.6.2. Variations du débit au fil du cours d'eau.....	39
3.6.3. Conductivités hydrauliques minimales	40
3.7. BASSIN VERSANT DU TRAGHIETTO	41
3.7.1. Contexte géologique	41
3.7.2. Variations du débit au fil du cours d'eau.....	43
3.7.3. Conductivités hydrauliques minimales	44
3.9. BASSIN VERSANT DE LA PRESA.....	46
3.9.1. Contexte géologique	46
3.9.2. Variations du débit au fil du cours d'eau.....	48
3.9.3. Conductivités hydrauliques minimales	49

3.10.	SYNTHESE DES RESULTATS DES JAUGEAGES DIFFERENTIELS...	50
4.	Estimation de la ressource en eau souterraine participant au soutien d'étiage des cours d'eau	53
4.1.	METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE	53
4.1.1.	Choix des sites de jaugeage.....	53
4.1.2.	Méthodes de jaugeage	53
4.2.	SITUATION HYDROCLIMATIQUE	54
4.3.	RESULTATS DES JAUGEAGES	56
4.3.1.	Débits instantanés	56
4.3.2.	Débits spécifiques	60
4.4.	COMPARAISON DES ETIAGES 2012 ET 2013.....	62
4.5.	INFLUENCE DE LA LITHOLOGIE.....	63
4.6.	INFLUENCE DE LA PLUVIOMETRIE.....	64
4.7.	INFLUENCE DE LA PENTE MOYENNE DU BASSIN VERSANT.....	66
4.8.	COMPARAISON AUX DONNEES DE FORAGES ET SOURCES.....	67
4.8.1.	Données de forage.....	67
4.8.2.	Données de sources.....	67
4.9.	SYNTHESE SUR L'ANALYSE DU DETERMINISME DE LA CLASSE DE DEBIT SPECIFIQUE DES BASSINS VERSANTS JAUGES	68
4.10.	IDENTIFICATION ET HIERARCHISATION DES ZONES SUSCEPTIBLES DE POSSEDER DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE MOBILISABLES	69
5.	Conclusions et perspectives.....	73
6.	Bibliographie.....	75

Liste des illustrations

Illustration 1 :	Localisation de la zone d'étude sur la carte géologique au 1/250 000	13
Illustration 2 :	Schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique des formations de la Castagniccia entre la crête occidentale du Monte San Petrone et la crête orientale du Monte Sant'Angelu.....	16
Illustration 3 :	Schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique des formations du versant est du Cap-Corse (secteur de Pietracorbara).....	17
Illustration 4 :	Schéma du principe de dilution du sel	20
Illustration 5 :	Exemple de courbe de dilution.....	21

Illustration 6 : Exemple de courbe de conductivité obtenue après injection de la solution salée en amont du point de mesure	22
Illustration 7 : Schéma de la section d'un aquifère selon Boussinesq.	23
Illustration 8 : Schéma du profil d'écoulement d'un cours d'eau jaugé à l'étiage présentant une relation linéaire positive.	24
Illustration 9 : Carte des cinq bassins versants ayant faits l'objet de jaugeages différentiels.....	26
Illustration 10 : Rapport à la normale 1981/2010 du cumul de précipitations de septembre 2013 à août 2014. Produits élaborés par Météo-France et diffusés dans les bulletins hydroclimatiques de la DREAL Corse.	27
Illustration 11 : à gauche, formation de schistes et calcaires présentant une schistosité marquée (site de jaugeage 6) ; à droite, affleurement de gabbros euphotides (abords du site de jaugeage 3).	28
Illustration 12 : Carte du bassin versant du Prunitaccia	29
Illustration 13 : Profil d'écoulement du Prunitaccia et évolution de la conductivité électrique de l'eau. Les sites de jaugeage sont numérotés sur le graphique.....	30
Illustration 14 : Environnement du site de jaugeage n°2. Présence de dépôts alluvionnaires aux abords du Prunitaccia au contact desquels une partie du débit du cours d'eau est susceptible de s'infiltrer.....	31
Illustration 15 : Calculs des conductivités hydrauliques des aquifères du bassin versant du Prunitaccia	32
Illustration 16 : Carte du bassin versant de la Casaluna	33
Illustration 17 : Photographies de quelques affleurements remarquables et représentatifs de la géologie du bassin versant de la Casaluna.....	34
Illustration 18 : Profil d'écoulement de la Casaluna et évolution de la conductivité électrique de l'eau. Les sites de jaugeage sont numérotés sur le graphique.....	35
Illustration 19 : Calculs des conductivités hydrauliques des aquifères du bassin versant de la Casaluna	37
Illustration 20 : Carte du bassin versant du Fium'Alto	38
Illustration 21 : Photographies de quelques affleurements et éléments remarquables observés sur le bassin versant du Fium'Alto.....	39
Illustration 22 : Profil d'écoulement du Fium'Alto et évolution de la conductivité électrique de l'eau (triangles bleus).	40
Illustration 23 : Calculs des conductivités hydrauliques des aquifères du bassin versant du Fium'Alto.	41
Illustration 24 : Carte du bassin versant du Traghetto.....	42
Illustration 25 : Photographies de quelques sections jaugées sur le bassin versant du Traghetto.	43
Illustration 26 : Profil d'écoulement du Traghetto et évolution de la conductivité électrique.	44
Illustration 27 : Calculs de la conductivité hydraulique de l'aquifère des prasinites du bassin versant du Traghetto.....	45
Illustration 28 : Affleurement de micaschistes	45
Illustration 29 : Carte du bassin versant de la Presa.....	47
Illustration 30 : Photographies de quelques sections de jaugeage du bassin de la Presa	48
Illustration 31 : Profil d'écoulement du bassin versant de la Presa et évolution de la conductivité électrique.	49

Illustration 32 : Calculs de la conductivité hydraulique de l'aquifère des serpentinites et des laves métamorphisées.....	50
Illustration 33 : Valeurs de conductivités hydrauliques minimales obtenues sur les cinq bassins versants jaugés classées par formations géologiques.	50
Illustration 34 : Comparaison des débits moyens d'août 2012 et août 2013 au débit moyen interannuel d'août du Fium'Alto, de la Bravone, du Luri et du Bevinco (données issues de la Banque HYDRO).	55
Illustration 35 : Rapport à la normale 1981/2010 du cumul de précipitations de septembre 2011 à août 2012 (a) et de septembre 2012 à août 2013 (b). Produits élaborés par Météo-France et diffusés dans les bulletins hydroclimatiques de la DREAL Corse.	56
Illustration 36 : Répartition des débits mesurés par classe	57
Illustration 37 : Localisation des sites de jaugeage des campagnes de 2012 et 2013	58
Illustration 38 : Photographies de quelques cours d'eau jaugés	59
Illustration 39 : Répartition des débits spécifiques par classe de potentialité	60
Illustration 40 : Carte des débits spécifiques par bassin versant	61
Illustration 41 : Répartition des débits spécifiques en fonction de la surface cumulée et du pourcentage de "roches vertes" et "schistes et calcaires" des bassins versants.....	64
Illustration 42 : Répartition des débits spécifiques en fonction de la pluviométrie annuelle moyenne des bassins versants	65
Illustration 43 : Répartition des débits spécifiques en fonction de la pente moyenne des bassins versants.....	66
Illustration 44 : Répartition des débits spécifiques des bassins versants en fonction de la profondeur des forages qu'ils renferment (a) et de leurs débits air-lift (b)	67
Illustration 45 : Répartition des débits spécifiques des bassins versants en fonction des débits journaliers autorisés des sources qu'ils renferment ainsi qu'en fonction de la densité des sources sur ces bassins.....	68
Illustration 46 : Carte de l'estimation du potentiel en eau souterraine de la Corse alpine par bassin versant.	70
Illustration 47 : Carte du potentiel en eau souterraine de la Corse alpine par bassin versant complété des zones de potentialité variable et de la pluviométrie.	71
Illustration 48 : Proposition de carte du potentiel aquifère de la Corse alpine	72

Liste des annexes

Annexe 1 Profils en long des rivières jaugées lors de la campagne 2014.....	77
Annexe 2 Données des jaugeages différentiels réalisés pendant l'étiage 2014	83
Annexe 3 Carte de localisation des anciens travaux miniers du bassin versant de la Presa et des jaugeages différentiels réalisés à l'étiage 2012	87
Annexe 4 Données des jaugeages réalisés pendant les étiages 2012 et 2013	91
Annexe 5 Débits spécifiques des bassins versants jaugés pendant les étiages 2012 et 2013 .	97
Annexe 6 Carte de la pluviométrie annuelle moyenne de la Corse établie à partir des données de 1970 à 2000	103

1. Introduction

Les eaux souterraines de la masse d'eau « formations métamorphiques Corse Est » sont exploitées au travers de forages et de sources pour alimenter la population en eau potable. L'étude des pressions quantitatives sur les eaux souterraines de Corse réalisée en 2010 par le BRGM en partenariat avec l'Office de l'Environnement de la Corse et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse montre que près d'un quart des eaux souterraines destinées à l'AEP en Corse est issu de cette masse d'eau ainsi que 81 % des eaux distribuées pour l'AEP dans le Cap-Corse.

Pourtant le fonctionnement hydrogéologique de ces aquifères, en Corse comme en général pour ce type de contexte géologique, est mal connu du fait de la rareté des formations ophiolitiques sur les continents. Leur importance pour l'alimentation en eau des populations dans certaines régions de Corse nécessite cependant d'avancer sur la connaissance de leur fonctionnement, sur les volumes que l'on peut espérer y prélever et sur la qualité de leur ressource en eau.

Une première phase d'étude du fonctionnement hydrogéologique de ces formations métamorphiques alpines a été réalisée en partenariat avec l'Office de l'Environnement de la Corse et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse et a donné lieu à l'élaboration d'un schéma conceptuel préliminaire de circulations des eaux souterraines dans ces formations géologiques hétérogènes et intensément plissées et faillées (Genevier *et al.*, 2013).

Pour faire suite à cette première phase, une seconde étude a été proposée pour aborder plus particulièrement l'aspect quantitatif de la ressource en eau dans ces formations. Cette deuxième phase, réalisée en partenariat avec l'Office de l'Environnement de la Corse et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse, fait l'objet du présent rapport.

L'étude a pour objectifs de :

- réaliser une première cartographie du potentiel en eau souterraine des formations de la Corse alpine correspondant aux masses d'eau « Formations métamorphiques Corse Est » et « Formations métamorphiques allochtones et Eocène détritique de Balagne » ;
- améliorer la compréhension du rôle de la lithologie et de la tectonique dans la circulation des eaux souterraines et dans le potentiel aquifère de ces formations ;
- compléter le modèle conceptuel de circulation des eaux souterraines élaboré à l'issue de la première phase d'étude.

Le rapport de l'étude s'articule en 4 parties qui retranscrivent les différentes campagnes de terrain et analyses réalisées :

- présentation du contexte général de la zone étudiée et des résultats de la première phase ;
- évaluation des propriétés hydrodynamiques des aquifères de cinq bassins versants répartis sur la zone d'étude à partir des résultats de la campagne de jaugeages différentiels réalisés à l'étiage ;

- enfin, estimation de la ressource en eau souterraine participant au débit d'étiage des cours d'eau à partir des résultats des campagnes de jaugeage réalisées sur 152 bassins versants de la zone d'étude à l'étiage. A l'issue de cette partie est proposée une première cartographie du potentiel en eau souterraine de la Corse alpine.

2. Contexte général et principaux résultats de la phase 1

2.1. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

Les formations métamorphiques alpines s'étendent sur le quart nord-est de la Corse dans le département de la Haute-Corse (2B), sur près de 1900 km² (Illustration 1). La zone étudiée intègre principalement les régions naturelles du Cap-Corse, du Nebbio, de la Castagniccia et la partie est de la Balagne.

Le Cap-Corse et la Castagniccia qui est située dans son prolongement forment une structure en dôme. Cette arête dissymétrique présente des altitudes moindres, mais son altitude moyenne est très élevée : la moitié de la superficie est située au-dessus de 400 m. Elle est composée d'une échine centrale d'altitude moyenne 1000 m incisée sur ses versants est et ouest par de petites vallées qui descendent perpendiculairement vers le littoral. Cette configuration en « arêtes de poisson » se retrouve dans l'orientation des cours d'eau, presque exclusivement est-ouest.

Le Cap-Corse est dominé par la Cima di e Follice qui culmine à 1322 m et la Castagniccia par le Monte San Petrone qui culmine à 1767 m d'altitude. Dans la partie de la zone d'étude située en Balagne, les altitudes sont plus faibles. C'est un ensemble de collines arrondies dont le point culminant est la Cima di l'Alturaia à 820 m d'altitude.

La zone d'étude est drainée par de nombreux cours d'eau dont le régime est torrentiel. Les débits les plus importants transitent généralement entre novembre et avril. Une part importante du débit observé au printemps est issue de la fonte des neiges. Parmi les cours d'eau qui prennent leur source dans la zone étudiée figurent notamment :

- la Bravone, d'une longueur de 37 km, ce fleuve prend sa source sur le flanc ouest de la Punta di Caldane (1724 m d'altitude), au cœur de la Castagniccia ;
- l'Alesani, d'une longueur d'un peu plus de 24 km, ce fleuve prend également sa source dans la Castagniccia. Un barrage est implanté sur son cours ;
- le Luri, d'une longueur de 11 km, c'est le fleuve le plus long du Cap-Corse.

Du point de vue de la géologie, les formations métamorphiques de la Corse alpine correspondent à un ensemble complexe de nappes de charriage, impliquant l'existence de nombreuses discontinuités.

A la fin du Mésozoïque (Crétacé supérieur), la remontée de l'Afrique et de la plaque ibérique vers le nord est responsable de la formation de la chaîne pyrénéo-provençale. L'océan liguro-piémontais se ferme, c'est l'orogénèse alpine. C'est dans ce système de type subduction-obduction que se forme la Corse dite « alpine », caractérisée par un ensemble complexe de nappes de charriage constituées de roches plus ou moins métamorphisées.

Plusieurs unités litho-tectoniques ont été définies (Caritg *et al.*, 2009) :

- les écailles pré-piémontaises cortenaises ;

- l'unité pré-piémontaise de Caporalino-Pedani ;
- le domaine piémontais : l'allochtone de Macinaggio et la nappe de Santa-Lucia ;
- la nappe ophiolitique de Balagne ;
- le domaine des Schistes Lustrés incluant :
 - o l'échelle du Pigno-Olivaccio ;
 - o l'unité inférieure ;
 - o la zone intermédiaire ;
 - o l'unité supérieure ;
- la nappe du Nebbio.

La géologie de ces différentes unités n'est pas détaillée ici mais il convient de retenir que la Corse alpine est principalement représentée par :

- des formations éruptives correspondant aux ophiolites : métagabbros, metabasaltes (les prasinites en font partie) et un ensemble ultramafique de péridotites plus ou moins serpentinisées et de serpentinites ;
- des formations métasédimentaires qui surmontent les ophiolites : des schistes, des calcschistes et des calcaires plus ou moins métamorphisés (cipolins).

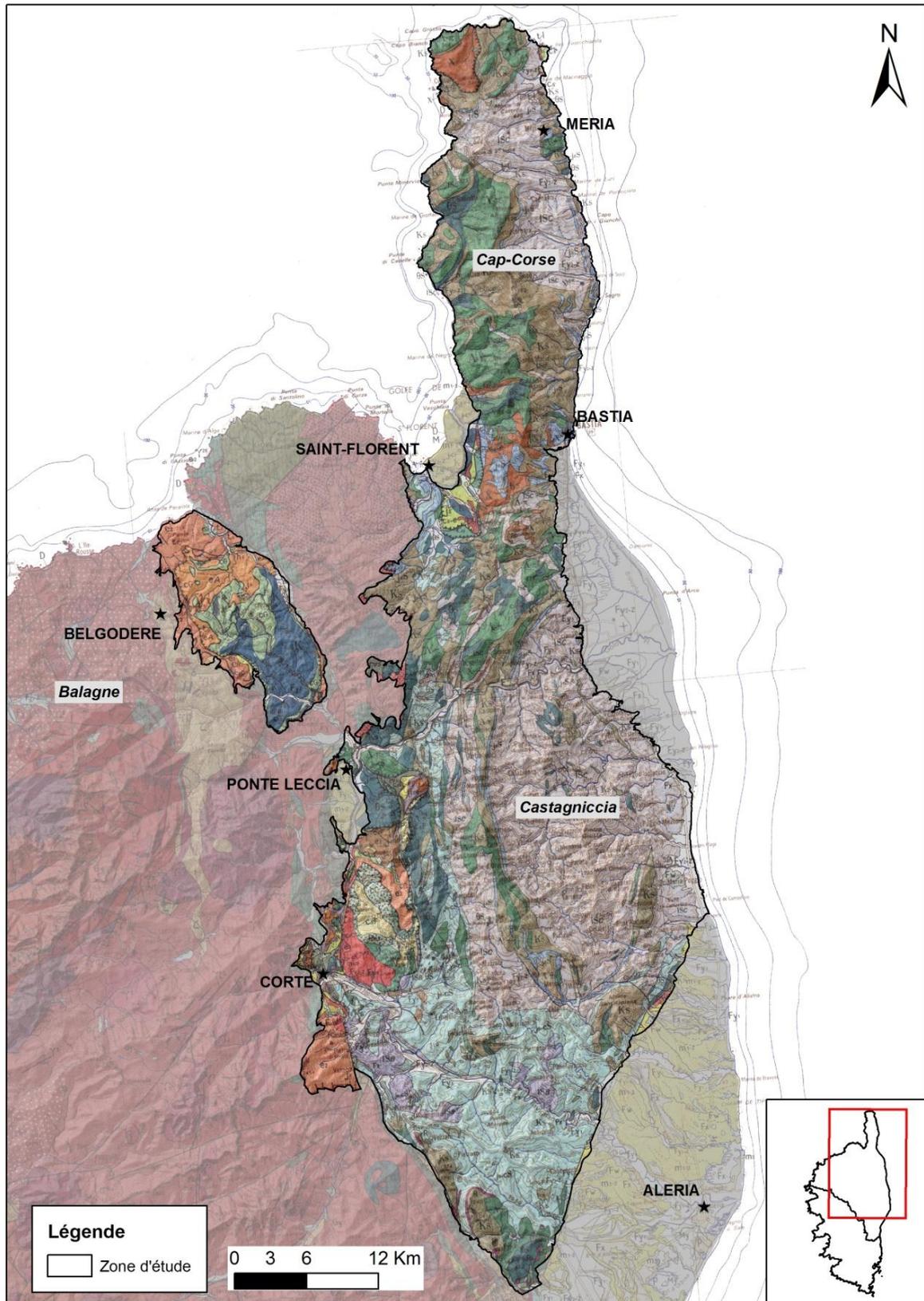


Illustration 1 : Localisation de la zone d'étude sur la carte géologique au 1/250 000

2.2. PRINCIPAUX RESULTATS DE LA PHASE 1

Les différentes approches et analyses réalisées dans le cadre de la phase 1 mettent en évidence que les aquifères de la Corse alpine se caractérisent par l'hétérogénéité et la complexité de leur géologie qui induit des hétérogénéités dans les circulations d'eau souterraine. La synthèse des informations géologiques et hydrogéologiques acquises a permis d'établir un premier schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique des formations de la Corse alpine (Illustration 2).

Les visites de terrain réalisées sur les zones de replats (pente inférieure à 10°) de la Corse alpine n'ont pas mis en évidence de profils d'altération (altérites + horizon fissuré) comparables à ceux qui se développent dans les formations granitiques et qui soient suffisamment développés pour avoir donné lieu à la formation d'aquifères d'altération. Des indices nets d'altération ont néanmoins été observés dans des gabbros pegmatoïdes non métamorphisés au niveau du sillon médian de la Corse, en bordure occidentale de la Castagniccia, et laissant envisager la présence d'un véritable aquifère d'altération. Cette partie de la chaîne présente cependant une histoire géologique différente de celle des unités métamorphiques avec un métamorphisme alpin réduit ou absent et une émergence plus ancienne permettant à l'érosion de s'exercer suffisamment longtemps.

La circulation des eaux souterraines au sein des massifs de la Corse alpine et la localisation des aquifères semblent principalement déterminées par la tectonique. Ce sont les discontinuités (failles, fractures, fissures, zones broyées) qui confèrent à ces massifs une certaine perméabilité.

L'analyse de l'évolution du débit air-lift à l'avancement de la foration dans une soixante de forages a mis en évidence que la zone fracturée productive est généralement comprise entre 0 et 40 m de profondeur et s'étend jusqu'à 70 – 80 m dans les formations de schistes et calcaires. L'analyse a également montré que les fractures les plus productives sont généralement localisées dans les quarante premiers mètres. L'origine de cet horizon perméable reste à déterminer mais peut être lié à la décompression lithostatique et/ou à des processus d'altération naissants.

L'étude de la répartition et de la localisation des sources a permis d'identifier les formations aquifères et les formations jouant le rôle de substratum imperméable. D'après les observations de terrain et les analyses cartographiques, les émergences sont généralement situées au contact de failles ou au niveau de contacts lithologiques à la faveur de contrastes de perméabilité.

Les *serpentinites*, *métabasaltes* et *métagabbros* constituent des aquifères qui sont à l'origine d'émergences qui peuvent être conséquentes (débits de plusieurs litres par seconde à l'étiage) si les massifs sont de taille importante comme c'est le cas dans le Cap-Corse avec les sources de Pietracorbara et de Brando (le rôle des placages d'éboulis dans l'importance des débits de ces émergences restant cependant à déterminer). Ces formations ne présentent pas de contraste de perméabilité entre elles mais peuvent, dans d'autres configurations, constituer des murs imperméables qui engendrent des émergences (par exemple source de Fontanetto qui sourd des cipolins au contact des métagabbros et métagranites). L'état de fracturation de ces formations semble être un paramètre déterminant dans leur potentiel aquifère mais reste à confirmer par des investigations complémentaires. Les observations menées sur le bassin versant de la Presa tendent également à montrer que ces formations du cortège ophiolitique semblent peu transmissives et présentent une certaine inertie et donc une fonction de réservoir.

Les *formations schisteuses* se présentent comme des formations globalement peu perméables et compartimentées qui interrompent les circulations souterraines et favorisent les émergences. Ceci est par exemple le cas dans le Cap-Corse avec les sources de Pietracorbara à la base du massif de serpentinites / prasinites ou en Castagniccia à la base de la crête occidentale également constituée de roches vertes ou à la base du massif de métagabbros du Monte Sant'Angelu. L'orientation de la schistosité semble être déterminante dans l'émergence si elle est orientée de façon perpendiculaire à la fracturation de la formation sus-jacente. Au sein même des formations schisteuses de la Castagniccia se trouvent de nombreuses émergences qui sourdent au contact de structures faillées ou à la faveur d'hétérogénéités (alternances de schistes avec des calcschistes ou des cipolins, ces derniers étant plus perméables). La forte densité de ces sources en Castagniccia et leur faible débit (généralement inférieur à un litre par seconde à l'étiage) suggère des aquifères très compartimentés dans ces formations.

Les quelques *massifs de cipolins* présents en Corse alpine (Brando, Fontanetto, Canarinco) sont peu étendus mais présentent un caractère karstique et sont à l'origine de sources présentant les débits parmi les plus importants relevés. La karstification de ces massifs est peu développée mais elle suffit à leur conférer une perméabilité en grand importance au regard des autres formations en présence.

Les *calcschistes* semblent présenter des caractéristiques intermédiaires aux schistes et cipolins avec la présence de phénomènes de dissolution des niveaux les plus calcaires leur conférant une certaine perméabilité.

Les schistes et les calcschistes sont les formations les plus exploitées par forage. Ces derniers sont implantés sur les zones de fractures (généralement repérées par photo-interprétation) et à proximité des thalwegs (axes de circulation privilégiée pour l'eau souterraine). Ces aquifères, dont la zone la plus perméable et productive correspond globalement aux 80 premiers mètres de profondeur, donnent lieu à des forages qui sont généralement peu productifs (quelques m³ par heure) et utilisés en complément du captage de sources.

Le potentiel aquifère des formations de la Corse alpine semble relativement limité, au regard des caractéristiques du tarissement des cours d'eau étudiés. D'après les analyses réalisées, les quatre bassins versants étudiés présentent des caractéristiques semblables et semblent réagir de façon similaire en termes de tarissement. Les coefficients de tarissement relativement élevés (entre 0.013 et 0.034) témoignent de leur faible inertie et d'une vidange rapide des hydrosystèmes et donc de réserves limitées pour le soutien d'étiage. D'après les résultats obtenus, la capacité de stockage de l'eau souterraine semble dépendante de la taille du bassin versant. La part du volume dynamique de vidange des aquifères sur les précipitations annuelles moyennes est globalement comprise entre 10 et 15 %. Il n'a pas pu être vérifié le lien entre la géologie des bassins versant et l'efficacité du soutien d'étiage.

Les schémas ci-après synthétisent les principales caractéristiques des aquifères mises en évidence à partir de la phase 1.

Cartographie du potentiel aquifère des formations métamorphiques alpines de Corse

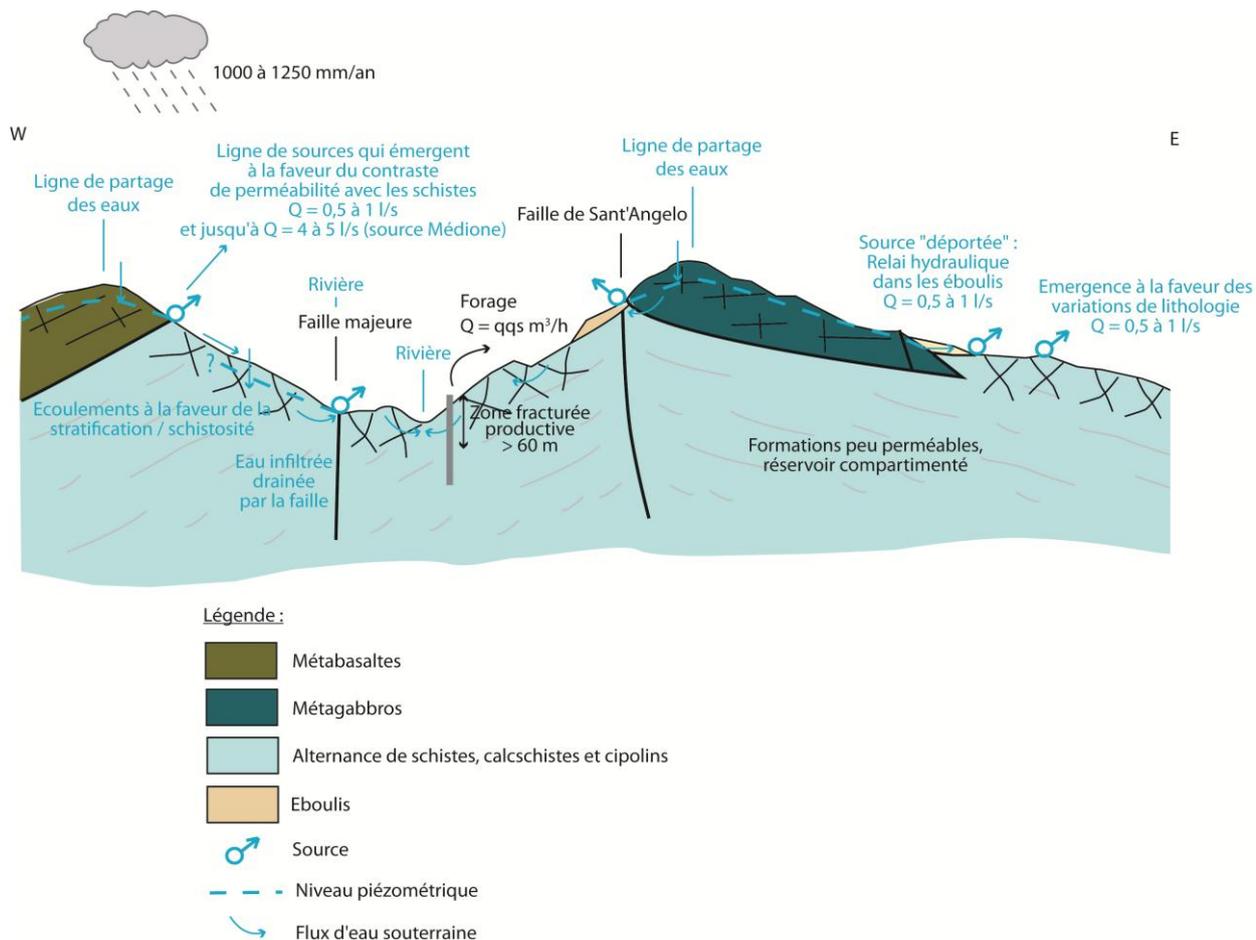


Illustration 2 : Schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique des formations de la Castagniccia entre la crête occidentale du Monte San Petrone et la crête orientale du Monte Sant'Angelo.

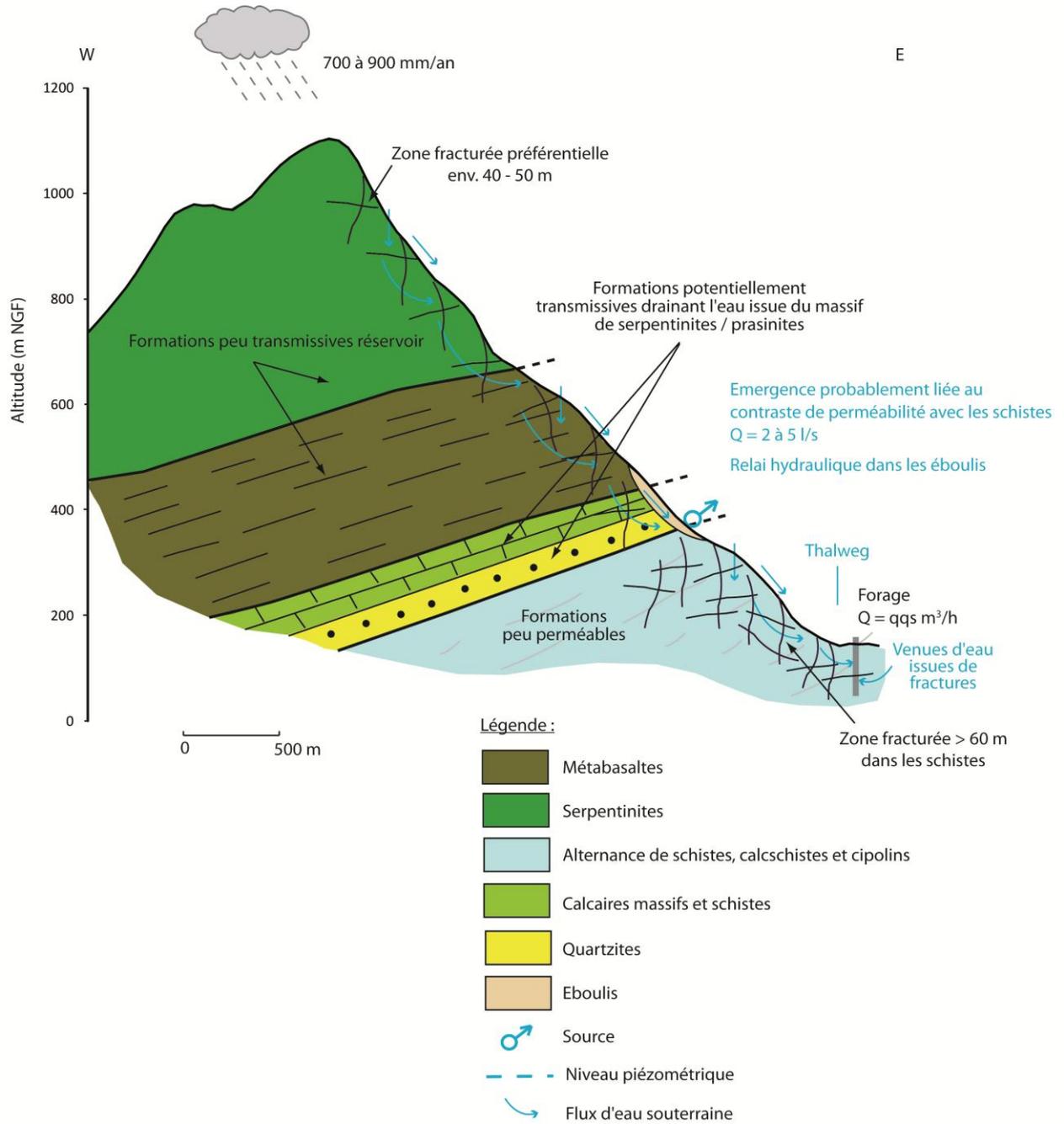


Illustration 3 : Schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique des formations du versant est du Cap-Corse (secteur de Pietracorbara).

3. Evaluation des propriétés hydrodynamiques de cinq bassins versants

Afin de mettre en évidence l'existence de contrastes de perméabilité entre les différentes lithologies et de vérifier l'existence de phénomènes localisés pouvant avoir un impact sur le débit d'un cours d'eau (pertes ou apports), il est proposé la réalisation de campagnes de jaugeages différentiels sur plusieurs bassins versants de la Corse alpine à l'étiage.

En effet, à l'étiage, en l'absence de précipitations, le débit de la rivière résulte essentiellement de la vidange des aquifères. L'analyse de ce débit permet donc indirectement d'étudier les propriétés hydrodynamiques des aquifères des bassins jaugés.

3.1. METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE

3.1.1. Jaugeages différentiels

La structure, le fonctionnement et les propriétés hydrodynamiques des aquifères peuvent être déterminés à partir de l'analyse de la variabilité spatiale du débit d'étiage des cours d'eau avec lesquels ils sont connectés. Afin de pouvoir mettre en évidence ces variations, des jaugeages différentiels sont mis en œuvre. Ils consistent à mesurer le débit du cours d'eau à intervalles de distance plus ou moins réguliers.

L'interprétation des profils d'écoulement ($Q = f(A)$ où Q est le débit et A la superficie du bassin versant) qui en résultent permet de localiser les aquifères connectés au cours d'eau et de déterminer le type d'échanges, i. e. si le cours d'eau draine ou alimente l'aquifère.

Dans le cas présent, les sites de mesure ont été choisis en fonction des variations de géologie (outre les contraintes classiques d'accès, ou liées aux prises d'eau et aux alluvions).

Les jaugeages sont réalisés à l'étiage, afin de cibler la période pendant laquelle le débit des cours d'eau correspond uniquement à la vidange des aquifères.

La méthode de jaugeage utilisée a été la dilution, excepté un jaugeage qui a pu être fait au seuil.

3.1.2. Jaugeages par dilution

Le territoire de la zone étudiée présentant un relief marqué, les cours d'eau qui le drainent sont souvent de type torrentiel, avec des débits qui peuvent être très faibles (de l'ordre du litre par seconde). La méthode de jaugeage la plus adaptée à ce type de conditions est le jaugeage par dilution de sel à injection globale.

Le principe de ce type de jaugeage est basé sur la conservation de la masse (Illustration 4) :

- injection d'une masse M_i d'un traceur (ici le sel) dans la rivière au point d'injection P_i ;
- le traceur est mélangé par la rivière sous forme d'un nuage ;

- la masse M_i du traceur est retrouvée dans l'intégration du volume du nuage et de sa concentration en traceur ;
- si le mélange par le courant turbulent permet une répartition homogène du traceur sur le tronçon de rivière, au point de mesure P_m on a : $M_i = V \times C$ soit $M_i = Q \times t \times C$ avec V le volume d'eau dans la section, C la concentration dans l'eau du traceur injecté, Q le débit du cours d'eau sur la section, t le temps de passage du traceur ;
- si la masse M_i du traceur injecté est connue et que l'on mesure t le temps de passage du sel et C la concentration du traceur dans l'eau, le débit du cours d'eau peut être calculé par l'équation $Q = \frac{M_i}{C \times t}$.

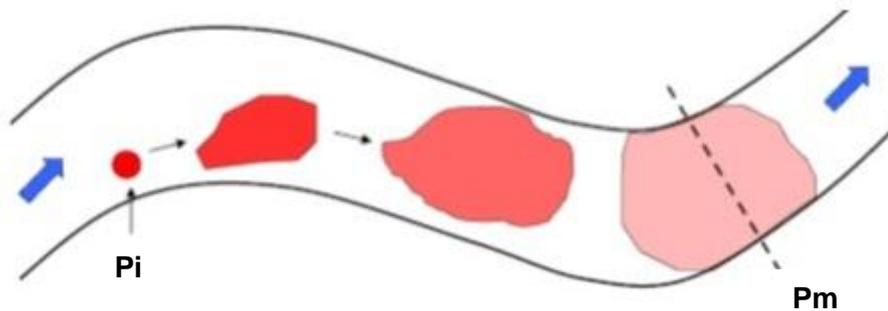


Illustration 4 : Schéma du principe de dilution du sel

Les conditions nécessaires pour réaliser des jaugeages par dilution de sel sont : 1) un écoulement turbulent dans le cours d'eau et 2) une distance entre le point d'injection et le point de mesure suffisamment longue. Ces deux conditions réunies permettent d'assurer un bon mélange du traceur avec l'eau du cours d'eau sur la section considérée, favorisant ainsi une concentration homogène. Il est important de choisir une portion de cours d'eau où les pertes et les zones mortes sont les plus réduites possibles pour ne pas perdre ou immobiliser une partie du sel.

Pratiquement, le jaugeage se déroule ainsi :

- une quantité de sel appropriée est diluée dans un volume d'eau connu dans un récipient. La conductivité électrique de la solution est relevée et pourra être convertie en salinité ensuite ;
- de façon simultanée, la solution salée est injectée au point d'injection P_i et l'enregistrement de la conductivité électrique est déclenché au point de mesure P_m , avec une fréquence d'acquisition la plus élevée possible (dans l'idéal au pas de temps 1 s) ;
- l'enregistrement se poursuit jusqu'à ce que le nuage de sel soit complètement passé et que la conductivité électrique soit revenue à sa valeur initiale (un arrêt des mesures avant le retour à la valeur initiale entraîne une surestimation du débit réel).

La méthode classique d'estimation du débit d'un cours d'eau ou d'une source par dilution suppose une relation linéaire entre la conductivité électrique et la concentration en sel de l'eau du cours d'eau. Si cette hypothèse est valable pour de faibles variations de la conductivité

électrique (quelques dizaines de $\mu\text{S}/\text{cm}$ par exemple), elle ne l'est pas forcément lorsque l'on compare la conductivité de la solution injectée (en général une dizaine de mS/cm dans les cas traités) et celle du cours d'eau au moment du passage du nuage salin (quelques centaines de $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Afin de s'affranchir de ce problème, une méthode basée sur l'évolution du coefficient de dilution entre la solution injectée et l'eau du cours d'eau pendant le passage du nuage a été utilisée. Cette méthode a nécessité l'établissement d'une relation dilution/conductivité électrique de l'eau. Celle-ci a été réalisée sur site (c'est-à-dire avec les eaux des cours d'eau et le sel de cuisine utilisé) en diluant une solution mère plus de 1 000 fois. Cette méthode permet de gagner en précision sur la mesure du débit.

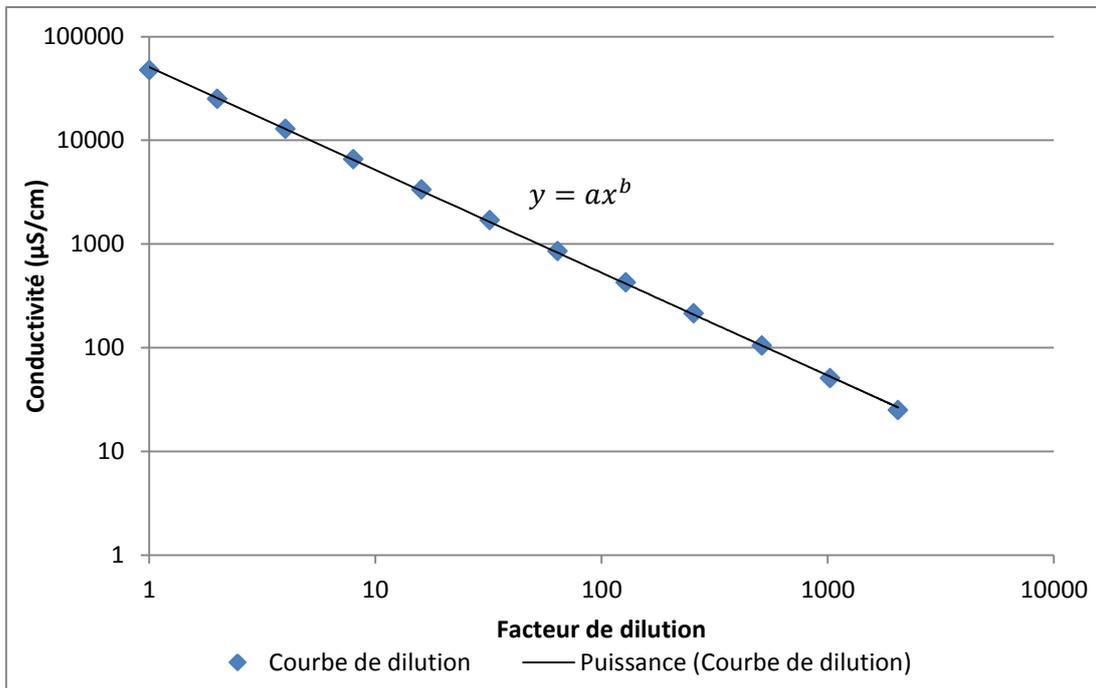


Illustration 5 : Exemple de courbe de dilution

La droite de dilution obtenue exprime la conductivité de la solution (corrigée de la conductivité de la rivière) en fonction du facteur de dilution. La relation entre ces deux paramètres est basée sur la fonction puissance : $y = ax^b$.

Grâce à cette relation, il est possible de calculer la concentration en sel qui correspond à la conductivité de l'eau du cours d'eau au point de mesure (Illustration 6).

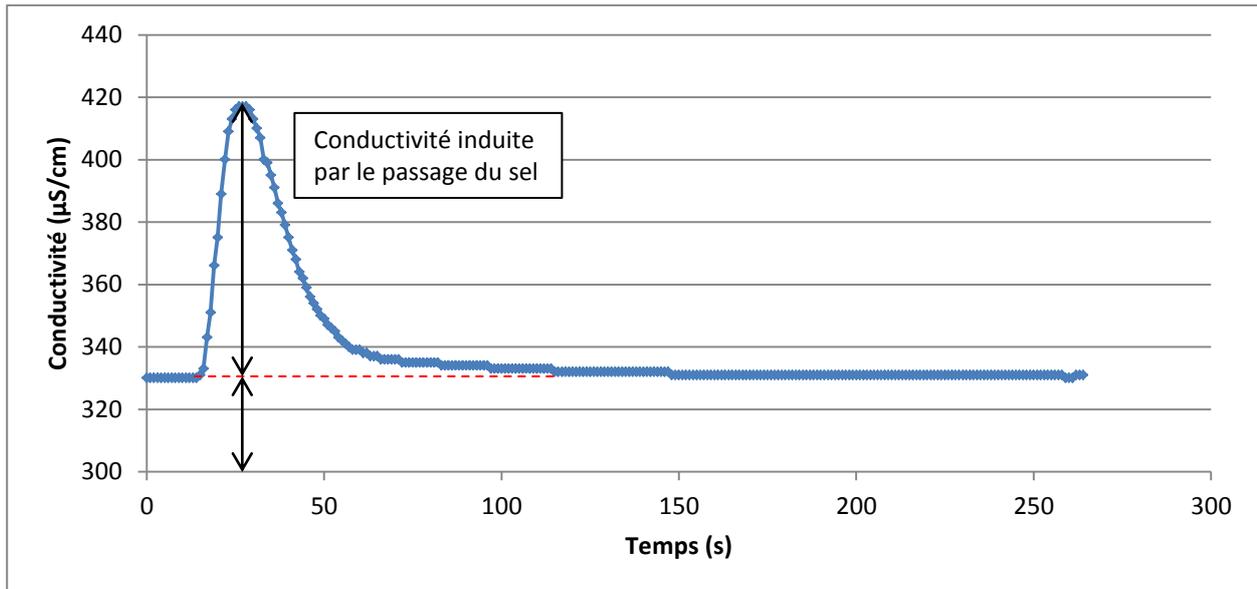


Illustration 6 : Exemple de courbe de conductivité obtenue après injection de la solution salée en amont du point de mesure

Le volume et la concentration (salinité) du traceur injecté, ainsi que de l'eau du cours d'eau au point de mesure sont connus. La détermination du débit consiste alors à intégrer la variation de la salinité S (méthode des trapèzes) sur la durée du jaugeage (équation 1) puis à calculer le débit du cours d'eau à partir des caractéristiques du traceur (équation 2) :

(1)

$$\overline{\text{Salinité}} = \frac{\int (S - S_0) \times dt}{\text{Durée essai}}$$

(2)

$$Q = \frac{\text{Vol traceur}}{\text{Durée essai}} \times \frac{\text{Salinité traceur}}{\overline{\text{Salinité}}}$$

Outre le fait que cette méthode est parfaitement adaptée aux cours d'eau de la zone étudiée, les avantages de cette technique résident dans le fait que le matériel nécessaire est peu encombrant (un seau, du sel, un verre mesureur et un conductimètre), que le traceur est facile à transporter et peu coûteux et que la mise en œuvre du jaugeage est rapide et permet une répétition des mesures.

3.1.3. Calculs des débits

Comme décrit dans le chapitre 3.1.1, la mesure du débit par injection d'une solution salée se fait par l'intermédiaire de l'intégration de la salinité du cours d'eau sur la totalité du temps de passage du nuage de sel et la salinité et le volume du traceur injecté.

Pour la majorité des cours d'eau jaugés, une courbe de dilution a été réalisée et constitue la première donnée à collecter sur le terrain.

Ensuite, pour chaque injection, les données récupérées sur le terrain sont donc les caractéristiques du traceur injecté (conductivité électrique et volume) et l'enregistrement en

continu de la conductivité électrique du cours d'eau au pas de temps 1s au point de mesure Pm à partir de l'injection (t=0) et jusqu'au retour de la conductivité initiale du cours d'eau.

Les calculs ont ensuite été réalisés sous MS Excel.

Pour chaque cours d'eau jaugé, plusieurs injections ont été réalisées, si possible de caractéristiques différentes (variation du volume injecté ainsi que de la salinité), afin de vérifier la robustesse de la valeur du débit obtenue. Le débit retenu pour chaque cours d'eau correspond à la moyenne du débit des différentes injections, lorsqu'elles sont jugées correctes.

3.1.4. Calcul des conductivités hydrauliques minimales des aquifères à l'échelle du bassin versant

Lorsque le débit du cours d'eau augmente proportionnellement à la surface du bassin versant (relation linéaire positive), une solution analytique permet également d'estimer la conductivité hydraulique des aquifères en présence à l'échelle du bassin versant (Dewandel *et al.*, 2004).

La méthode développée par Boussinesq (1903, 1904), qui est une solution analytique de l'équation de diffusivité pour un aquifère poreux, libre, homogène et isotrope, a été utilisée. Cet aquifère est limité par une couche horizontale imperméable au niveau de l'exutoire. Le modèle ne prend pas en compte les effets de capillarité. Une analyse de la sensibilité de cette méthode a été réalisée et a montré la robustesse de la solution analytique concernant la profondeur de la couche imperméable (Dewandel *et al.*, 2003).

L'utilisation de ce modèle est justifiée si le débit mesuré dans le cours d'eau correspond uniquement au débit de base dû à la vidange des aquifères.

D'après Boussinesq (1903, 1904), le débit est gouverné par l'équation suivante (1) :

$$Q = 2l \frac{0.862 Kh^2}{L}$$

Où K est la conductivité hydraulique (ou perméabilité de la formation en m/s), h est la charge hydraulique au temps t (m), l est la longueur du réseau pérenne (m) et L la demie-largeur de l'aquifère (m) (Illustration 7). A partir de la densité de drainage dr ($dr = l/A = 1/2l$) (Horton, 1945), l'équation devient (2) :

$$Q = 3.448 K dr^2 h^2 A$$

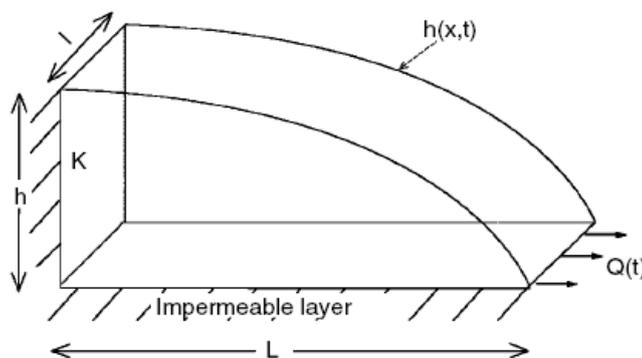


Illustration 7 : Schéma de la section d'un aquifère selon Boussinesq.

La conductivité hydraulique peut donc être déduite des droites de régression des profils d'écoulement qui expriment le débit du cours d'eau en fonction de la superficie du bassin versant drainé (Illustration 8).

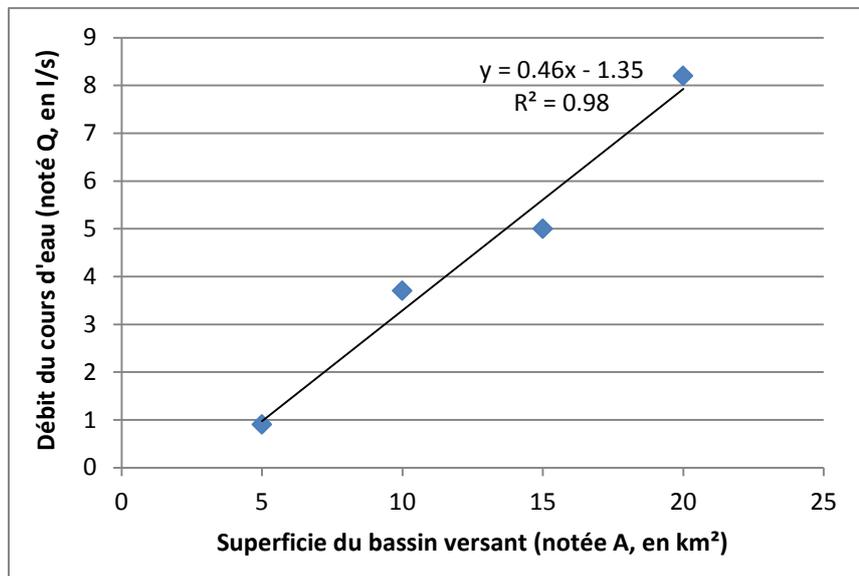


Illustration 8 : Schéma du profil d'écoulement d'un cours d'eau jaugé à l'étiage présentant une relation linéaire positive.

Par analogie avec une droite de régression $y = ax+b$ on a $Q = aA+b$.

D'après l'équation (2) et sachant que le gradient hydraulique $i = h/L$ (soit $h = i \cdot L$) on peut écrire (3) :

$$Q = 3.448K \frac{1}{4L^2} i^2 L^2 A + b$$

Après simplifications : $Q = 0.862i^2KA + b$

Donc le coefficient a de la droite de régression qui s'exprime en $m^3/s/m^2$ vaut (4) :

$$a = 0.862i^2K$$

C'est l'équation (4) qui permet, à partir du profil d'écoulement, de calculer la conductivité hydraulique de la portion d'aquifère « jaugée ».

L'ordonnée à l'origine « b » vaut rarement 0. Elle est positive ou négative et se traduit de la façon suivante :

- une valeur négative est attendue (comme illustré sur l'illustration 8 ci-dessus) et signifie qu'il faut une certaine superficie de bassin versant avant de générer un débit ;
- A contrario, si « b » est positif, cela suggère que la superficie du bassin versant hydrogéologique (souterrain) est supérieure à celle du bassin versant de surface.

- **Estimation du gradient hydraulique i**

Ce paramètre n'étant pas connu, il est proposé (Dewandel *et al.*, 2004) d'utiliser la pente moyenne du bassin versant du point de mesure. Cette solution entraîne une sous-estimation de la conductivité hydraulique car le gradient ne peut a priori pas excéder la pente du terrain naturel mais elle est au contraire probablement moins forte. Les conductivités estimées sont donc considérées comme des conductivités hydrauliques minimales.

Les bassins versants sur lesquels les calculs de conductivité hydraulique ont été faits présentent une certaine hétérogénéité de la lithologie, impliquant que les différents sous-bassins versants jaugés sont parfois composés de plusieurs lithologies. Les valeurs absolues des conductivités calculées ne peuvent donc pas être attribuées avec confiance à une lithologie unique.

L'interprétation des valeurs doit principalement se faire de façon relative, elles fournissent ainsi une estimation des ordres de grandeur qui permet de différencier les grands ensembles géologiques.

3.2. SELECTION DES BASSINS VERSANTS

Divers critères et contraintes ont gouverné le choix des bassins versants sur lesquels mettre en œuvre ces jaugeages différentiels.

Ils devaient dans un premier temps présenter une certaine variété dans la géologie de l'amont vers l'aval afin de pouvoir identifier les contrastes que différentes lithologies peuvent engendrer. Il était intéressant également que les bassins choisis présentent des ensembles géologiques différents dans le but de pouvoir considérer les résultats comme les plus représentatifs possible de l'ensemble de la zone d'étude.

Dans un second temps, il fallait que ces bassins soient le moins anthropisés possible, en particulier du point de vue des prises d'eau, afin de s'affranchir de l'impact de tels aménagements sur l'évolution du débit du cours d'eau.

L'accès aux cours d'eau représente également une contrainte forte puisque la zone d'étude est montagneuse et que les accès peuvent dans certains cas être très limités.

Les cinq bassins versants finalement investigués sont :

- le Prunitaccia ;
- la Casaluna ;
- le Fium'Alto ;
- le Traghetto ;
- et la Presa.

Une tentative a été menée sur le bassin versant du Luri dans le Cap-Corse mais les débits étaient trop faibles et plusieurs prises d'eau ont été relevées, entraînant une interprétation faussée des débits.

Les tailles des bassins versants investigués vont de 4.2 km² pour la Presa à 57.4 km² pour la Casaluna.

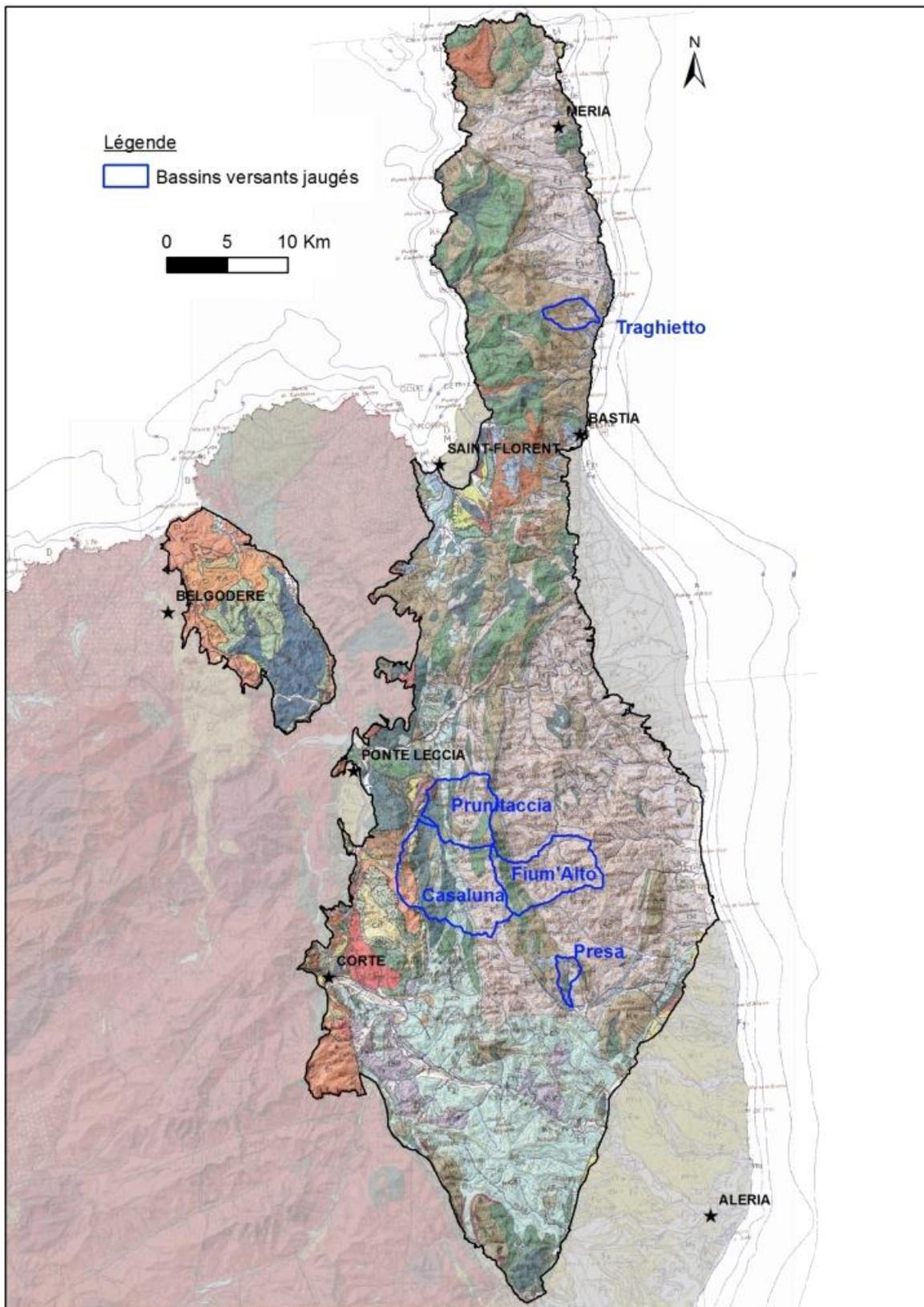


Illustration 9 : Carte des cinq bassins versants ayant faits l'objet de jaugeages différentiels

3.3. SITUATION HYDROCLIMATIQUE

La campagne de jaugeages différentiels a été menée pendant l'été 2014, entre le 26 août et le 5 septembre.

La situation climatique de l'été 2014 est décrite ici à partir des éléments fournis par les bulletins hydroclimatiques mensuels édités par la DREAL Corse :

<http://www.corse.developpement-durable.gouv.fr/la-situation-hydroclimatologique-a417.html>

L'année hydrologique 2013-2014 a été marquée par un déficit de précipitations généralisé jusqu'en juin malgré quelques mois excédentaires en novembre, janvier et mars. Le mois de juillet a été pluvieux mais n'a pas inversé la tendance. Lors des jaugeages, le Cap-Corse et la Castagniccia présentaient un cumul de précipitations sensiblement en-dessous de la normale à équivalent à la normale en allant vers l'ouest (Illustration 10).

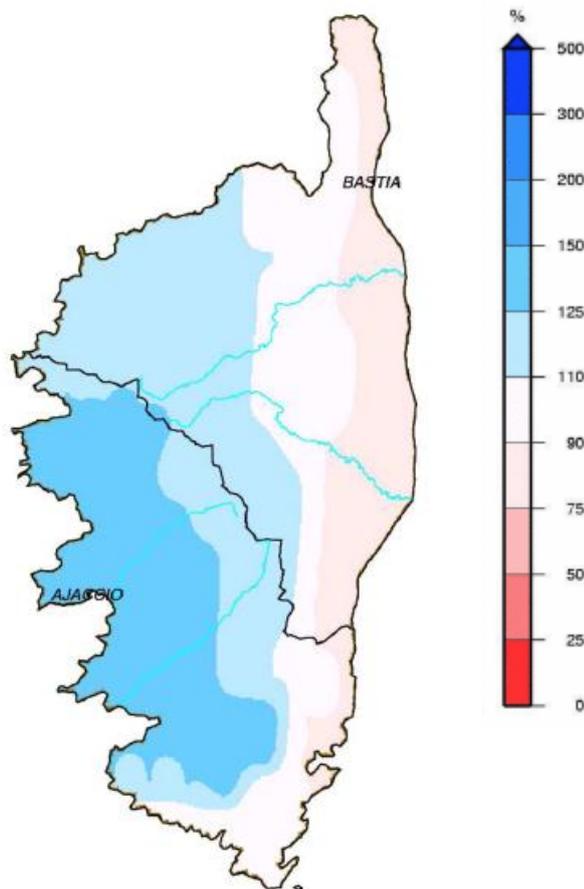


Illustration 10 : Rapport à la normale 1981/2010 du cumul de précipitations de septembre 2013 à août 2014. Produits élaborés par Météo-France et diffusés dans les bulletins hydroclimatiques de la DREAL Corse.

3.4. BASSIN VERSANT DU PRUNITACCIA

3.4.1. Contexte géologique

Le bassin versant du Prunitaccia est situé en Castagniccia et s'étend de la commune de Morosaglia au nord à celle de Saliceto au sud. Le bassin investigué mesure 28.3 km² et correspond pratiquement à la totalité du bassin versant du cours d'eau car la mesure de débit la plus aval se situe à environ 600 m de sa confluence avec la Casaluna. Sur sa partie est, le bassin versant remonte jusqu'à la crête qui passe par le Col de Prato et le Monte San Petrone. Le cours d'eau est globalement orienté est-ouest.

Le bassin se situe dans le Domaine des Schistes Lustrés de la Corse alpine et les formations géologiques en présence sont issues de l'Unité Supérieure et de la Zone Intermédiaire. Les formations sont marquées par des failles et des trajectoires de schistosité orientées nord-sud.

De l'amont vers l'aval, soit de l'est vers l'ouest, les formations géologiques se succèdent ainsi (Illustration 12) :

- la crête du San Petrone est constituée de metabasaltes ;
- puis se trouve une bande d'alternance de schistes et calcaires (Illustration 11) ;
- se succèdent ensuite plusieurs bandes de serpentinites où s'intercalent des éléments basaltiques et des schistes et calcaires ;
- et enfin des gabbros euphotides¹ (Illustration 11).

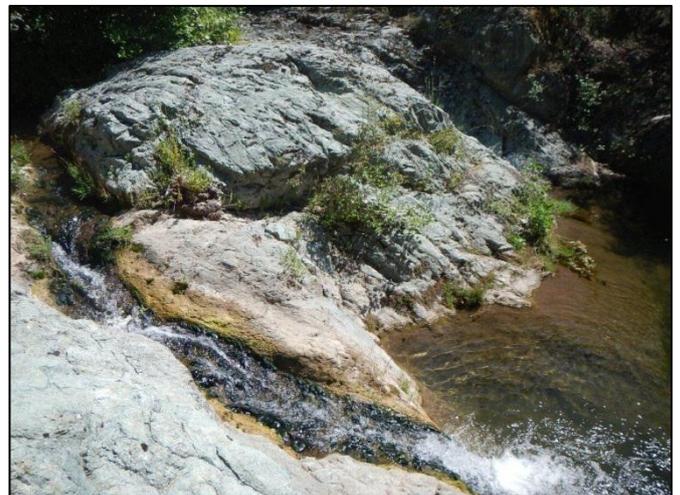
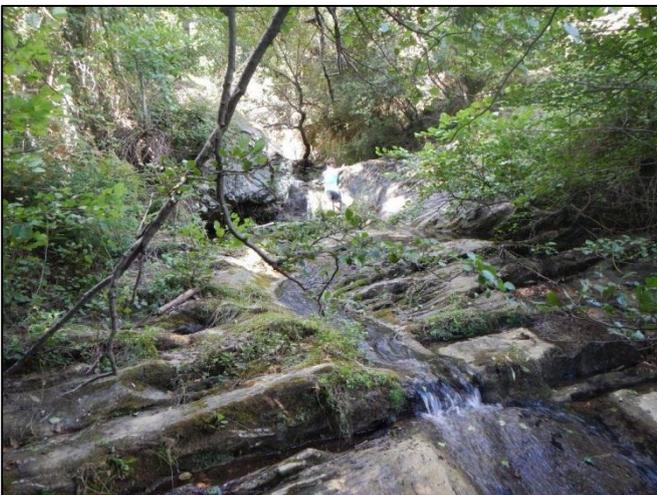


Illustration 11 : à gauche, formation de schistes et calcaires présentant une schistosité marquée (site de jaugeage 6) ; à droite, affleurement de gabbros euphotides (abords du site de jaugeage 3).

Le profil en long de la rivière est présenté à l'annexe 1. Il met en évidence le changement de pente au passage du cours d'eau sur les serpentinites.

¹ Variété de gabbros à grands cristaux de plagioclases verts Saussuritisés (altération produisant de l'épidote) et à diallage (clinopyroxène calcique) à reflets bronzés.

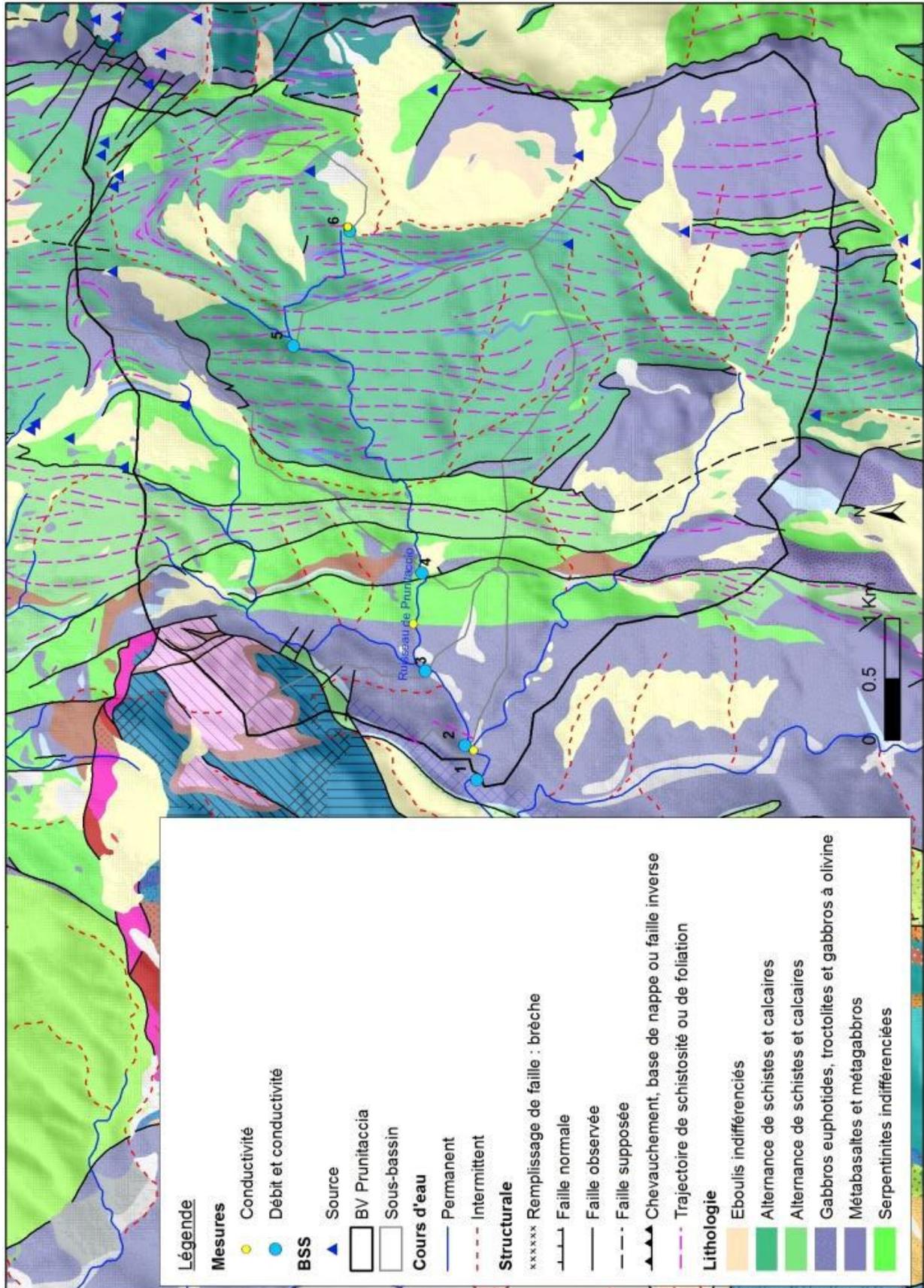


Illustration 12 : Carte du bassin versant du Prunitaccia

3.4.2. Variations du débit au fil du cours d'eau

Le détail des résultats des jaugeages réalisés sur le bassin versant est présenté dans l'annexe 2. Les écarts-type mesurés sur les différentes injections pour chacun des sites sont relativement faibles et attestent de la fiabilité des mesures. Les pourcentages d'erreur calculés sont en-dessous de 10 %.

L'illustration 13 ci-après présente le profil d'écoulement du Prunitaccia, correspondant à l'évolution du débit du cours d'eau à l'étiage en fonction de la surface du bassin versant jaugé.

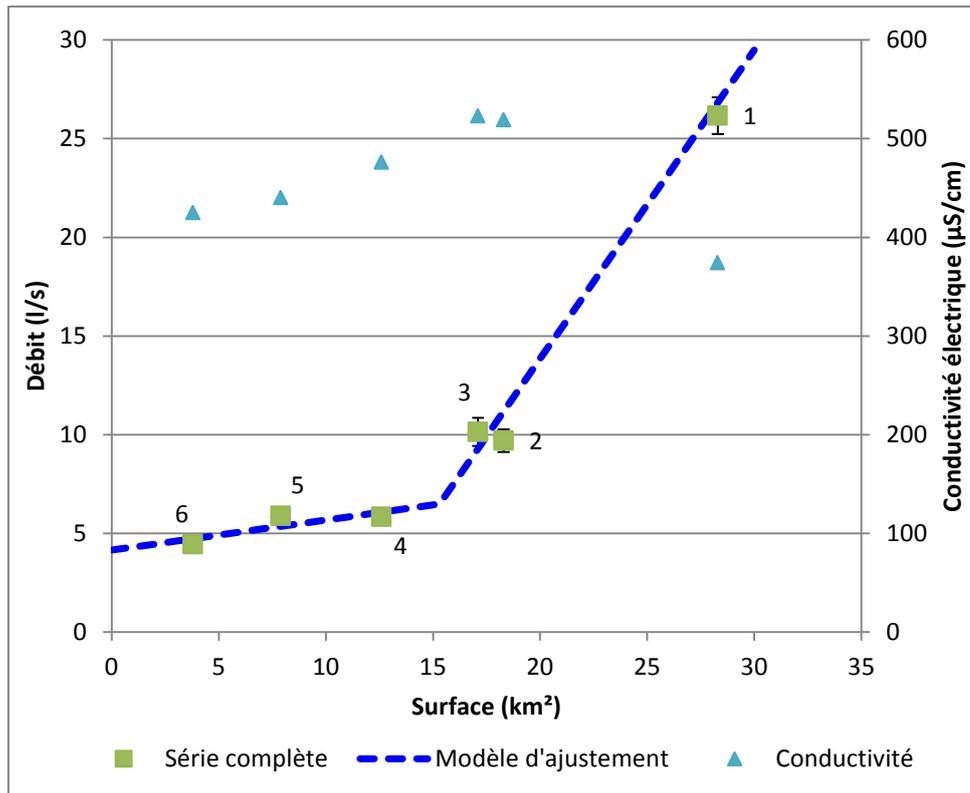


Illustration 13 : Profil d'écoulement du Prunitaccia et évolution de la conductivité électrique de l'eau. Les sites de jaugeage sont numérotés sur le graphique.

La différence importante de taille de bassin versant entre les sites 2 et 1 est due à la confluence d'un affluent majeur avec le Prunitaccia entre les deux. Il n'était donc pas possible de faire un point intermédiaire pour ajuster les données.

Le graphique montre que globalement le débit augmente doucement sur les trois premiers sites situés sur les schistes et calcaires puis les serpentinites (cf. carte de l'illustration 12) et qu'il augmente plus rapidement à partir du moment où ce sont les gabbros qui sont drainés.

Une légère diminution du débit mesuré (quelques litres par seconde) est observée entre le site 3 et le site 2. Cette diminution peut s'expliquer par la présence de dépôts alluvionnaires de faible ampleur dans le secteur immédiat du site de jaugeage n°2 (Illustration 14) au sein desquels une partie du débit du cours d'eau est susceptible de s'infiltrer. Ainsi, ces dépôts provoquent probablement une sous-estimation du débit mesuré. Ils n'ont pu être évités, faute de section plus adaptée au jaugeage dans le secteur.

L'évolution de la conductivité électrique montre que la valeur de ce paramètre augmente entre les sites 6 et 3. Ceci signifie que l'eau du cours d'eau se minéralise de plus en plus au contact des schistes et calcaires, puis des serpentinites. A partir du point 3, au contact des gabbros, la conductivité diminue, témoignant d'un apport d'eau moins minéralisée de la part de ces formations. Cette évolution met en évidence l'apport d'eau moins minéralisée par les gabbros. Elle renforce l'idée que la diminution du débit observé entre les sites 3 et 2 est due à l'infiltration d'une partie du débit dans les alluvions.



Illustration 14 : Environnement du site de jaugeage n°2. Présence de dépôts alluvionnaires aux abords du Prunitaccia au contact desquels une partie du débit du cours d'eau est susceptible de s'infiltrer.

3.4.3. Conductivités hydrauliques minimales

L'augmentation linéaire du débit entre les sites 6 et 4 puis entre les points 4 et 1 montre que les aquifères alimentent le cours d'eau de façon continue et homogène à l'échelle du bassin sur chacune de ces deux portions. Cela implique donc que la charge hydraulique de l'aquifère est plus élevée que celle du cours d'eau.

Comme décrit dans le chapitre 3.1.4, il est possible d'estimer les conductivités hydrauliques minimales des aquifères des bassins versants jaugés à partir des paramètres morphologiques des bassins déduits du MNT et à partir des caractéristiques du profil hydrogéologique.

Sur le graphique de l'illustration 13 a été tracé le modèle d'ajustement des droites de régression passant par les points du profil d'écoulement et jugé représentatif des deux types de comportements observés :

- une première partie passe par les points 6 à 4 car il est considéré que l'évolution du débit est sub-linéaire ;
- une seconde droite passe globalement du point 4 au point 1.

Le modèle d'ajustement a été calculé à partir de deux droites de régression passant par les deux portions du graphique identifiées puis il a été ajusté en calant les valeurs de perméabilité

hydraulique (K) afin d'obtenir des valeurs de K plus fiables. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après (Illustration 15).

L'interface entre les serpentinites et les gabbros ne passant pas par le site 4 mais entre les sites 4 et 3, l'inflexion entre les deux droites a été ajustée entre les sites 4 et 3 et les caractéristiques ont été recalculées sur la seule portion du bassin correspondant aux gabbros, permettant de calculer une conductivité hydraulique plus fiable (deuxième ligne du tableau).

Site	Superficie BV (km ²)	Pente moyenne BV (i)	Coefficient a de la droite (m ³ /s/m ²)	Conductivité hydraulique (m/s)
4	16.2	0.36	0.1524	1.38E-09
BV gabbros (= différence entre 4 et 1)	12.1	0.39	1.5653	1.18E-08

Illustration 15 : Calculs des conductivités hydrauliques des aquifères du bassin versant du Prunitaccia

Ainsi, ces résultats, correspondant à des conductivités hydrauliques minimales des aquifères en présence, montrent que l'aquifère qui se développe dans les gabbros est pratiquement 10 fois plus perméable que celui dans les schistes et calcaires et les serpentinites, ce qui est cohérent avec l'augmentation du débit observé au passage sur les gabbros.

3.5. BASSIN VERSANT DE LA CASALUNA

3.5.1. Contexte géologique

Le bassin versant de la Casaluna est situé en Castagniccia. La Casaluna est un affluent en rive droite du Golo. La partie du bassin de la Casaluna qui a été étudiée s'étend globalement des communes de Carticasi au sud jusqu'à San Lorenzo au nord et Lano à l'ouest. Ce bassin est bordier de celui du Prunitaccia (Illustration 9). Le cours de la Casaluna est orienté est-ouest dans sa partie la plus amont puis globalement sud-nord jusqu'au dernier site de jaugeage (Illustration 16).

Les formations géologiques présentes sur le bassin appartiennent principalement au Domaine des Schistes Lustrés et pour une part plus réduite au Domaine Piémontais (bordure ouest du bassin). Le bassin de la Casaluna étant situé directement au sud de celui du Prunitaccia, on retrouve les mêmes structures faillées et la schistosité affectant les schistes et calcaires orientées nord-sud.

Les formations géologiques se succèdent donc ainsi, de l'amont vers l'aval du bassin (Illustration 16 et Illustration 17) :

- la partie haute du bassin est occupée par des formations de schistes alternant avec des calcaires ;
- le cours d'eau prend ensuite la direction du nord et s'écoule sur des métaferrogabbros. Des profils d'altération complets (horizon fracturé + altérites) se développent dans cette formation sur une hauteur d'environ 100 m (Illustration 17) ;

- une bande de schistes et calcaires est intercalée avant que le cours d'eau ne passe finalement sur des gabbros euphotides. Des profils d'altération ont également été observés dans cette formation aux abords de la Casaluna mais en aval du bassin jaugé.

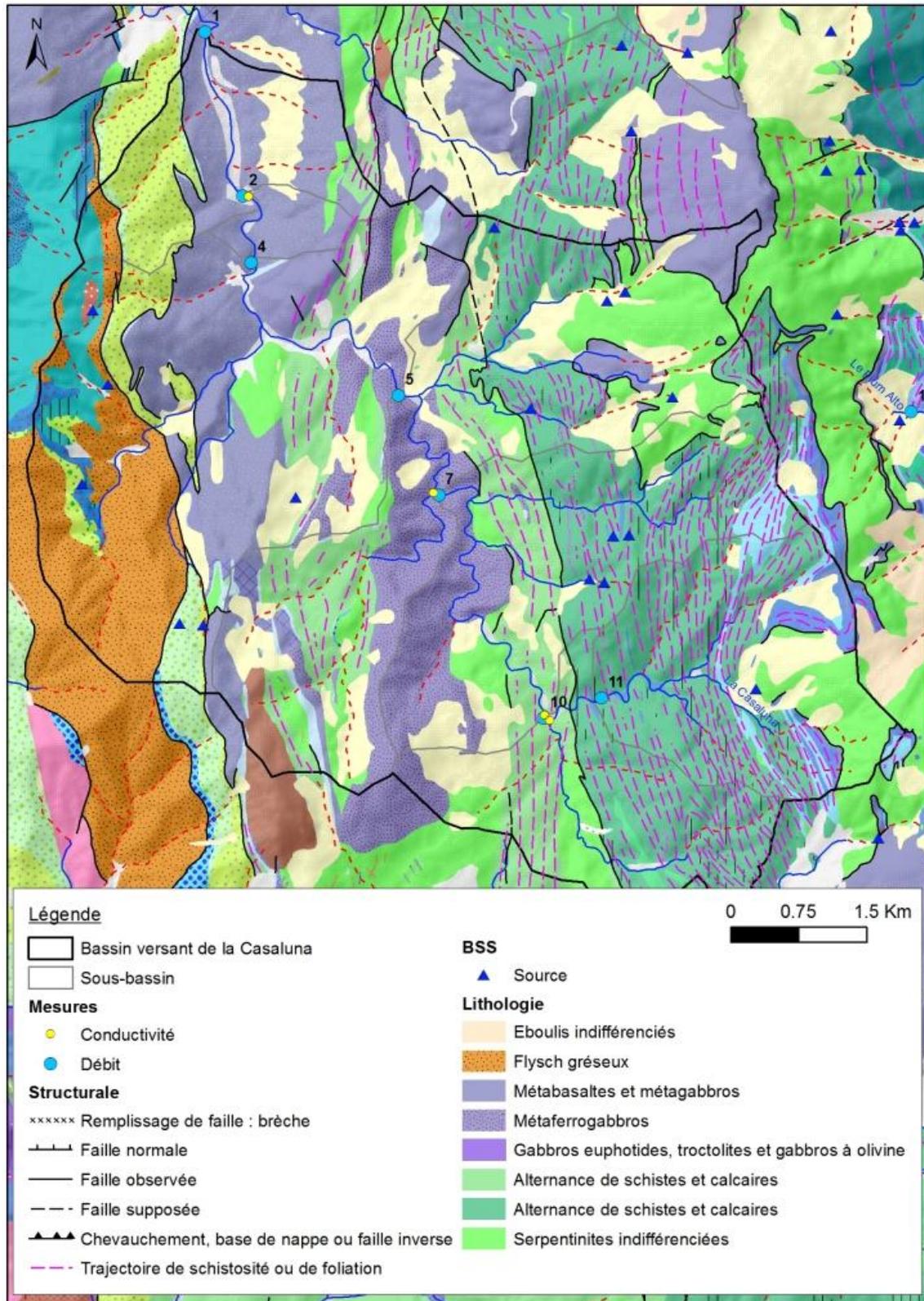


Illustration 16 : Carte du bassin versant de la Casaluna

Métaferrogabbros fracturés aux abords du site 7 :



Profil d'altération surmontant les métaferrogabbros visibles au site 7 :



Schistes et calcaires présentant un plan de schistosité sub-vertical aux abords du site 10 :



Gabbros euphotides aux abords du site 1 :



Illustration 17 : Photographies de quelques affleurements remarquables et représentatifs de la géologie du bassin versant de la Casaluna.

Le profil en long de la rivière est présenté à l'annexe 1.

3.5.2. Variations du débit au fil du cours d'eau

Le détail des résultats des jaugeages réalisés sur le bassin versant est présenté dans l'annexe 2. Les écarts-type mesurés sur les différentes injections des sites sont relativement faibles (pourcentages d'erreur inférieurs à 10 %) exceptés sur les sites 7, 5 et 1 où les pourcentages d'erreur sont compris entre 10 et 20 %.

L'illustration 18 ci-après présente le profil d'écoulement de la Casaluna, correspondant à l'évolution du débit du cours d'eau à l'étiage en fonction de la surface du bassin versant jaugé.

De l'amont vers l'aval, le graphique montre que le débit de la Casaluna augmente doucement sur la portion du cours d'eau circulant sur les schistes et calcaires (sites 11 et 10) puis il augmente plus fortement au passage sur les métaferrogabbros (sites 7 et 5), présentant une évolution comparable à celle observée sur le Prunitaccia.

L'évolution de la conductivité électrique sur ces 4 premiers sites évolue également de façon similaire à celle du Prunitaccia :

- elle augmente sur les schistes et calcaires entre les sites 11 et 10, traduisant un apport d'eau plus minéralisée issue de ces formations carbonatées ;
- elle se stabilise à partir des métaferrogabbros indiquant un apport d'eau moins minéralisée à relier à la nature non carbonatée de ces formations.

Au passage sur les gabbros euphotides, le débit de la Casaluna diminue voire se stabilise si l'on considère les parties inférieures des barres d'erreur des mesures de débit (7 et 5). L'écart-type des injections réalisées sur le site 1 ou les doutes concernant la fiabilité de l'unique injection fiable du site 4 (sur plusieurs injections réalisées) n'expliquent pas ces valeurs plus faibles ou stabilisées sur cette portion du cours d'eau. Par ailleurs, la conductivité électrique de l'eau sur cette dernière portion du cours d'eau apparaît variable.

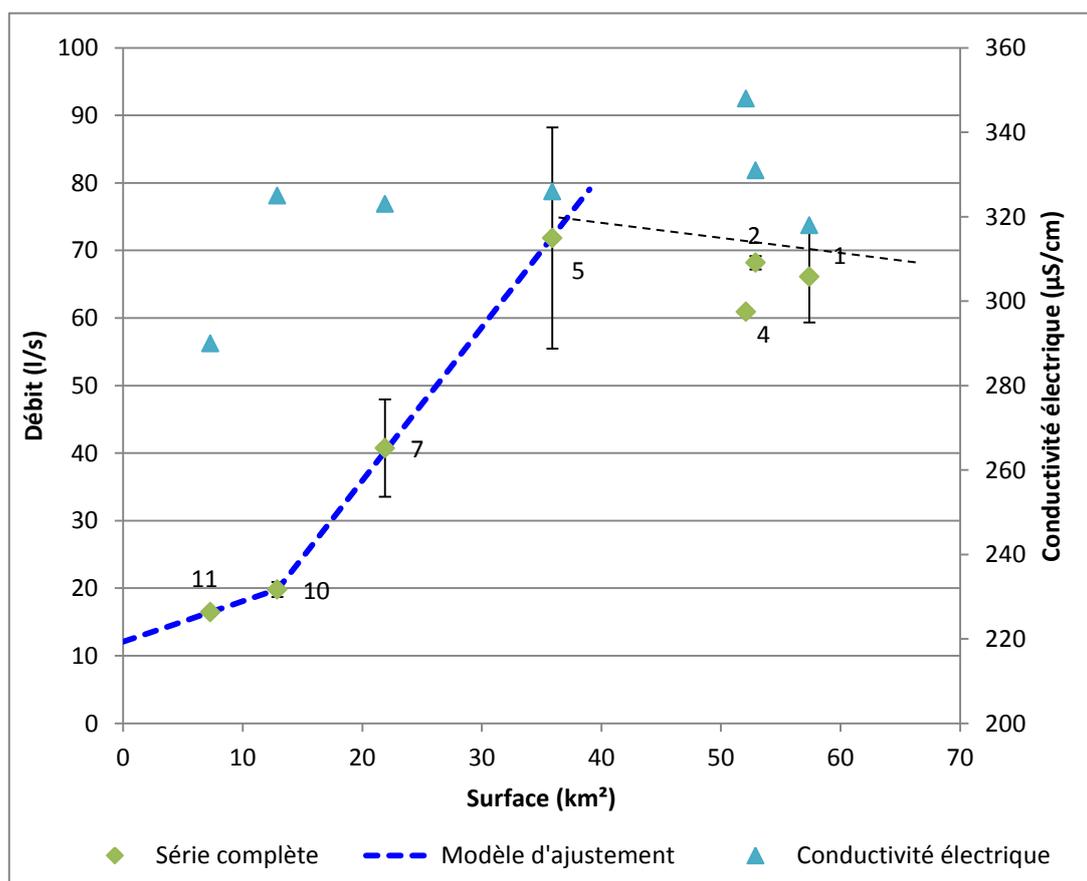


Illustration 18 : Profil d'écoulement de la Casaluna et évolution de la conductivité électrique de l'eau. Les sites de jaugeage sont numérotés sur le graphique.

3.5.3. Conductivités hydrauliques minimales

Sur le graphique de l'illustration 18 a été ajusté le modèle de la même façon que pour le Prunitaccia, en calant la valeur de conductivité hydraulique K, sur les deux premières portions du profil définissant deux types de comportements observés :

- la première partie du modèle passe par les seuls points 11 et 10. Il n'y a pas de troisième point permettant de confirmer l'évolution observée mais il est considéré un comportement similaire à la portion du Prunitaccia circulant sur les schistes et calcaires et les serpentinites (Illustration 13) ;
- la seconde partie du modèle passe par les points 10 à 5 présentant un alignement remarquable (coefficient de détermination de 0.9998 de la droite de régression).

L'augmentation linéaire du débit supposée entre les sites 11 et 10 puis observée entre les points 10 à 5 montre que les aquifères alimentent le cours d'eau de façon continue et homogène à l'échelle du bassin sur chacune de ces deux portions. Cela implique donc que la charge hydraulique de ces aquifères est plus élevée que celle du cours d'eau.

La diminution ou la stabilisation du débit observée à partir du site 4 peut être expliquée par deux hypothèses :

- si l'on considère que le débit diminue, la relation aquifère/cours d'eau pourrait être inversée par rapport à l'amont du bassin. Sur cette portion la charge hydraulique du cours d'eau serait supérieure à celle de l'aquifère, signifiant une alimentation de l'aquifère des gabbros euphotides par la Casaluna. Cette évolution suggère une perméabilité des gabbros euphotides plus grande que celle des métaferrogabbros. Ce résultat n'est pas cohérent avec ce qui a été observé sur le bassin versant du Prunitaccia où la charge hydraulique dans l'aquifère des gabbros, malgré une perméabilité plus élevée que celle des schistes et calcaires, est plus élevée que dans le cours d'eau. Les pertes de la Casaluna observées sur les gabbros euphotides pourraient donc être reliées à des phénomènes d'infiltration localisés liés au passage d'une faille ou d'une zone de fracturation intense sur le tracé du cours d'eau ;
- si l'on considère que le débit de la Casaluna est stable sur les points 4 à 1, cela suggère une absence d'interaction entre le cours d'eau et les gabbros euphotides. Dans ce cas, cela signifierait que les gabbros présenteraient une perméabilité très faible et se comporteraient comme une formation quasiment imperméable.

Les données et observations de terrain réalisées ne permettent pas de trancher entre ces deux hypothèses.

A partir des coefficients « a » des deux portions du modèle d'ajustement du profil d'écoulement, les conductivités hydrauliques des aquifères correspondants ont été estimées. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après (Illustration 19).

Site	Superficie BV (km ²)	Pente moyenne BV (i)	Coefficient a de la droite (m ³ /s/m ²)	Conductivité hydraulique (m/s)
10 (schistes et calcaires)	12.9	41%	0.6000	4.15E-09
BV métaferrogabbros (= différence entre 10 et 5)	23.0	43%	2.2695	1.45E-08

Illustration 19 : Calculs des conductivités hydrauliques des aquifères du bassin versant de la Casaluna.

Les gammes de conductivité hydraulique obtenues sur les schistes et calcaires d'une part et les métaferrogabbros d'autre part sont comparables à celles calculées sur le bassin du Prunitaccia.

Pour la portion du profil d'écoulement située sur les gabbros euphotides il n'a pas été possible de calculer de conductivité hydraulique, l'évolution du débit sur le bassin n'étant plus linéaire.

3.6. BASSIN VERSANT DU FIUM'ALTO

3.6.1. Contexte géologique

Le bassin versant du Fium'Alto est situé en Castagniccia. La partie du bassin étudiée s'étend globalement des communes de Carcheto-Brustico au sud-ouest à Monacia d'Orezza au nord-est. Ce bassin est bordier de celui de la Casaluna situé directement à l'ouest. Le Fium'Alto descend depuis la crête du Monte San Petrone au niveau du Bocca di Favalta en direction de l'est puis bifurque en direction du nord au niveau de la commune de Stazzona.

Les formations géologiques présentes sur le bassin font partie du Domaine des Schistes Lustrés, principalement de l'Unité Inférieure.

Sur les deux premiers kilomètres du cours d'eau se succèdent plusieurs bandes orientées nord-sud constituées de quartzites, serpentinites, schistes quartzeux noirs et de calcaire marmoréen. Le Fium'Alto atteint ensuite la formation constituée d'une alternance de Schistes et calcaires sur laquelle il s'écoule jusqu'au dernier site de jaugeage. Cette formation est marquée par la présence de bandes plurimétriques de calcaire massif (Illustration 20).

Le bassin du Fium'Alto présente un contexte hydrogéologique particulier avec la présence du bassin hydrominéral d'Orezza. Il s'agit d'un ensemble de sources carbogazeuses ferrugineuses. Sur le terrain, en dehors des sources exploitées pour l'embouteillage et des sources connues, de nombreuses petites émergences ferrugineuses (parfois gazeuses) ont été observées aux abords directs du Fium'Alto (Illustration 21). Ces émergences, comme les sources principales du bassin hydrominéral, présentent une minéralisation élevée qui se traduit par des conductivités pouvant varier entre 1000 et plus de 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces eaux se mélangent à celles du Fium'Alto et viennent les minéraliser.

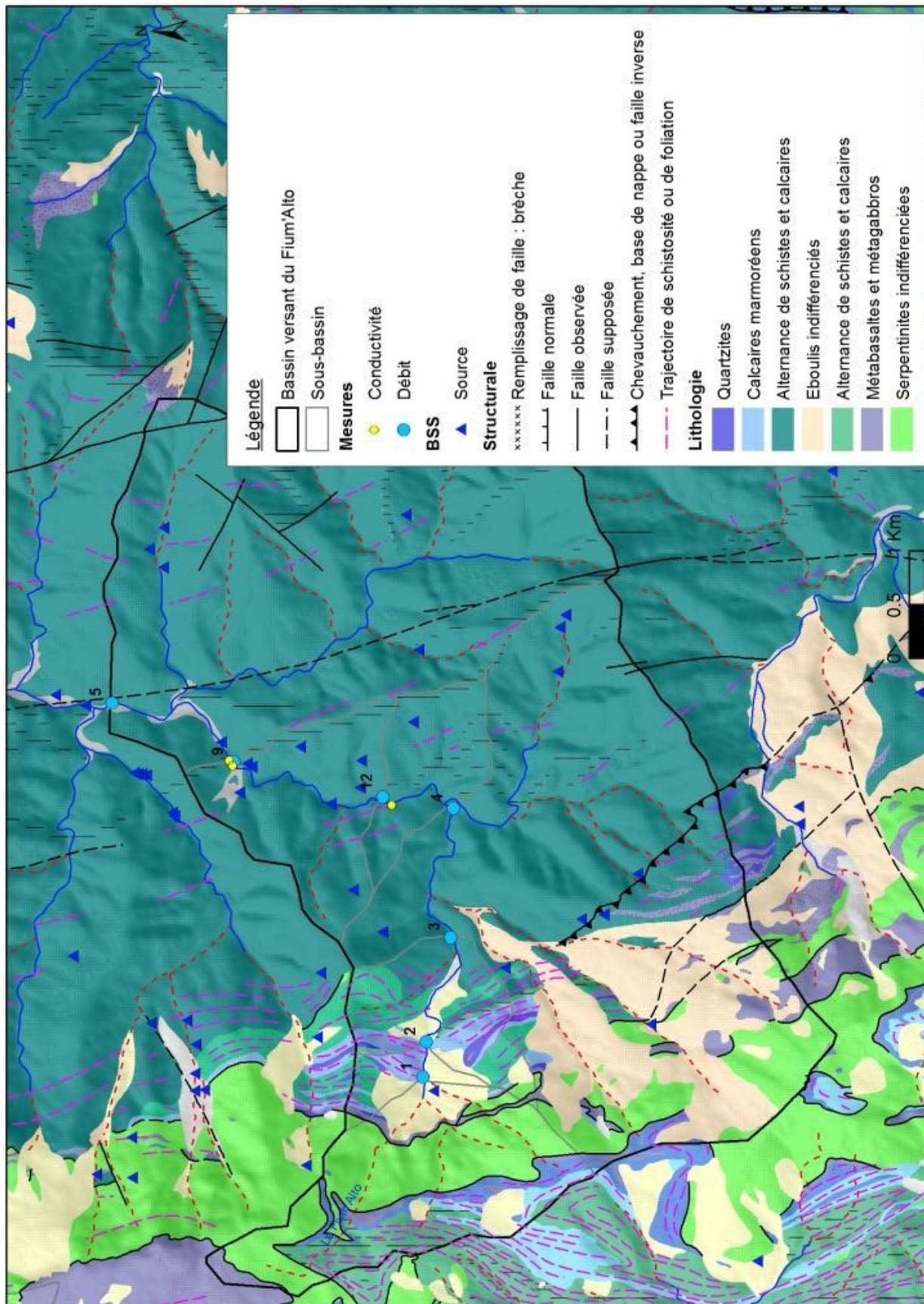


Illustration 20 : Carte du bassin versant du Fium'Alto

Affleurement de calcaire marmoréen aux abords du site 1 :



Affleurement de la formation « alternance de schistes et calcaires » au site 4 :



Emergence ferrugineuse en bordure du Fium'Alto aux abords du site 9 :



Arrivées d'eau ferrugineuse dans le Fium'Alto aux abords du site 9 :



Illustration 21 : Photographies de quelques affleurements et éléments remarquables observés sur le bassin versant du Fium'Alto.

3.6.2. Variations du débit au fil du cours d'eau

Le détail des résultats des jaugeages réalisés sur le bassin versant est présenté dans l'annexe 2. Les écarts-type mesurés sur les différentes injections des sites sont relativement faibles (pourcentages d'erreur inférieurs à 10 %) attestant de la fiabilité des mesures.

L'illustration 22 ci-après présente le profil d'écoulement du Fium'Alto, correspondant à l'évolution du débit du cours d'eau à l'étiage en fonction de la surface du bassin versant jaugé.

Les débits mesurés du Fium'Alto présentent une évolution atypique en « paliers » avec sur la partie amont, au niveau de la succession de « bandes » orientées nord-sud de géologie variée (sites 1 à 3), une augmentation du débit de la rivière relativement forte puis une augmentation plus faible du débit jusqu'au site 12 pour ensuite augmenter au site 9 et à nouveau diminuer au site 5. Il n'y a pas eu de sites jaugés entre les sites 12 et 9 ni entre 9 et 5 faute de section

adaptée, mais il est fait l'hypothèse d'une évolution sub-linéaire sur ces tronçons, comme décrit sur le graphique ci-dessous par le modèle d'ajustement.

Une prise d'eau a été observée entre les sites 3 et 4 dont le débit de prélèvement est de 6 l/s (calculé par jaugeage différentiel entre l'amont et l'aval directs de la prise). L'impact de la prise sur l'évolution du débit est limité et ne sera donc pas pris en compte dans les calculs.

Il n'est pas à exclure la présence d'autres prises sur le bassin versant mais elles n'ont pas été identifiées sur le terrain et aucune n'est recensée dans les bases de données des captages (BSS et base de l'Agence de l'Eau). L'hypothèse est donc faite que l'évolution du débit observée est globalement naturelle.

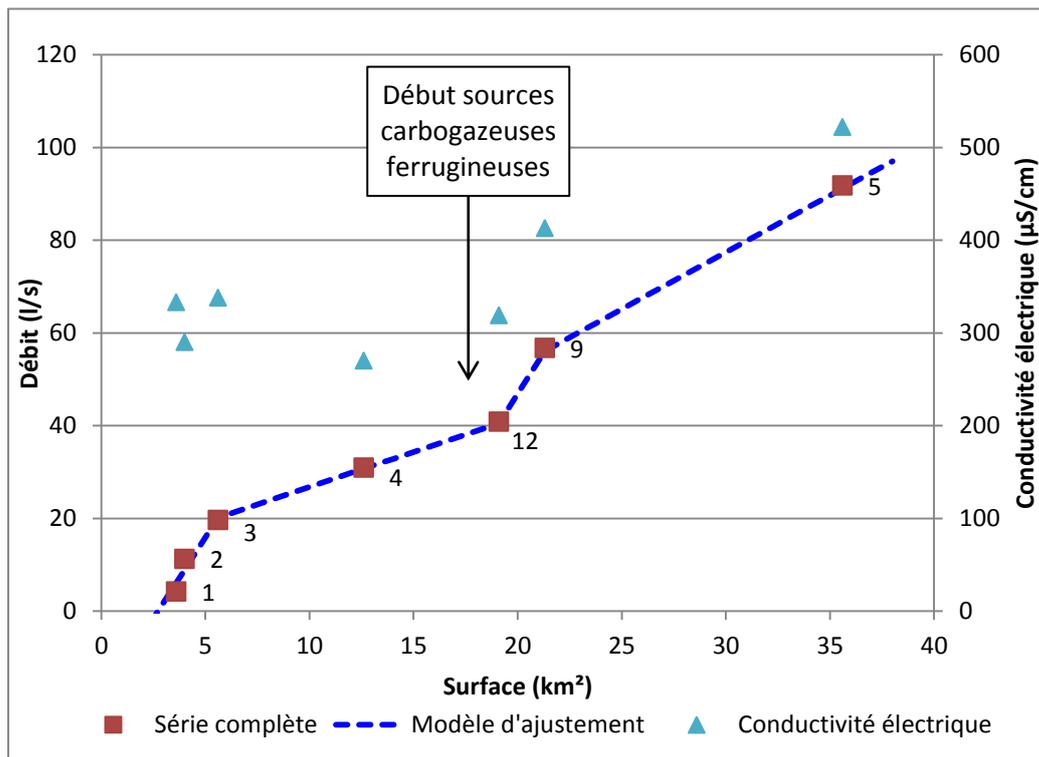


Illustration 22 : Profil d'écoulement du Fium'Alto et évolution de la conductivité électrique de l'eau (triangles bleus).

L'évolution de la conductivité électrique au fil du bassin versant montre une augmentation de la minéralisation de l'eau à partir du site 12 qui peut être rapprochée de la présence d'émergences ferrugineuses très minéralisées. En outre, une diminution de la conductivité est observée entre les 3 premiers sites jaugés au contact de calcaires marmoréens et le site 4 jaugés sur les schistes et calcaires. Cette évolution peut être expliquée par la nature moins carbonatée de la formation schisteuse comparée aux calcaires marmoréens et qui limite la minéralisation de l'eau.

3.6.3. Conductivités hydrauliques minimales

Comme décrit précédemment, sur le graphique de l'illustration 22 ont été tracées les droites de régression jugées représentatives de l'évolution du débit sur le bassin versant.

L'augmentation linéaire du débit observée, malgré les variations « d'intensité », montre que les aquifères du bassin versant alimentent le cours d'eau impliquant que la charge hydraulique de ces aquifères est plus élevée que celle du Fium'Alto.

A partir des coefficients « a » des droites du modèle d'ajustement, les conductivités hydrauliques des aquifères correspondants ont été estimées. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après (Illustration 23). Ces conductivités ont été calculées directement à partir des caractéristiques des sous-bassins versants entre les sites.

Site	Superficie sous-BV (km ²)	Pente moyenne sous-BV (i)	Coefficient a de la droite (m ³ /s/m ²)	Conductivité hydraulique modèle d'ajustement (m/s)
Entre sites 1 et 3	5.6	45%	7.0061	4.02E-08
Entre sites 3 et 12	13.5	45%	1.5100	8.77E-09
Entre sites 12 et 9	2.2	44%	7.0600	4.24E-08
Entre 9 et 5	14.3	53%	2.4545	1.00E-08

Illustration 23 : Calculs des conductivités hydrauliques des aquifères du bassin versant du Fium'Alto.

Ces gammes de conductivité hydrauliques sont plus élevées que celles estimées sur les formations de schistes et calcaires des bassins versants de la Casaluna et du Prunitaccia. La conductivité est relativement élevée sur la portion de calcaire marmoréen, en lien avec la nature de ces formations carbonatées. La conductivité hydraulique est ensuite plus faible sur les portions des sites 3 à 12 et 9 à 5 pouvant s'expliquer par la nature schisteuse et donc a priori moins perméable des formations traversées.

Concernant l'augmentation de la conductivité hydraulique sur le tronçon compris entre les sites 12 et 9, elle pourrait s'expliquer par la présence de bancs de calcaire massif, qui permettraient d'améliorer la perméabilité globale de la formation. Nous ne disposons de cartes géologiques suffisamment détaillées pour les identifier suffisamment précisément pour vérifier cette hypothèse. Par ailleurs, il semble peu probable que cette augmentation s'explique par un apport d'eau par les émergences thermominérales. En effet, l'émergence principale du secteur est déjà exploitée par l'usine d'embouteillage d'Orezza et les émergences rencontrées sur le terrain constituent des suintements de faible débit.

Ainsi les variations de conductivité hydraulique au sein de la formation de schistes et calcaires mettent en évidence la nature hétérogène de cet ensemble.

3.7. BASSIN VERSANT DU TRAGHIETTO

3.7.1. Contexte géologique

Le bassin versant du Traghetto est situé sur le versant est du Cap-Corse, sur la commune de Brando. Le Traghetto prend sa source sur le flanc est du Monte Stello et se jette dans la mer Tyrrhénienne à Erbalunga. Le bassin versant jaugé mesure 7.9 km².

Le Traghetto prend sa source sur le massif de serpentinites qui constitue le Monte Stello puis s'écoule sur les prasinites sous-jacentes. Le cours d'eau atteint ensuite les formations de micaschistes à rares bancs de calcschistes de l'unité de Brando (Illustration 24 et Illustration 25).

Cinq jaugeages ont pu être réalisés sur ce bassin versant.

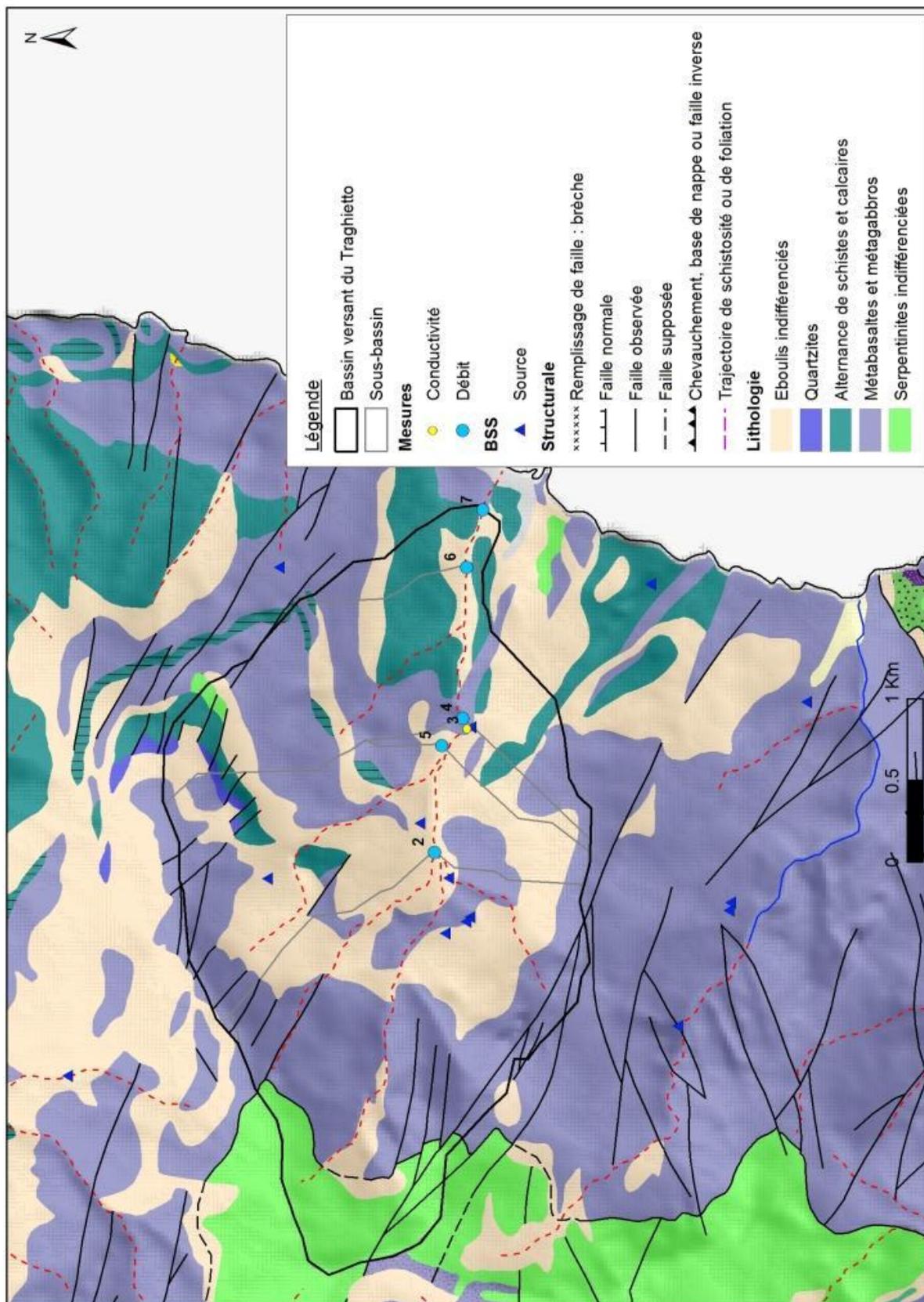


Illustration 24 : Carte du bassin versant du Traghetto

Section de jaugeage du site 5 sur les prasinites :



Section de jaugeage sur les micaschistes :



Section de jaugeage du site 7. A noter la présence d'alluvions :



Illustration 25 : Photographies de quelques sections jaugées sur le bassin versant du Traghietto.

3.7.2. Variations du débit au fil du cours d'eau

Le détail des résultats des jaugeages réalisés sur le bassin versant est présenté dans l'annexe 2. Les écarts-type mesurés sur les différentes injections des sites sont relativement faibles (pourcentages d'erreur inférieurs ou équivalents à 10 %) attestant de la fiabilité des mesures.

L'illustration 26 ci-après présente le profil d'écoulement du Traghietto, correspondant à l'évolution du débit du cours d'eau à l'étiage en fonction de la surface du bassin versant jaugé.

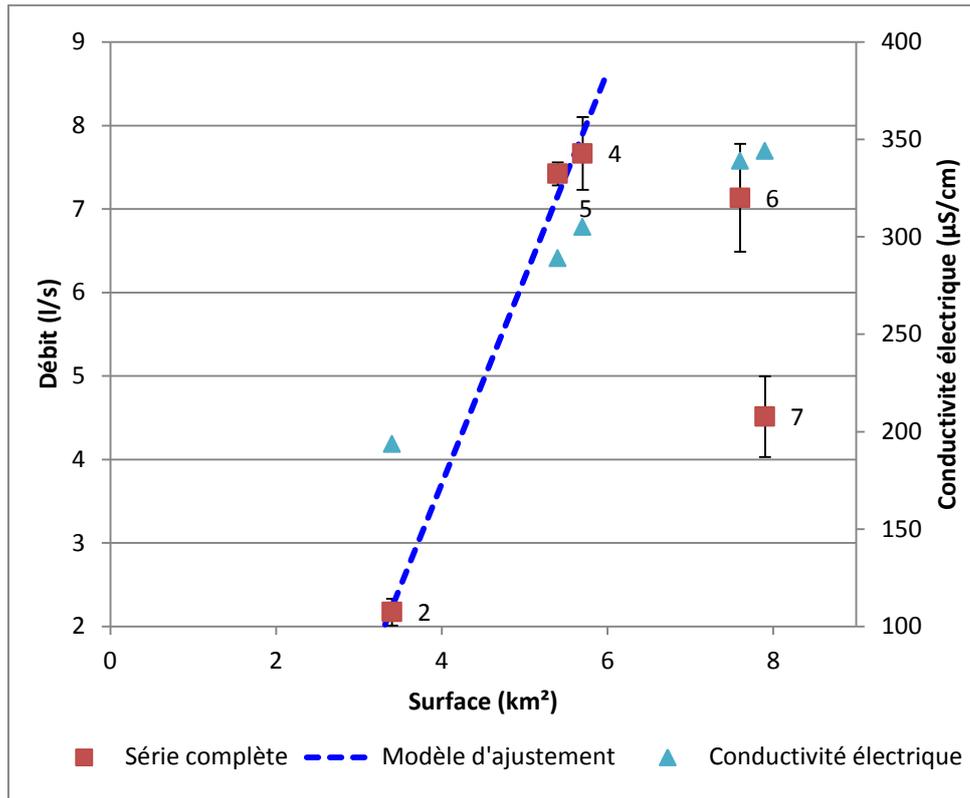


Illustration 26 : Profil d'écoulement du Traghietto et évolution de la conductivité électrique.

Le profil d'écoulement met en évidence une augmentation linéaire du débit du cours d'eau au contact des prasinites puis au passage sur les micaschistes, une relative « stabilité » du débit au site 6 avant d'observer une diminution sur le dernier site.

Si le site 7 peut poser des questions de fiabilité du débit mesuré du fait de la présence d'alluvions, le site 6 n'en pose pas, le débit ayant été mesuré sur le substratum directement (Illustration 25).

La présence d'une prise d'eau entre les sites 4 et 6 est envisageable mais semble peu probable d'après les observations de terrain.

La conductivité électrique mesurée sur chacun des sites de jaugeage du Traghietto présente une augmentation sub-linéaire de l'amont vers l'aval. Cette évolution traduit une augmentation de la minéralisation de l'eau au contact des prasinites et des micaschistes.

3.7.3. Conductivités hydrauliques minimales

Le modèle d'ajustement a été tracé entre les débits des sites 2, 5 et 4 dont le coefficient de détermination R^2 est par ailleurs remarquablement élevé (0.99).

Cette évolution linéaire montre que l'aquifère des prasinites alimente le cours d'eau de façon continue et homogène à l'échelle du bassin sur cette portion. Cela implique donc que la charge hydraulique de l'aquifère est plus élevée que celle du cours d'eau.

A partir du coefficient « a » de la droite du modèle d'ajustement, la conductivité hydraulique de l'aquifère des prasinites a été estimée (Illustration 27). La valeur obtenue est comparable à

celles qui ont été calculées pour les aquifères des gabbros euphotides et métaferrogabbros sur les bassins versants du Prunitaccia et de la Casaluna.

Site	Superficie sous-BV (km ²)	Pente moyenne sous-BV (i)	Coefficient a de la droite (m ³ /s/m ²)	Conductivité hydraulique (m/s)
Entre sites 2 et 4	2.3	39%	2.4670	1.87E-08

Illustration 27 : Calculs de la conductivité hydraulique de l'aquifère des prasinites du bassin versant du Traghietto.

Pour expliquer la relative stabilité du débit entre les sites 4 et 6, il est envisagé que la formation de micaschistes soit très peu perméable, ne permettant que des échanges limités avec un éventuel aquifère. En effet, les affleurements de cette formation rencontrés présentent des plans de schistosité mais la roche est massive et il n'a pas été observé de réseau de fractures marqué (Illustration 28).



Illustration 28 : Affleurement de micaschistes

La diminution du débit sur le dernier site de jaugeage est attribuée à la présence d'alluvions (photo de l'illustration 25).

3.9. BASSIN VERSANT DE LA PRESA

3.9.1. Contexte géologique

Le bassin versant de la Presa est situé en Castagniccia, sur la commune de Matra. Il s'étend sur 4.2 km². La Presa est un affluent en rive gauche de la haute-Bravone.

P.P. Lenck (1970) a donné une description détaillée des différentes formations rencontrées dans le secteur de Matra (Illustration 29) :

- les schistes lustrés, correspondant à d'anciens sédiments calcaréo-pélitiques, repris par le jeu de métamorphismes successifs, comportant principalement :
 - o des schistes sériciteux à quartz ;
 - o des calcschistes subdivisés eux-mêmes en : calcschistes à calcite, quartz et phyllites, calcaires en plaquettes, calcaires métamorphiques (où la calcite prend une importance prépondérante) ;
 - o des quartzites.
- les ophiolites comportant des roches éruptives basiques et ultra-basiques, correspondant à deux types de roches :
 - o des serpentinites et roches associées ;
 - o des gabbros euphotides, issus d'anciens gabbros altérés et transformés par le métamorphisme et la tectonique ;
 - o les laves métamorphisées glaucophanitiques ;
- les gneiss et leptynites.

Sur le bassin versant de la Presa (Illustration 29), les serpentinites constituent la base de la série. Elles sont recouvertes par les laves métamorphiques (métabasaltes et métagabbros sur la carte ci-après), elles-mêmes surmontées d'une épaisse formation de schistes lustrés.

Le bassin versant de la Presa est par ailleurs marqué par la présence d'une ancienne mine d'arsenic qui a exploité un filon de réalgar (cf. carte à l'annexe 3). Le tracé du filon coïncide sensiblement avec celui du ruisseau de la Presa sur la première partie de son cours. Le gisement de Matra est un filon de type épithermal reconnu sur 500 m de long et plus de 100 m de profondeur.

Le filon de Matra constitue le remplissage d'une zone broyée de direction N 170°E, son pendage varie de 65° à 70° E. Il met en contact des serpentinites au mur et des calcschistes et schistes à glaucophane au toit.

Les deux premiers jaugeages de la Presa ont été réalisés sur la portion sur laquelle le cours d'eau circule au droit du filon, à l'interface entre les serpentinites en rive droite et les schistes en rive gauche. Le troisième site de jaugeage est situé sur les serpentinites. Les deux derniers sites de jaugeage sont localisés sur les laves métamorphisées (Illustration 30). L'ensemble des jaugeages a été réalisé en aval des travaux miniers (annexe 3) donc ils sont en dehors de toute influence anthropique.

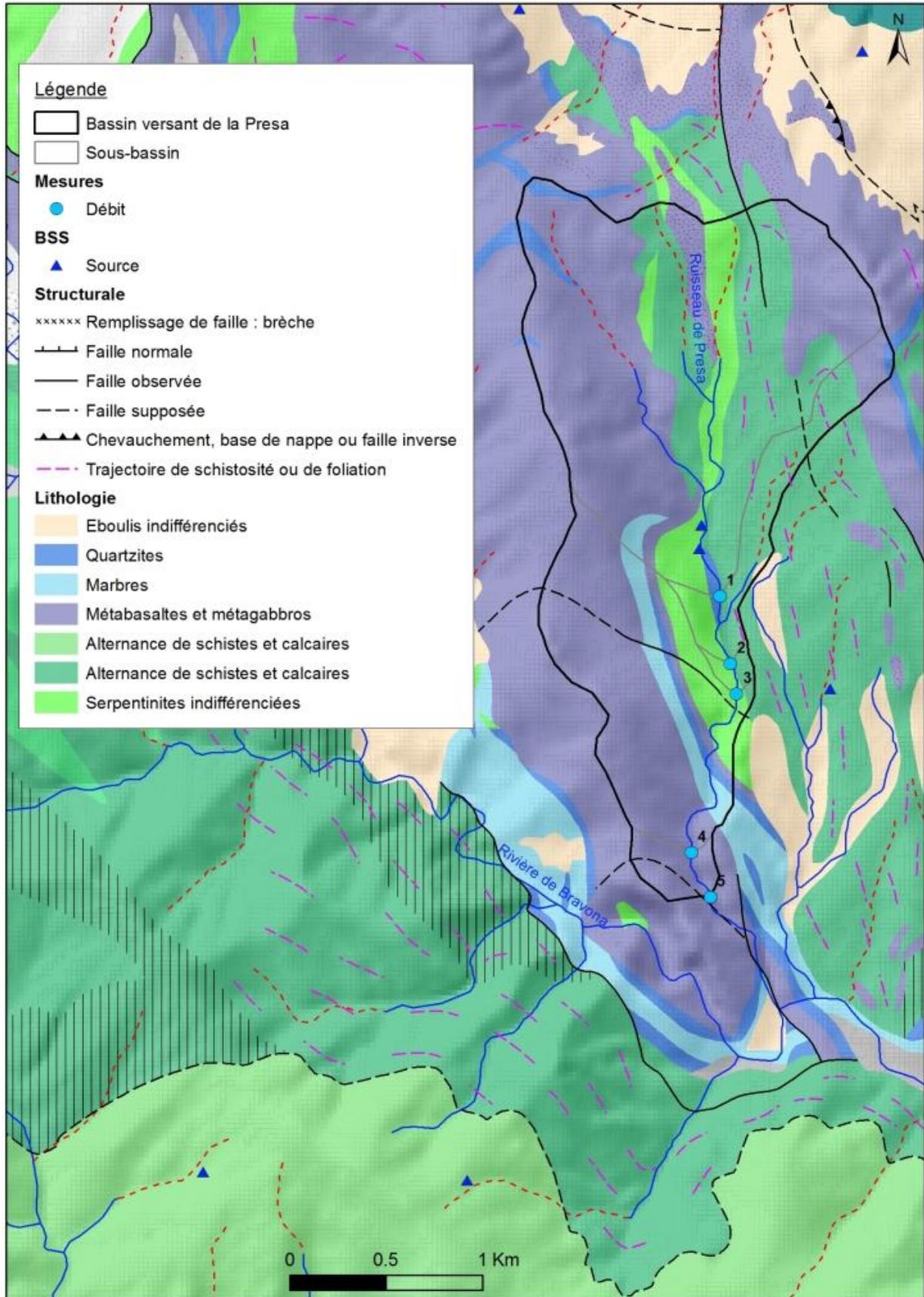


Illustration 29 : Carte du bassin versant de la Presa

Section de jaugeage du site 1 :



Section de jaugeage du site 3 sur les serpentinites :



Section de jaugeage 5 sur les laves métamorphisées :



Illustration 30 : Photographies de quelques sections de jaugeage du bassin de la Presa

3.9.2. Variations du débit au fil du cours d'eau

Les jaugeages de la Presa se sont déroulés les 28 au et 29 août 2012. Ils ont été réalisés dans le cadre de l'étude environnementale du site minier de Matra de Géodéris à laquelle le BRGM Corse a participé pour le volet hydrogéologie (Genevier, 2013).

Les résultats des jaugeages sont détaillés dans l'annexe 2. Les écarts-type mesurés sur les différentes injections des sites sont faibles (pourcentages d'erreur inférieurs à 5 %) attestant de la fiabilité des mesures.

L'illustration 31 ci-après présente le profil d'écoulement de la Presa, correspondant à l'évolution du débit du cours d'eau à l'étiage en fonction de la surface du bassin versant jaugé.

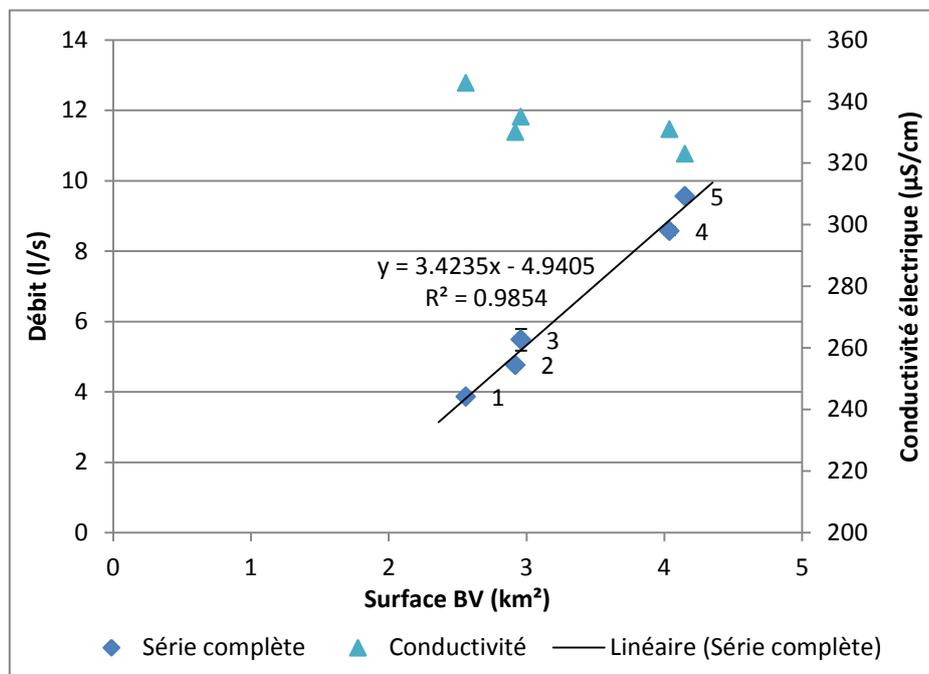


Illustration 31 : Profil d'écoulement du bassin versant de la Presa et évolution de la conductivité électrique.

Le graphique met en évidence l'évolution linéaire du débit de la Presa sur le bassin versant, révélant que :

- l'alimentation de la Presa par l'aquifère se fait de façon homogène et continue ;
- la charge hydraulique est plus élevée dans l'aquifère que dans le cours d'eau ;
- les propriétés hydrodynamiques et le gradient hydraulique de l'aquifère sont uniformes dans l'aquifère que constituent les serpentinites et les metabasaltes. Il n'y a pas de modification dans les écoulements lors du passage du cours d'eau sur les metabasaltes.

La conductivité électrique mesurée dans les eaux de la Presa est influencée par les résidus des travaux miniers sur les trois premiers sites. Sur les deux derniers elle est influencée par les rejets d'eaux usées du village de Matra et du hameau de Pietrera.

3.9.3. Conductivités hydrauliques minimales

La conductivité hydraulique de l'aquifère que constitue les serpentinites et les laves métamorphisées a été estimée à partir du coefficient de la droite de régression passant par les cinq points du profil d'écoulement et à partir des caractéristiques du sous-bassin compris entre le site 1 et le site 5 (pente moyenne et superficie). Ces résultats sont consignés dans le tableau de l'illustration 32 ci-après.

Site	Superficie sous-BV (km ²)	Pente moyenne sous-BV (i)	Coefficient a de la droite (m ³ /s/m ²)	Conductivité hydraulique (m/s)
Entre sites 1 et 5	1.59	51%	3.4235	1.55E-08

Illustration 32 : Calculs de la conductivité hydraulique de l'aquifère des serpentinites et des laves métamorphisées.

La valeur de conductivité hydraulique estimée ici est tout à fait comparable à celle de l'aquifère des prasinites du bassin du Traghetto ainsi que celles des aquifères des gabbros euphotides et métaferrogabbros sur les bassins versants du Prunitaccia et de la Casaluna.

3.10. SYNTHÈSE DES RESULTATS DES JAUGEAGES DIFFÉRENTIELS

Les jaugeages différentiels réalisés sur cinq bassins versants de Corse alpine ont mis en évidence l'influence de la géologie, et en particulier la lithologie, sur les variations de débit au fil des cours d'eau. Ces variations se traduisent dans les conductivités hydrauliques minimales estimées (Illustration 33).

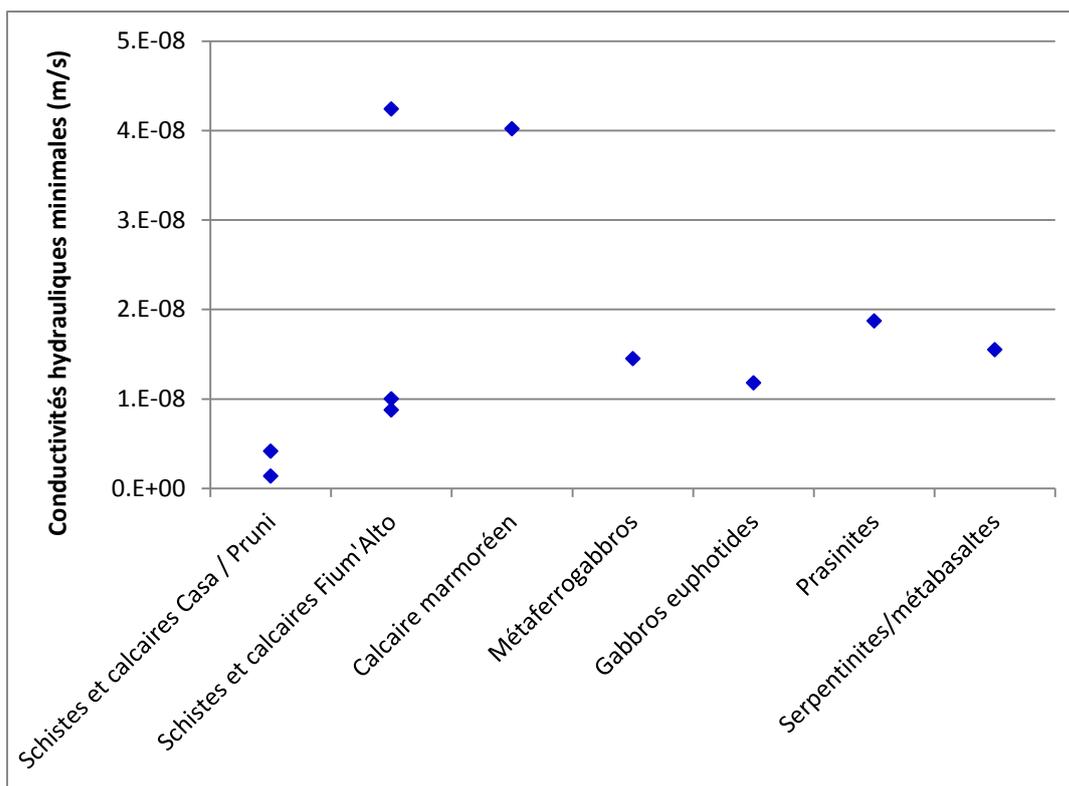


Illustration 33 : Valeurs de conductivités hydrauliques minimales obtenues sur les cinq bassins versants jaugés classées par formations géologiques.

La formation de schistes et calcaires des bassins versants de la Casaluna et du Prunitaccia présentent les conductivités hydrauliques estimées les plus faibles. Elles sont plus faibles que celles qui ont été estimées sur les formations de schistes et calcaires du bassin versant du Fium'Alto.

Les valeurs du Fium'Alto présentent une variabilité relativement importante puisqu'elles varient d'un rapport de 1 à 5. Certaines des valeurs calculées présentent une part d'incertitude liée au fait que le modèle d'ajustement du profil d'écoulement dont les caractéristiques ont été utilisées dans les calculs de conductivité a été ajusté entre deux points seulement sur certaines portions. Néanmoins, la seule variabilité du débit du cours d'eau met en évidence une certaine hétérogénéité de ces formations avec la présence de zones (ou de niveaux) plus perméables que d'autres. Ces observations sont cohérentes avec les interprétations faites lors de la phase 1 d'étude de l'hydrogéologie de la Corse alpine (Genevier *et al.*, 2013). Les niveaux les plus carbonatés ou les plus fracturés/faillés augmentent la perméabilité et le potentiel aquifère de ces formations.

Les calcaires marmoréens jaugés sur le bassin du Fium'Alto présentent une conductivité hydraulique relativement élevée au regard de l'ensemble des valeurs estimées dans cette étude, en cohérence avec leur nature carbonatée.

Les formations issues du cortège ophiolitique telles que les gabbros, les metabasaltes ou les serpentinites présentent des conductivités hydrauliques minimales très proches comprises entre 1.10^{-8} et 2.10^{-8} m/s. Cette homogénéité des valeurs traduit la présence d'aquifères fissurés au fonctionnement plus « classique » à rapprocher des massifs de granitoïdes. La présence de profils d'altération dans les formations de gabbros vient étayer cette interprétation.

Il est également à noter que les droites des modèles d'ajustement tracées sur les profils d'écoulement ne passent pas par l'origine des graphiques. Une partie des droites présentent un coefficient « b » positif et l'autre un coefficient négatif. Lorsque ce coefficient est négatif, cela signifie qu'il faut qu'il y ait une superficie de bassin versant minimale pour que le cours d'eau soit en eau. Au contraire, si le coefficient est positif, cela suggère l'existence d'une arrivée d'eau ponctuelle importante en tête de bassin versant. Sur les cinq bassins versant jaugés, les configurations sont les suivantes :

- coefficient « b » négatif pour les prasinites du Traghietto, les gabbros euphotides du Prunitaccia, les métaferrogabbros de la Casaluna et les serpentinites/metabasaltes de la Presa, les calcaires marmoréens du Fium'Alto ;
- coefficient « b » positif pour les schistes et calcaires du Prunitaccia et de la Casaluna et ceux du Fium'Alto (excepté un tronçon qui est négatif).

Ces observations traduisent le caractère hétérogène et compartimenté des aquifères qui se développent dans les formations de schistes et calcaires dans lesquelles de nombreuses sources de faible débit sont observées, localisées au contact de structures faillées ou à la faveur de variations de lithologie (bancs de cipolins ou de calcschistes en contact avec des schistes moins perméables). Ce sont ces sources qui sont probablement à l'origine de ces arrivées d'eau ponctuelle et qui expliqueraient le coefficient positif des droites de régression. C'est par exemple le cas des affluents à l'origine du Prunitaccia. La carte topographique de l'IGN et la BSS recensent plusieurs sources et fontaines au départ de ces affluents (Funtana Bona, Funtana Maio 11104X0013/MAIO, Funtana Sbollara 11104X0012/SBOLLA, Funtana di e Teghie, etc.).

Ce type de configuration suggère l'existence de bassins d'alimentation souterrains différents du bassin de surface. Cela peut s'expliquer par des phénomènes de dissolution dans les passages les plus carbonatés des formations de schistes et calcaires.

4. Estimation de la ressource en eau souterraine participant au soutien d'étiage des cours d'eau

Après avoir étudié les variations de débit au sein d'un même bassin versant, une estimation de la ressource en eau souterraine participant au soutien d'étiage des cours d'eau à l'échelle d'un grand nombre de bassins versants (152) répartis sur le territoire la Corse alpine a été tentée. Cette estimation a permis d'aboutir à une cartographie du potentiel aquifère des formations métamorphiques alpines.

Le maintien du débit d'une rivière en période d'étiage (en l'absence de précipitations) résulte essentiellement du drainage des aquifères. La mesure de ce débit permet donc d'intégrer l'ensemble des flux de drainage des aquifères présents sur le bassin versant en amont hydraulique du point de mesure. Le débit mesuré, ramené à la surface du bassin versant permet de caractériser l'importance de la ressource en eau souterraine à l'échelle du bassin versant.

4.1. METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE

4.1.1. Choix des sites de jaugeage

Plusieurs critères ont été définis pour sélectionner les sites de jaugeage. Le site doit :

- être situé au sein d'un bassin-versant constitué de formations métamorphiques alpines ;
- être situé en amont des formations alluviales susceptibles de contenir une nappe d'accompagnement de rivière afin d'éviter qu'une partie de l'eau de la rivière se soit infiltrée en amont du point de mesure du débit (et l'inverse : contribution de la nappe alluviale). Le cours d'eau doit donc dans l'idéal être jaugé au droit du substratum ;
- être en aval d'aucune prise d'eau majeure ou d'aucun barrage ou retenue qui seraient de nature à modifier le débit naturel de la rivière (régime pas ou faiblement influencé). Toutes les précautions possibles ont été prises mais il n'est pas à exclure la présence de prises d'eau en amont de certains sites de jaugeage, les contraintes d'accès ne permettant pas toujours de s'en affranchir ;
- permettre la mesure de l'intégralité du débit de la rivière en présentant des écoulements concentrés sur un même « bras » ;
- être rapidement accessible depuis la route.

D'autres contraintes inhérentes à la méthode de jaugeage utilisée s'appliquent sur le choix de la section de jaugeage.

4.1.2. Méthodes de jaugeage

La principale méthode utilisée a été la dilution du sel, telle que décrite dans le chapitre 3.1.2.

D'autres méthodes de jaugeages ont parfois été utilisées : par courantomètre électromagnétique ou au seau.

Seuls deux cours d'eau ont été jaugés avec un courantomètre à induction magnétique (modèle Nautilus C 2000 de chez Ott) car aucune section accessible de ces cours d'eau ne permettait un jaugeage au sel.

La mesure du débit avec le nautilus consiste à mesurer la vitesse du déplacement de l'eau sur plusieurs profils verticaux le long de la section du cours d'eau. Le nombre de profils verticaux dépend de la configuration de la rivière. Un profil vertical est réalisé à dix centimètres de chaque berge. Un profil vertical tous les cinquante centimètres est au minimum fait. Pour améliorer la représentativité et la précision de la mesure, la vitesse retenue à chaque mesure est une vitesse moyennée sur trente secondes et non une valeur instantanée.

Le calcul du débit à partir du champ de vitesses mesuré sur le terrain a été réalisé à l'aide du logiciel ©Jaugealc. Le coefficient de fond (qui traduit la rugosité du fond du cours d'eau et varie de 0.5 pour une végétation dense à 1 pour des vases, sable et béton lisse) et le coefficient de berge (qui traduit la forme des berges et oscille entre 0.5 pour des berges à faible pente à 1 pour des berges verticales) retenus sont respectivement de 0,95 et 0,90.

Enfin, la mesure du débit du cours d'eau a parfois été réalisée par chronométrage du remplissage d'un seau lorsque le débit et la configuration du site le permettaient.

Le calcul du débit par jaugeage au seau consiste simplement à diviser le volume d'eau récupéré dans le seau par le temps de remplissage de ce volume. Quatre mesures ont systématiquement été réalisées et le débit retenu correspond à la moyenne de ces quatre mesures.

4.2. SITUATION HYDROCLIMATIQUE

Les campagnes de jaugeage ont été réalisées pendant les périodes d'étiage 2012 et 2013 :

- du 21 au 31 août 2012 ;
- entre le 12 et le 26 août 2013 et les 4 et 5 septembre 2013.

La situation climatique des étiages 2012 et 2013 est décrite ici à partir des éléments fournis par les bulletins hydroclimatiques mensuels édités par la DREAL Corse :

<http://www.corse.developpement-durable.gouv.fr/la-situation-hydroclimatologique-a417.html>

L'année hydrologique 2011-2012 a été marquée par une pluviométrie déficitaire, exceptée sur le massif de la Castagniccia. Les précipitations sont restées en-dessous des normales de septembre 2011 à août 2012 sauf au mois de mai où elles ont été excédentaires. L'étiage 2012 était donc particulièrement sec et n'a pas été perturbé par des épisodes pluvieux (Illustration 35).

L'année hydrologique 2012-2013 se caractérise par un hiver et un printemps pluvieux qui se sont traduits par une situation normale pendant l'étiage 2013 sur le Cap-Corse et la Castagniccia, avec cependant des cumuls de précipitations un peu excédentaires (Illustration 35). Deux épisodes pluvieux ont été observés pendant la première quinzaine du mois d'août mais ils ont peu impacté les débits.

Afin d'évaluer la représentativité des mesures faites sur deux étiages différents, les débits moyens d'août 2012 et août 2013 sont comparés au débit interannuel d'août du Fium'Alto, de la

Bravone, du Luri et du Bevinco². Cette comparaison met en évidence la situation plus humide observée sur la Castagniccia pendant l'été 2013 (Fium'Alto et Bravone).

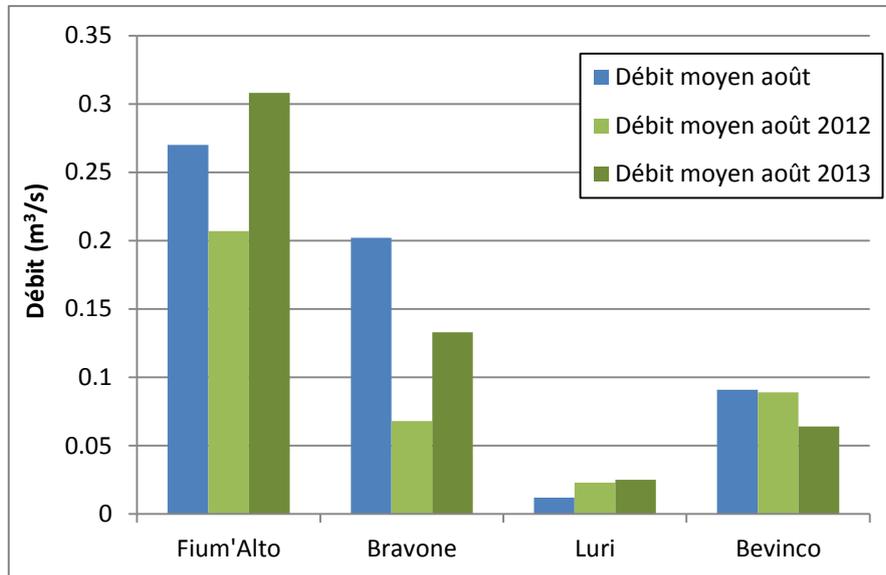


Illustration 34 : Comparaison des débits moyens d'août 2012 et août 2013 au débit moyen interannuel d'août du Fium'Alto, de la Bravone, du Luri et du Bevinco (données issues de la Banque HYDRO).

² Les débits moyens interannuels d'août ont été calculés sur les périodes suivantes : 54 ans pour le Fium'Alto, 54 ans pour la Bravone, 43 ans pour le Luri et 55 ans pour le Bevinco.

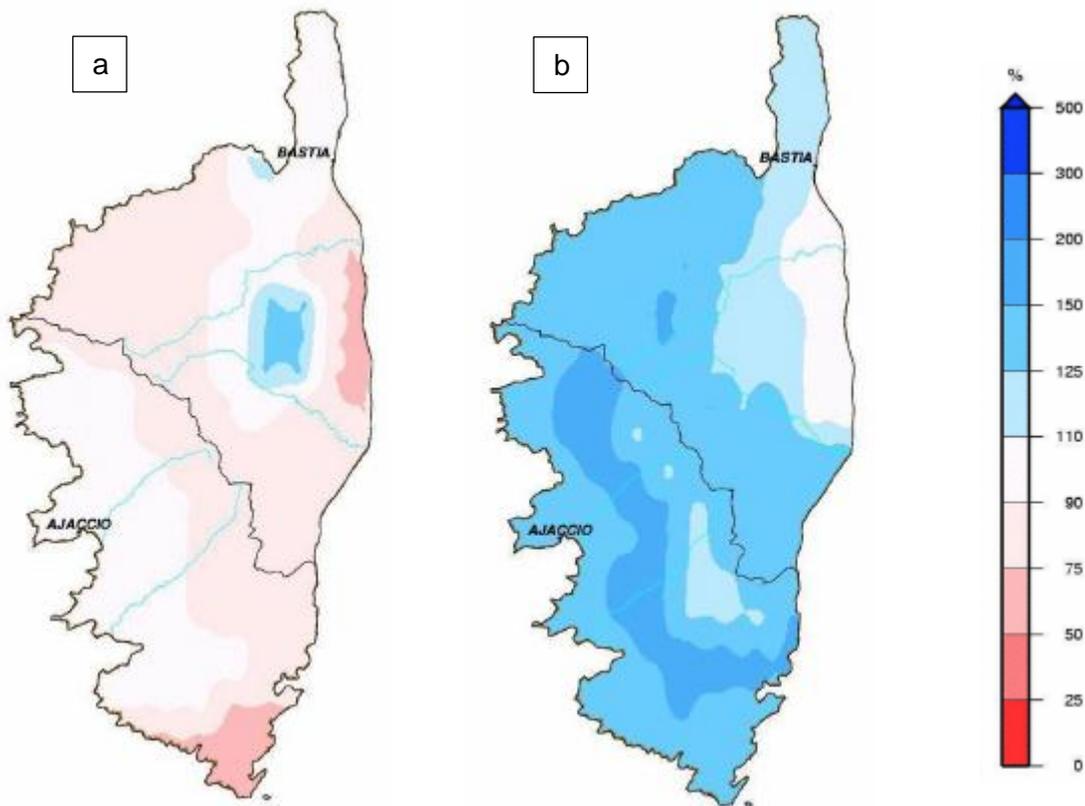


Illustration 35 : Rapport à la normale 1981/2010 du cumul de précipitations de septembre 2011 à août 2012 (a) et de septembre 2012 à août 2013 (b). Produits élaborés par Météo-France et diffusés dans les bulletins hydroclimatiques de la DREAL Corse.

4.3. RESULTATS DES JAUGEAGES

4.3.1. Débits instantanés

La zone d'étude se caractérise par un réseau de drainage de surface important qui entraîne un nombre de bassins versants élevé et donc un nombre de jaugeages élevé également.

Au total, 152 cours d'eau ont été jaugeés. Les jaugeages ont été répartis en deux campagnes sur l'étiage de 2012 et celui de 2013 (Illustration 37) :

- en 2012 : 62 jaugeages dont 29 visuels dans le cas où le cours d'eau est inaccessible (estimation visuelle du débit depuis un pont généralement) ou lorsque le débit est nul (c'est le cas pour 12) ;
- en 2013 : 90 jaugeages dont 29 visuels dans le cas où le cours d'eau est inaccessible ou lorsque le débit est nul (c'est le cas pour 20).

Certains grands cours d'eau n'ont pas été directement jaugeés tels que le Bevinco, le Fium'Alto ou la Bravone du fait de la présence de prises d'eau. Dans ces cas-là, ce sont les affluents qui ont été jaugeés, en évitant autant que possible les prises d'eau. Dans le cas du Golo dont la première partie du cours circule sur les granitoïdes, ce sont également uniquement les affluents situés sur le Corse alpine qui ont été jaugeés.

Les zones trop urbanisées ont également été évitées, en particulier autour de Bastia.

Les données des jaugeages sont détaillées à l'annexe 4 du rapport.

La gamme des débits mesurés s'étale de 0 à 151 l/s (Illustration 36). Près de la moitié des débits recensés (48 %) est compris entre 0 et 1 l/s, témoignant d'écoulements réduits.

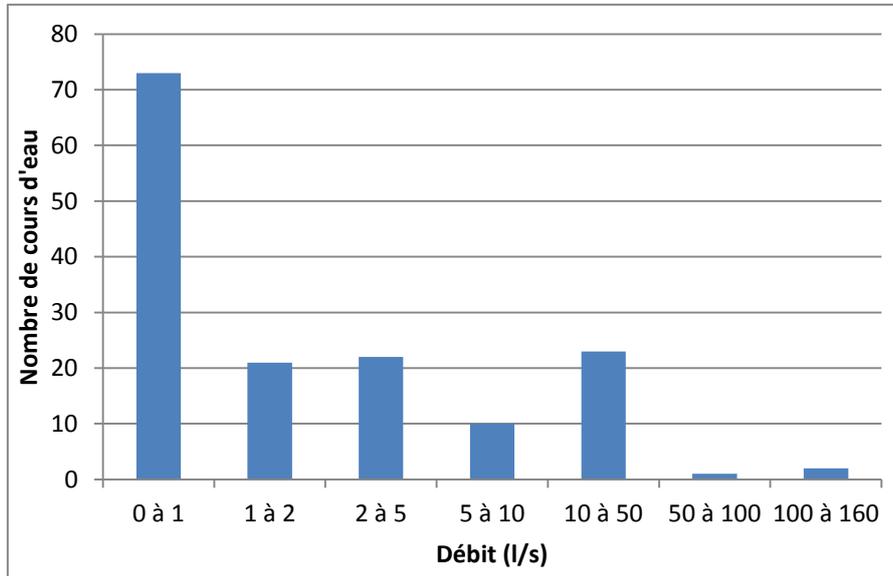


Illustration 36 : Répartition des débits mesurés par classe

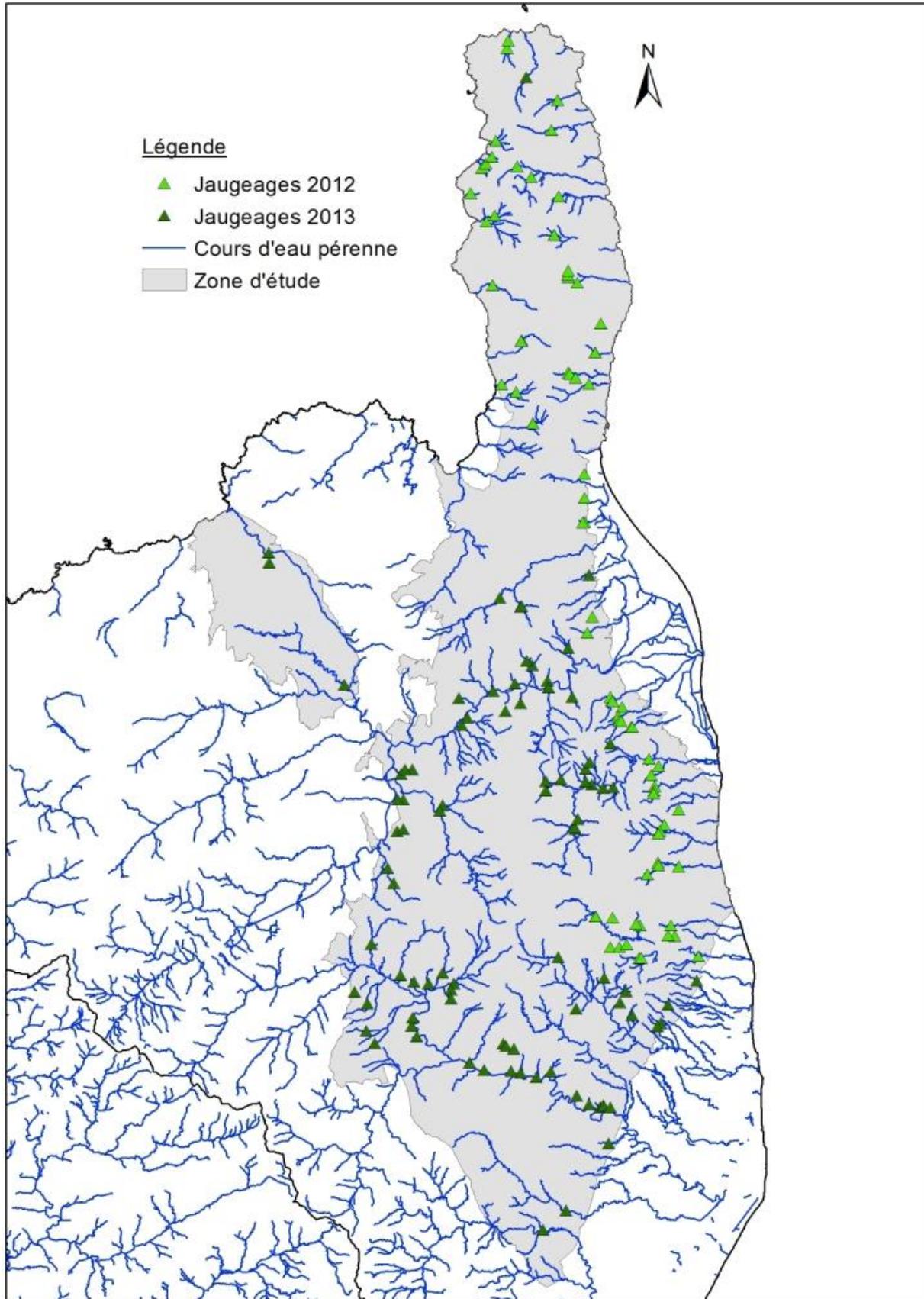


Illustration 37 : Localisation des sites de jaugeage des campagnes de 2012 et 2013

Ruisseau de Panchelle



Rivière d'Alesani



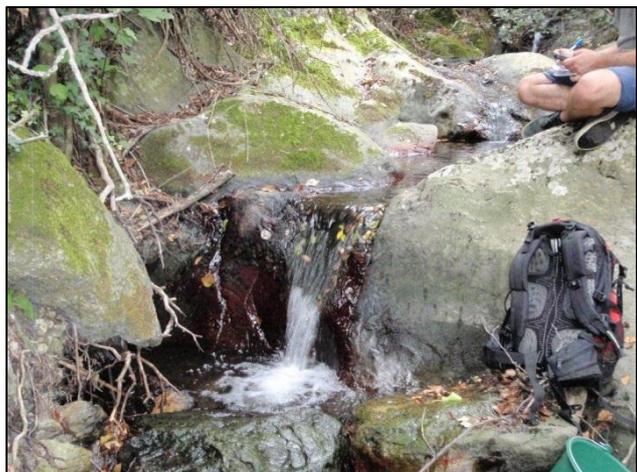
Ruisseau de Zincajo



Le Tagnone



Ruisseau d'Alzeda



Ruisseau de Meria (à sec)



Illustration 38 : Photographies de quelques cours d'eau jaugés

4.3.2. Débits spécifiques

Le débit spécifique est le débit par unité surfacique drainée au point de mesure. Il est obtenu en divisant le débit de la rivière par la surface du bassin versant situé en amont du site de mesure.

Le modèle numérique de terrain (MNT) de l'IGN à la maille de 25 mètres a servi de base à l'extraction des contours de bassins versants. L'extraction des contours situés en amont des sites de jaugeage a été réalisée à l'aide des fonctions hydrologiques d'ArcGIS via Spatial Analyst.

L'annexe 5 présente le détail des débits spécifiques calculés pour chaque bassin versant jaugeé.

Ces débits spécifiques ont été hiérarchisés. Les classes de débit spécifique (Q_s) proposées sont celles qui ont été utilisées dans le cadre de l'étude du potentiel aquifère des formations granitiques de Corse (Frissant *et al.*, 2010) :

- $0 \text{ l/s/km}^2 < Q_s < 0.4 \text{ l/s/km}^2$;
- $0.4 \text{ l/s/km}^2 < Q_s < 1 \text{ l/s/km}^2$;
- $1 \text{ l/s/km}^2 < Q_s < 2 \text{ l/s/km}^2$;
- $2 \text{ l/s/km}^2 < Q_s < 4 \text{ l/s/km}^2$;
- $Q_s > 4 \text{ l/s/km}^2$.

Le résultat de la hiérarchisation des débits spécifiques est présenté dans l'illustration 40 ci-après. Les bassins versants jaugeés en 2012 ont été différenciés des bassins jaugeés en 2013 par la couleur de leur contour.

L'illustration 39 présente la répartition du nombre de bassins versants par classe de potentialité.

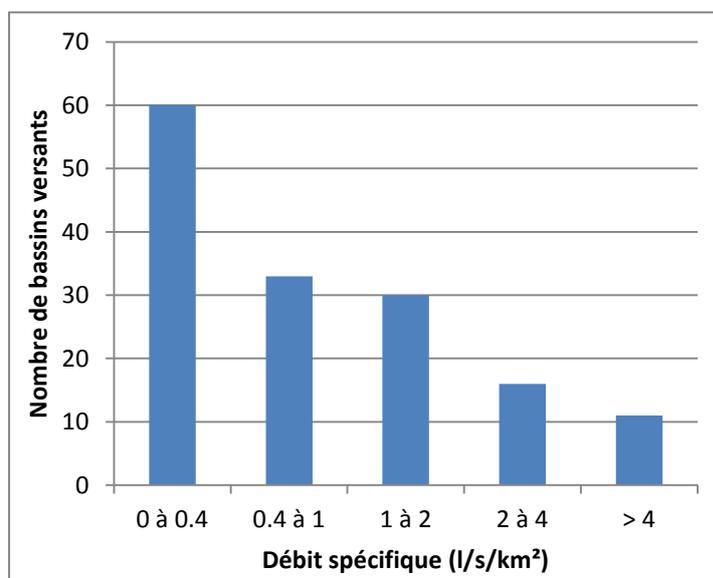


Illustration 39 : Répartition des débits spécifiques par classe de potentialité

Ces résultats mettent en évidence une certaine hétérogénéité des débits spécifiques observés sur la zone d'étude.

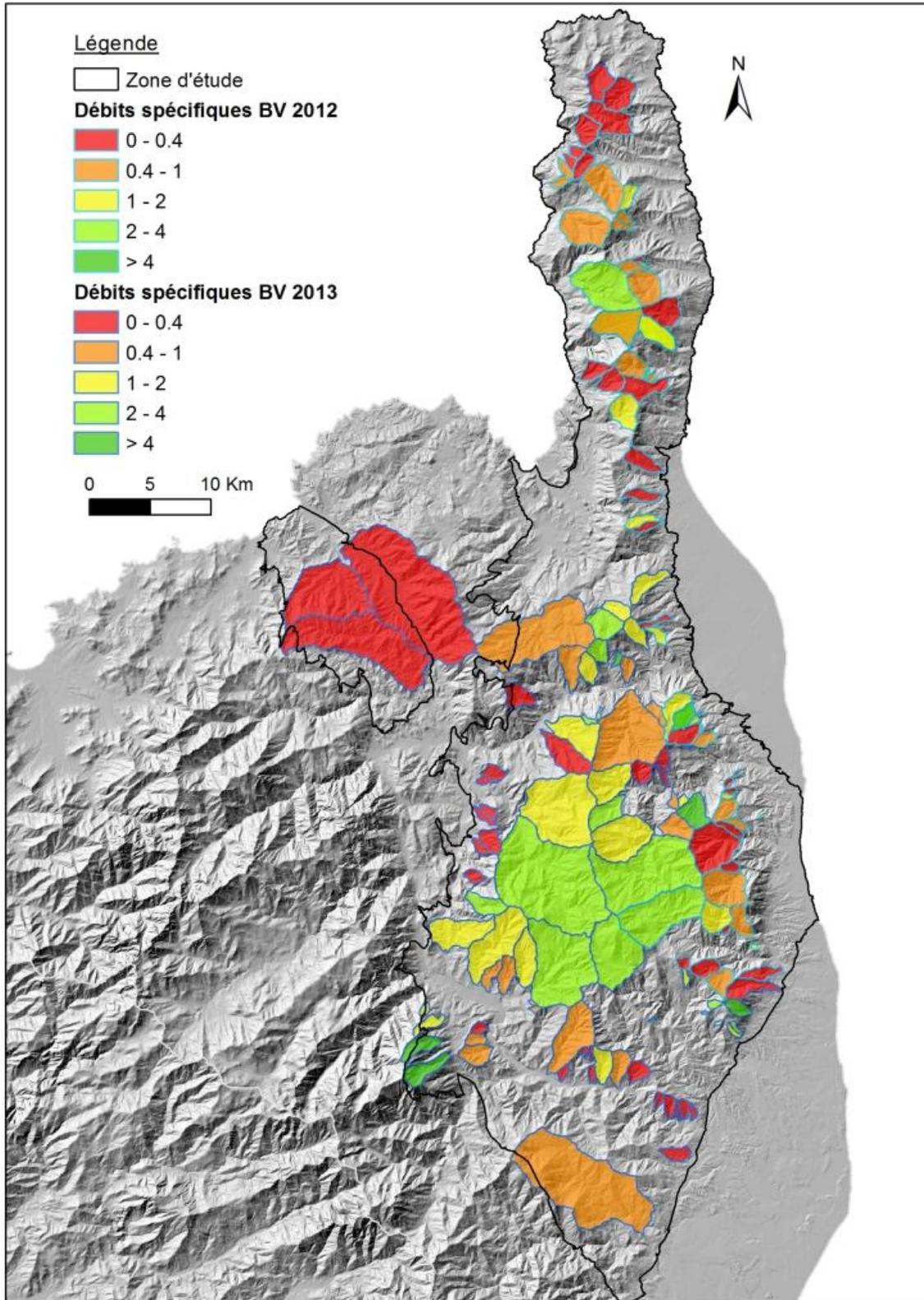


Illustration 40 : Carte des débits spécifiques par bassin versant

4.4. COMPARAISON DES ETIAGES 2012 ET 2013

Afin de pouvoir évaluer l'impact de la situation hydroclimatique des étiages 2012 et 2013 sur les débits jaugés et leur influence sur la hiérarchisation des bassins versants en terme de potentiel aquifère, quelques bassins versants jaugés en 2012 l'ont été à nouveau en 2013. Il s'agit des cours d'eau suivants :

- Ruisseau d'Arega sur la commune de Brando sur le versant est du Cap-Corse ;
- Rivière d'Olmata sur la commune d'Olmata-di-Capocorso sur le versant ouest du Cap ;
- Ruisseau de Macinajo sur la commune de Vescovato en Castagniccia.

Les débits mesurés lors des deux campagnes sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Cours d'eau	Etiage 2012		Etiage 2013	
	Débit (l/s)	Débit spécifique (l/s/km ²)	Débit (l/s)	Débit spécifique (l/s/km ²)
Rau d'Arega	8.75	1.9	10.21	2.1
Riv d'Olmata	3.76	0.5	31.96	3.9
Rau de Macinajo	10.62	4.1	8.60	3.3

Des différences de débits relativement importantes sont observées :

- Ruisseau d'Arega : une augmentation de 17 % du débit est observé entre 2012 et 2013 ;
- Rivière d'Olmata : une augmentation considérable est observée de 2012 à 2013, le débit de 2013 était pratiquement 10 fois supérieur à celui de 2012. Les jaugeages réalisés sont considérés fiables et le protocole suivi est similaire. Par contre, la section du cours d'eau au point d'injection a changé entre les deux années ; ce qui pourrait peut-être expliquer une part de la différence ;
- Ruisseau de Macinajo : une diminution du débit de 19 % est observée de 2012 à 2013.

Les différences observées d'une année à l'autre semblent cohérentes avec les situations hydroclimatiques observées en 2012 et 2013. De plus, le caractère montagneux de la zone d'étude et la variabilité de la distribution spatiale des précipitations qui en résultent, suffisent pour expliquer les différences constatées.

Afin d'identifier les éventuels facteurs favorables à un débit spécifique élevé, les résultats de l'ensemble des jaugeages ont été croisés avec la géologie des bassins versants, leur pluviométrie moyenne et leur pente.

4.5. INFLUENCE DE LA LITHOLOGIE

La carte géologique harmonisée au 1/50 000 a été utilisée afin de déterminer la géologie des bassins versants jaugés. Pour ce faire, la couche SIG de la géologie a été découpée sous Arcgis par la couche des bassins versants.

La géologie a ensuite été « simplifiée » en plusieurs grandes catégories :

- alluvions ;
- conglomérats ;
- éboulis ;
- gabbros ;
- laves massives ;
- metabasaltes et métagabbros ;
- quartzites ;
- schistes, calcaires, cipolins ;
- serpentinites.

Ensuite, les compartiments « serpentinites » et « metabasaltes et métagabbros » ont été regroupés dans un seul et même compartiment appelé « roches vertes », la surface de serpentinites étant très souvent réduite et ces formations présentant a priori des caractéristiques hydrodynamiques homogènes (cf. résultats de la phase 1, Genevier *et al.*, 2013).

Enfin, la surface cumulée ainsi que le pourcentage de chaque lithologie « simplifiée » ont été calculés par bassin versant. Cette information a ensuite été croisée avec les débits spécifiques.

Les graphiques de répartition des débits spécifiques en fonction de la surface cumulée ou du pourcentage de « roches vertes » et de « schistes et calcaires » par bassin versant (Illustration 41) mettent en évidence l'absence de corrélation entre le débit spécifique et ces deux grandes formations géologiques majoritaires.

Deux bassins versants couverts à 99 % de schistes et calcaires sortent du lot et présentent des débits spécifiques élevés de 14 et 24 l/s/km² (Illustration 41, les deux graphes schistes et calcaires de droites). Il s'agit de bassins versants de Castagniccia de tailles très petites, respectivement de 0.12 et 0.15 km², qui sont situés pour le premier sur la commune de Zalana, dans la partie haute du bassin versant de la Bravone, et pour le second sur la commune de Loreto-di-Casinca.

L'analyse de la répartition des débits spécifiques en fonction de la lithologie a également été menée pour les seuls bassins versants jaugés en 2013 afin de s'affranchir de l'influence des conditions climatiques mais cela n'a pas donné de résultats différents.

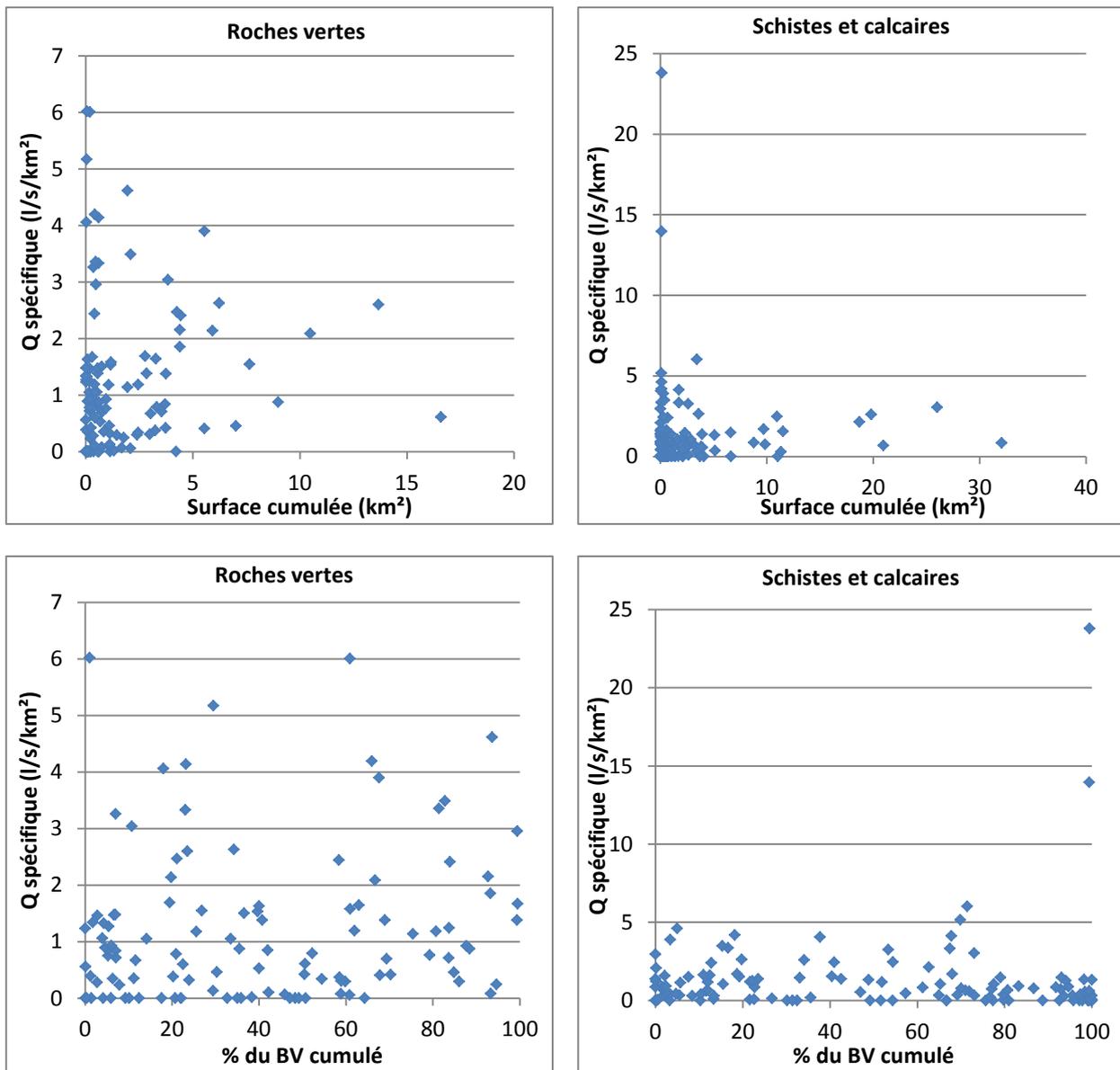


Illustration 41 : Répartition des débits spécifiques en fonction de la surface cumulée et du pourcentage de "roches vertes" et "schistes et calcaires" des bassins versants

4.6. INFLUENCE DE LA PLUVIOMETRIE

Les données de pluviométrie utilisées ici ont été acquises auprès des services de Météo-France en Corse dans le cadre de l'étude des paramètres morphoclimatiques de la Corse (Desprats, 2010).

Elles ont été fournies sous forme de fichiers texte, avec un point tous les 1000 mètres, et présentent les pluviométries annuelles moyennes calculées sur la base de trente années de mesures entre 1970 et 2000. Ces fichiers résultent d'une interpolation faite par Météo France tous les kilomètres à partir des données des stations pluviométriques réparties sur l'île, en prenant en compte l'altitude (méthode AURHELY). L'import de ces fichiers sous ArcGis pour générer un raster s'est fait en considérant des mailles de 100 mètres afin d'avoir un compromis

entre les 25 mètres de résolution du MNT IGN et les 1000 mètres séparant les points fournis par Météo France.

A partir de ce raster, la pluviométrie moyenne annuelle pour chaque bassin versant a été calculée dans Arcgis avec l'outil « statistiques zonales ».

Le graphique de répartition du débit spécifique en fonction de la pluviométrie annuelle moyenne ne met pas en évidence de corrélation entre ceux deux paramètres (Illustration 42, a).

Cette analyse a également été menée d'une part pour les seuls bassins versants dont la surface de roches vertes est supérieure à 80 % (Illustration 42, b) et d'autre part pour les seuls bassins versants dont la surface de schistes et calcaires est supérieure à 80 % (Illustration 42, c). Les graphiques ne mettent pas en évidence de tendance particulière.

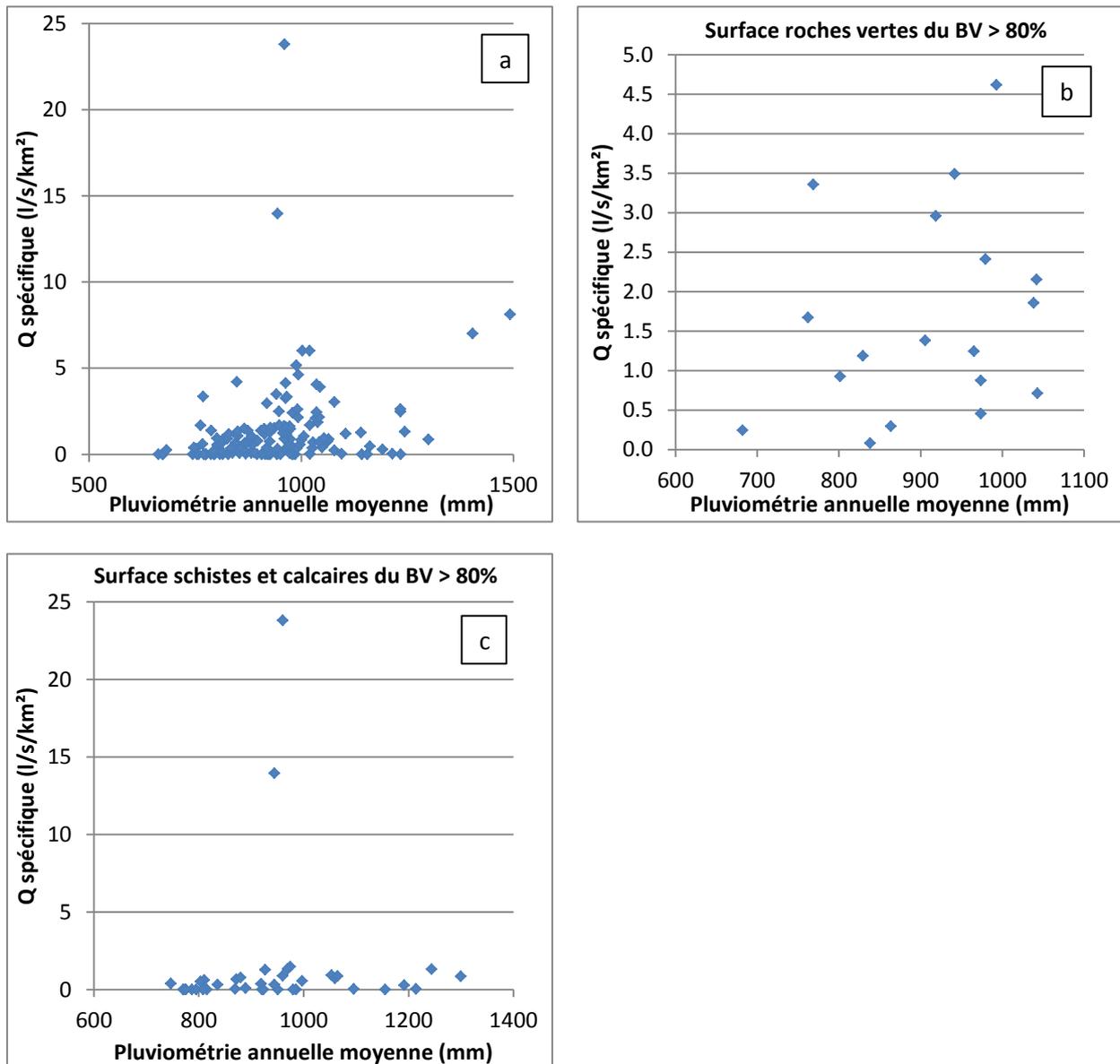


Illustration 42 : Répartition des débits spécifiques en fonction de la pluviométrie annuelle moyenne des bassins versants

L'absence de corrélation observée entre les débits spécifiques mesurés et les données de pluviométrie utilisées suggère qu'étant donnée la variabilité spatiale et temporelle des précipitations sur la zone d'étude, une mise en corrélation des débits spécifiques avec les cumuls de précipitations de l'année hydrologique en cours aurait été plus fructueuse.

4.7. INFLUENCE DE LA PENTE MOYENNE DU BASSIN VERSANT

La pente du terrain de la zone d'étude a été calculée sur Arcgis à partir du MNT de maille 25 mètres. La pente moyenne de chaque bassin versant a ensuite été calculée avec l'outil « statistiques zonales » de Spatial Analyst.

Les graphiques présentant la répartition des débits spécifiques en fonction de la pente sur l'illustration 43 ne mettent pas en évidence de corrélation entre ces paramètres, y compris pour les seuls bassins versants majoritairement composés de roches vertes (graphique b) ou majoritairement composés de schistes et calcaires (graphique c).

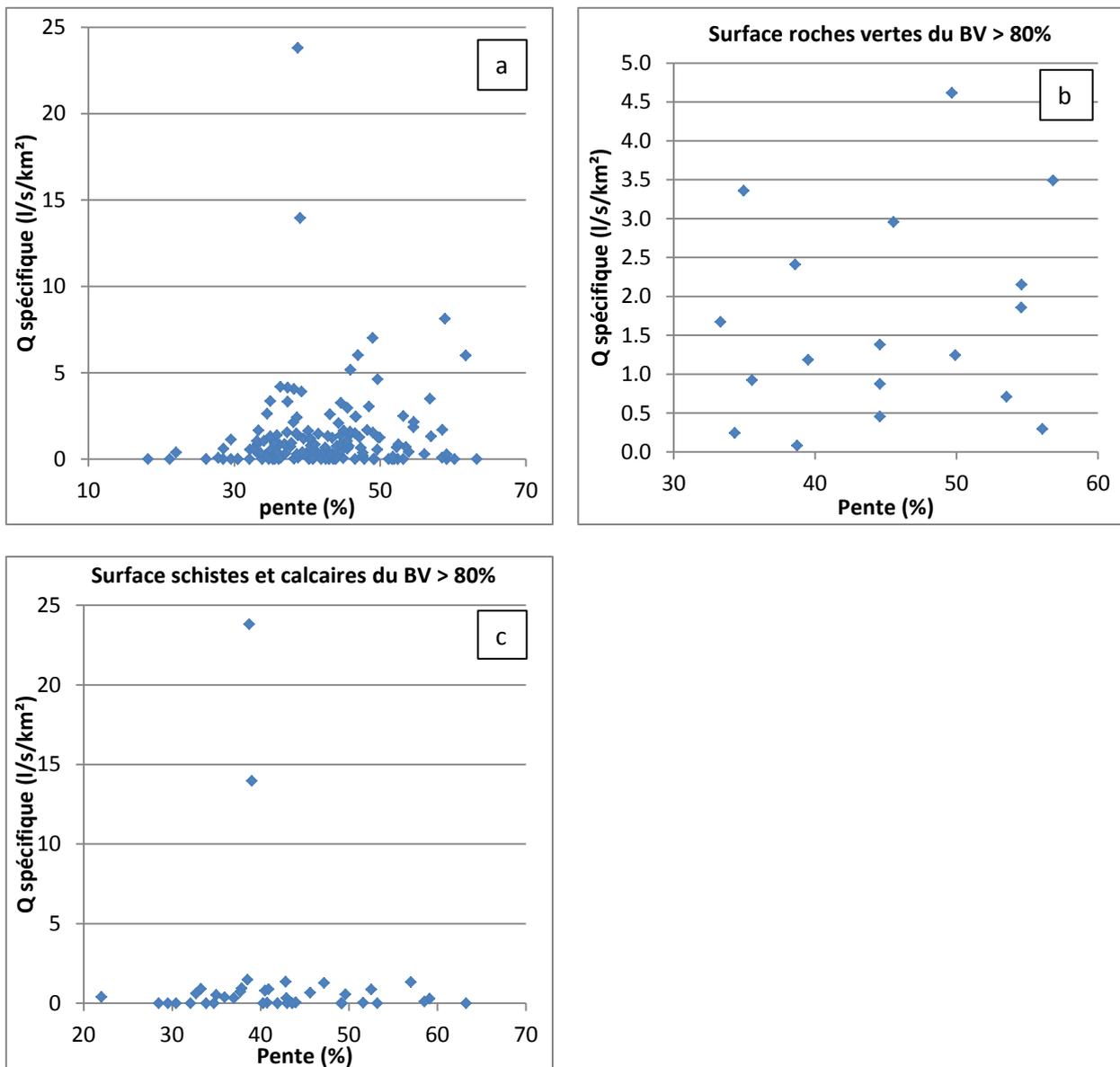


Illustration 43 : Répartition des débits spécifiques en fonction de la pente moyenne des bassins versants

L'analyse de l'influence de la géologie, de la pluviométrie annuelle moyenne et de la pente sur les débits spécifique a également été menée par taille de bassin versant avec d'une part les bassins dont la superficie est supérieure à 5 km² et d'autre part ceux dont la superficie est supérieure à 10 km² et enfin uniquement ceux dont la taille est inférieure à 2 km². Aucune corrélation particulière n'a été mise en évidence.

4.8. COMPARAISON AUX DONNEES DE FORAGES ET SOURCES

Ce chapitre décrit le travail de comparaison des débits spécifiques des bassins aux caractéristiques des forages et sources qui y sont implantés et issus de la phase 1.

4.8.1. Données de forage

Parmi les forages étudiés dans la phase 1 (Genevier *et al.*, 2013), 66 sont implantés sur des bassins versants qui ont été jaugés. Le croisement des débits spécifiques des bassins avec la profondeur de ces ouvrages ne montre aucune corrélation (Illustration 44 a).

30 forages pour lesquels des débits air-lift ont été mesurés sont implantés sur des bassins versants jaugés. Le croisement des débits spécifiques avec les débits air-lift mesurés en fin de foration montre une corrélation relative (Illustration 44 b, coefficient de détermination R² de 0.35). Il semblerait que plus le débit spécifique du bassin est élevé et plus le débit air-lift des forages a tendance à l'être également. Une importante variabilité est cependant associée à cette tendance sur la base des données disponibles et doit être discutée sur la base des incertitudes de mesure des débits. Cependant, elle est cohérente avec ce qui est attendu.

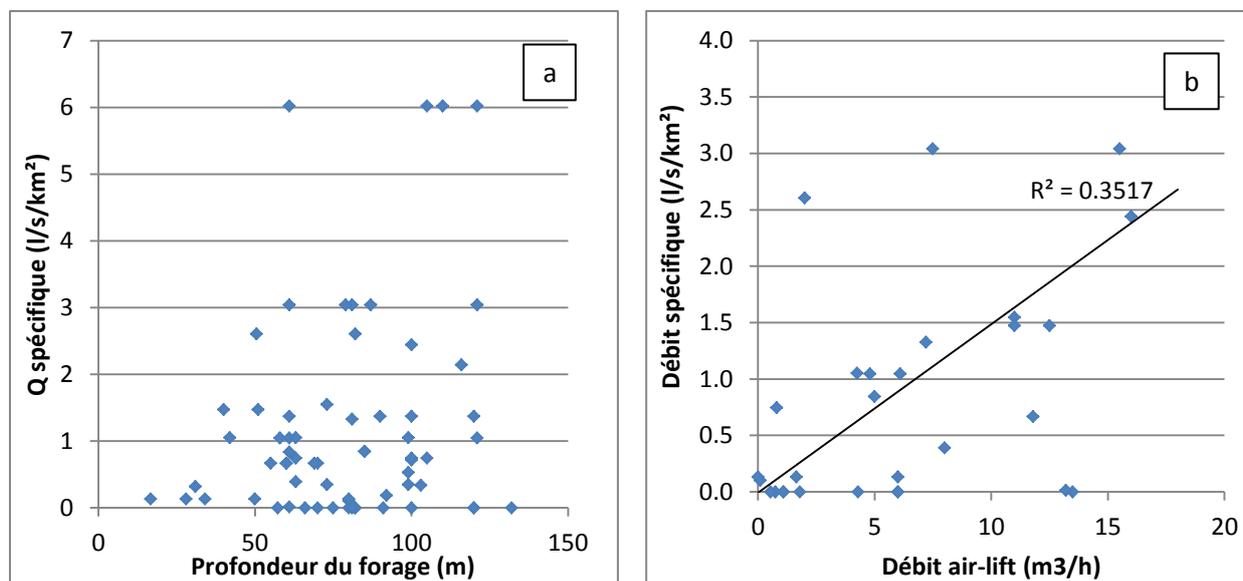


Illustration 44 : Répartition des débits spécifiques des bassins versants en fonction de la profondeur des forages qu'ils renferment (a) et de leurs débits air-lift (b)

4.8.2. Données de sources

Les débits journaliers autorisés des sources (au nombre de 103) ont été croisés avec les débits spécifiques des bassins versants (Illustration 45, a), ne mettant en évidence aucune corrélation franche.

La densité des sources sur les bassins versants jaugés a été calculée à partir du recensement des sources de la BSS et de la BD TOPO de l'IGN. Afin de ne pas comptabiliser les sources recensées dans les deux bases de données, les sources de la BD TOPO situées à moins de 100 m d'une source de la BSS ont été supprimées.

Le nombre de sources par bassin a ensuite pu être calculé pour en déduire la densité (nombre de sources divisé par la superficie du bassin). Au total, 726 sources ont été dénombrées sur 102 bassins versants.

Ce croisement (Illustration 45, b) ne révèle aucune corrélation.

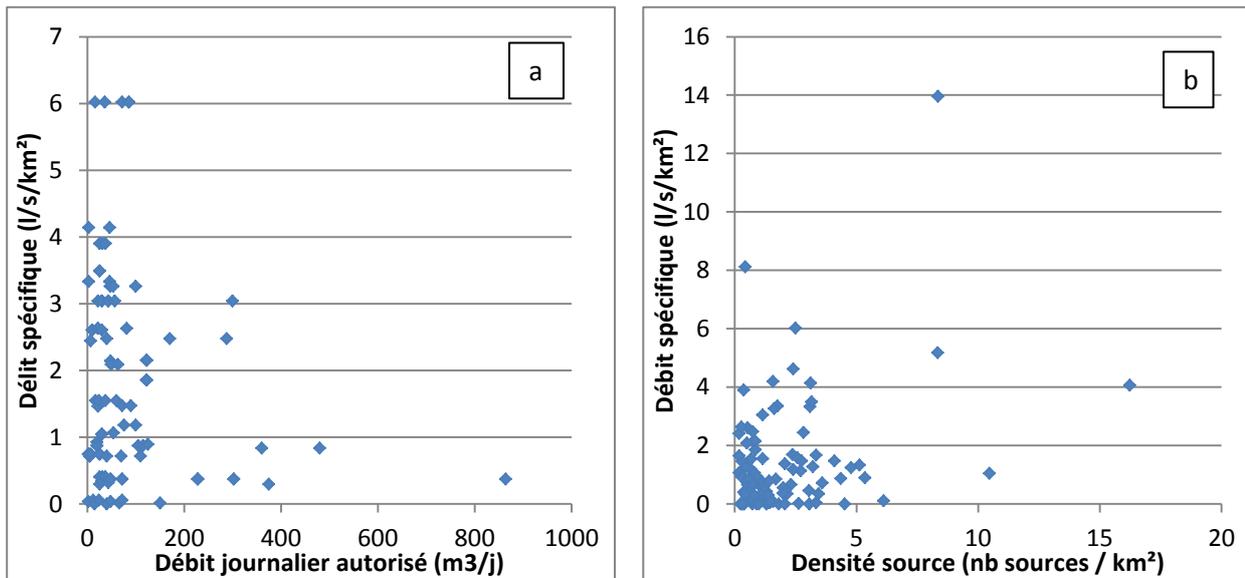


Illustration 45 : Répartition des débits spécifiques des bassins versants en fonction des débits journaliers autorisés des sources qu'ils renferment ainsi qu'en fonction de la densité des sources sur ces bassins

4.9. SYNTHÈSE SUR L'ANALYSE DU DETERMINISME DE LA CLASSE DE DÉBIT SPÉCIFIQUE DES BASSINS VERSANTS JAUGÉS

La cartographie des débits spécifiques des bassins versants jaugés de la Corse alpine présente une grande hétérogénéité dans la répartition spatiale des classes de potentialités en eau souterraine.

De nombreux croisements des données de débits spécifiques des bassins versants avec différents paramètres tels que la géologie, la pente moyenne du bassin, sa pluviométrie annuelle ou les données de forages et de sources ont été tentés mais aucun n'a mis en évidence de corrélation marquée. Seuls les débits air-lift semblent être relativement corrélés aux débits spécifiques, ce qui apparaît cohérent et pourrait constituer une piste à explorer dans le but de mieux identifier les zones favorables à l'implantation de forages.

L'absence de corrélation entre les débits spécifiques par bassin et la géologie, la pente moyenne et la pluviométrie montre l'hétérogénéité du comportement hydrogéologique des formations de la Corse Alpine. Elle limite de fait l'intérêt d'étudier le potentiel aquifère de ces formations à l'échelle globale des bassins versants. De plus, les résultats obtenus à l'aide des jaugeages différentiels, montrent que la lithologie influence directement le débit du cours d'eau à l'étiage. Ceci peut provoquer une forte variabilité du potentiel aquifère à l'intérieur d'un bassin

versant (la géologie pouvant fortement varier sur de courtes distances), que la mesure d'un débit unique par bassin ne permet pas de prendre en compte.

Par ailleurs, il convient de garder à l'esprit que la qualité des mesures réalisées peut être très variable (sections plus ou moins adaptées au jaugeage au sel), ou peut être influencée par la présence d'une ou plusieurs prises d'eau en amont. Dans le cas de cette étude, il est néanmoins considéré qu'une certaine confiance peut être attribuée aux mesures réalisées.

4.10. IDENTIFICATION ET HIERARCHISATION DES ZONES SUSCEPTIBLES DE POSSEDER DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE MOBILISABLES

Sur la base des cinq classes de débit spécifique définies et en cohérence avec la carte du potentiel en eau souterraine réalisée dans le cadre de l'étude du potentiel aquifère des formations granitiques de Corse (Frissant et al., 2010), il a été attribué une « note » à chaque classe permettant de hiérarchiser les bassins jaugés en fonction de leur potentialité à posséder des ressources en eau souterraine :

- $0 \text{ l/s/km}^2 < Q_s < 0.4 \text{ l/s/km}^2$: très faible potentialité ;
- $0.4 \text{ l/s/km}^2 < Q_s < 1 \text{ l/s/km}^2$: faible potentialité ;
- $1 \text{ l/s/km}^2 < Q_s < 2 \text{ l/s/km}^2$: potentialité moyenne ;
- $2 \text{ l/s/km}^2 < Q_s < 4 \text{ l/s/km}^2$: bonne potentialité ;
- $Q_s > 4 \text{ l/s/km}^2$: très bonne potentialité.

La cartographie résultante (qui représente la traduction directe en termes de potentialité des classes de débits présentés à l'illustration 40) est présentée dans l'illustration 46.

Afin d'affiner cette cartographie, la classification proposée a été complétée par les informations tirées des jaugeages différentiels et des résultats de la phase 1 de l'étude (Genevier *et al.*, 2013). Ces travaux ont montré que les formations de schistes et calcaires présentent une perméabilité variable, en lien avec les formations hétérogènes qu'elles englobent (bancs de cipolins et calcschistes pouvant être sujets à dissolution pouvant augmenter leur perméabilité et schistes très peu perméables). Cette hétérogénéité est traduite sur la cartographie finale (Illustration 47) par l'intégration d'une couche supplémentaire de « potentialité variable », signalée par des hachures sur les zones correspondant à ces formations. En outre, si l'approche à l'échelle globale n'a pas permis de mettre en évidence une corrélation significative entre la pluie annuelle et une mesure unique sur un bassin versant, la grande hétérogénéité des situations observée à l'aide des jaugeages différentiels permet d'expliquer une partie de cette absence de corrélation. Il est resté cependant logique de considérer que les secteurs où la pluviométrie est la plus élevée risquent de présenter une potentialité en eau souterraine supérieure, pour peu qu'ils contiennent des formations susceptibles de la stocker. Ainsi, une seconde couche complémentaire pointant les zones à pluviométrie élevée (supérieure à 1000 mm) a été ajoutée à la cartographie du potentiel aquifère (Illustration 47).

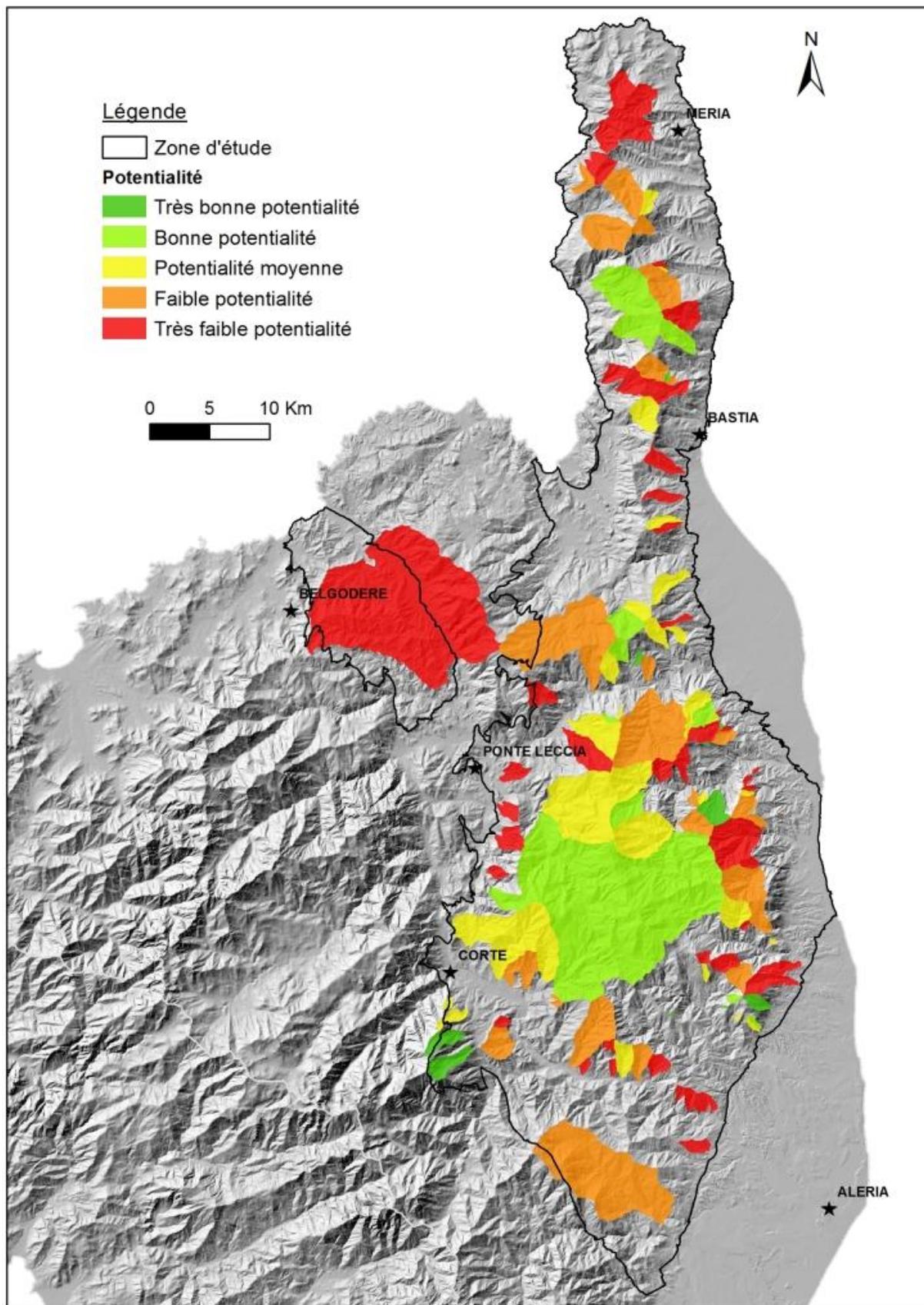


Illustration 46 : Carte de l'estimation du potentiel en eau souterraine de la Corse alpine par bassin versant.

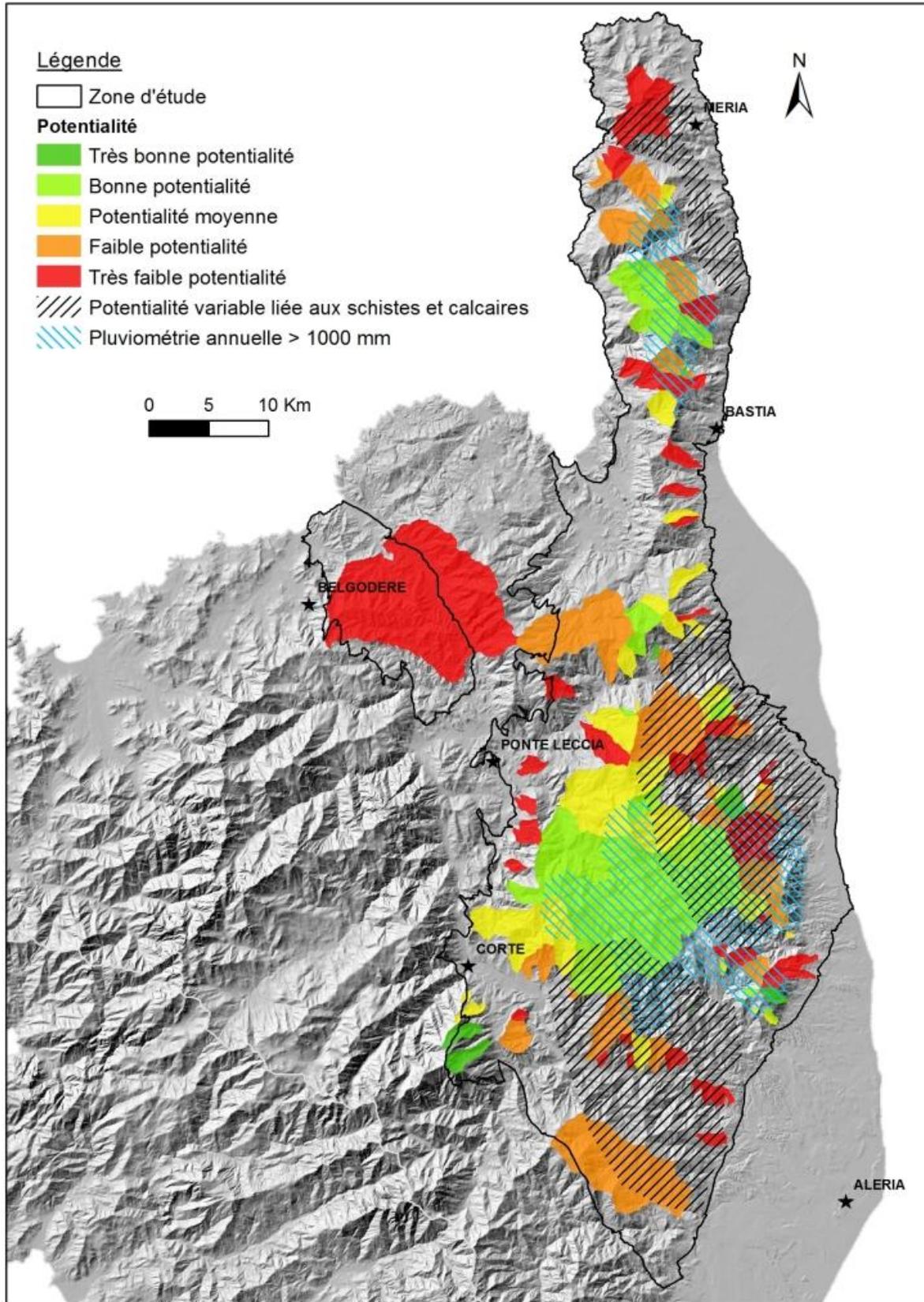


Illustration 47 : Carte du potentiel en eau souterraine de la Corse alpine par bassin versant complété des zones de potentialité variable et de la pluviométrie.

L'ensemble de ces informations a été synthétisée afin de proposer une première cartographie du potentiel en eau souterraine de la Corse alpine (Illustration 48).

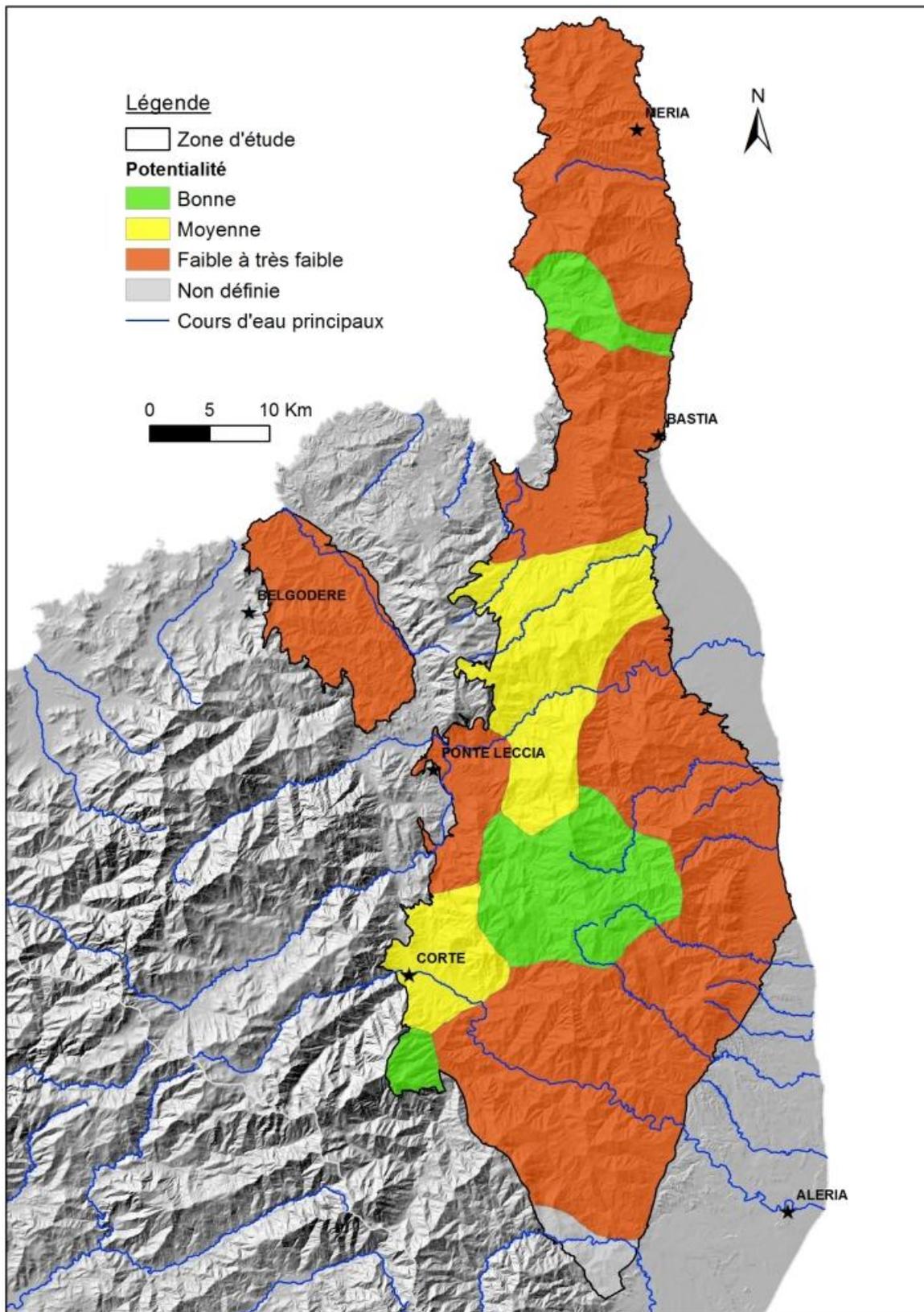


Illustration 48 : Proposition de carte du potentiel aquifère de la Corse alpine

5. Conclusions et perspectives

Les objectifs de la présente étude étaient d'une part d'améliorer la compréhension du rôle de la lithologie et de la tectonique dans la circulation des eaux souterraines dans les formations métamorphiques alpines de Corse et d'autre part de réaliser une première cartographie du potentiel aquifère de ces formations.

La réalisation d'une campagne de jaugeages différentiels sur cinq bassins versants de la zone d'étude a permis de mettre en évidence l'influence de la géologie, et en particulier la lithologie, sur les variations de débit au fil des cours d'eau. Ces variations se traduisent dans les conductivités hydrauliques minimales estimées.

Ainsi, les formations issues du cortège ophiolitique telles que les gabbros, les metabasaltes ou les serpentinites présentent des conductivités hydrauliques minimales très proches comprises entre 1.10^{-8} et 2.10^{-8} m/s. Cette homogénéité des valeurs traduit la présence d'aquifères fissurés au fonctionnement plus « classique » à rapprocher des massifs de granitoïdes. Les conductivités hydrauliques minimales des formations de schistes et calcaires présentent a contrario une certaine variabilité, pouvant varier d'un rapport de 1 à 5 et être supérieure à celles des formations ophiolitiques. Ces observations traduisent le caractère hétérogène et compartimenté des aquifères qui se développent dans les formations de schistes et calcaires. Les passages plus carbonatés (bancs de cipolins, calcschistes, calcaire marmoréen) peuvent être le siège de phénomènes de dissolution qui augmentent localement la perméabilité de la formation. Cette hétérogénéité implique également l'existence de bassins souterrains différents des bassins de surface dans ces formations.

Des campagnes de jaugeage de l'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude ont été mises en œuvre, permettant d'élaborer une cartographie des débits spécifiques de l'ensemble des bassins versant jaugés. A partir des connaissances acquises sur le fonctionnement hydrogéologique des formations de la Corse alpine, les débits spécifiques ont pu être extrapolés afin de pouvoir proposer une première cartographie de la hiérarchisation du potentiel en eau souterraine de la Corse alpine.

L'étude du fonctionnement hydrogéologique des formations métamorphiques alpines serait à poursuivre par l'amélioration de la connaissance, de la répartition et de la caractérisation des émergences qui constituent des ressources indispensables pour l'alimentation en eau potable. Ce travail permettrait d'identifier des sources non exploitées qui pourraient l'être. Ce travail d'inventaire revêt également un intérêt patrimonial.

D'autres axes de développement sont proposés :

- l'étude du fond hydrogéochimique de la Corse (Cary et al., 2013) a mis en évidence la présence d'un fond géochimique naturel élevé en antimoine et nickel dans les eaux souterraines du Cap-Corse en particulier. Bien que la présence et l'occurrence de ces éléments traces dans les aquifères exploités pour l'alimentation en eau potable soient suivies via les contrôles sanitaires de l'ARS sur les captages, la présence de ces métaux dans les points d'eau destinés à d'autres usages (domestiques, agricoles, etc.) n'est pas connue. Une cartographie fine de la présence des métaux lourds dans les aquifères de la Corse alpine permettrait de mieux gérer la ressource en eau et ses usages ;

- l'hydrothermalisme présent dans les formations de la Corse alpine (et en particulier dans la Castagniccia) pourra également être étudié afin d'améliorer la compréhension de ces hydrosystèmes particuliers dans le but d'améliorer la gestion des gisements déjà exploités (Orezza) et de développer l'utilisation des sources qui ne le sont pas.

6. Bibliographie

Boussinesq J. (1903) – Sur un mode simple d'écoulement des nappes d'eau d'infiltration à lit horizontal, avec rebord vertical tout autour lorsqu'une partie de ce rebord est enlevée depuis la surface jusqu'au fond. Comptes Rendus l'Académie des Sciences 137: 5–11.

Boussinesq J. (1904) – Recherches théoriques sur l'écoulement des nappes d'eau infiltrées dans le sol et sur le débit des sources. Journal de Mathématiques Pures et Appliquées 10: 5–78, 363–394.

Caritg S., coll. Lahondère D., Rossi P. (2009) – Carte géologique harmonisée du département de la Haute-Corse. Rapport BRGM/RP-57748-FR, 438 p., 30 ill., 3 pl. hors texte.

Desprats J.F. (2010) – Analyse statistique de paramètres morphologiques et climatiques sur les bassins versants de la Corse – Mise en place du SIG au niveau régional. Rapport de synthèse RP-58567-FR, 35 p., 20 ill..

Dewandel B, Lachassagne P, Bakalowicz M, Weng P, Al-Malki A. (2003) – Evaluation of aquifer thickness using recession hydrographs analysis. Application to the Oman ophiolite hard rock aquifer. Journal of Hydrology 274: 248–269.

Dewandel B, Lachassagne P, Qatan A (2004) – Spatial measurements of stream baseflow a relevant methodology for aquifer characterization and permeability evaluation. Application to a hard-rock aquifer, the Oman ophiolite. Hydrol Process 18:3391–3400.

Frissant N., Lacquement F., Caballero Y., Vittecoq B. (2010) Cartographie de la ressource potentielle en eau souterraine dans le socle granitique de la Corse. BRGM/RP-58258-FR.

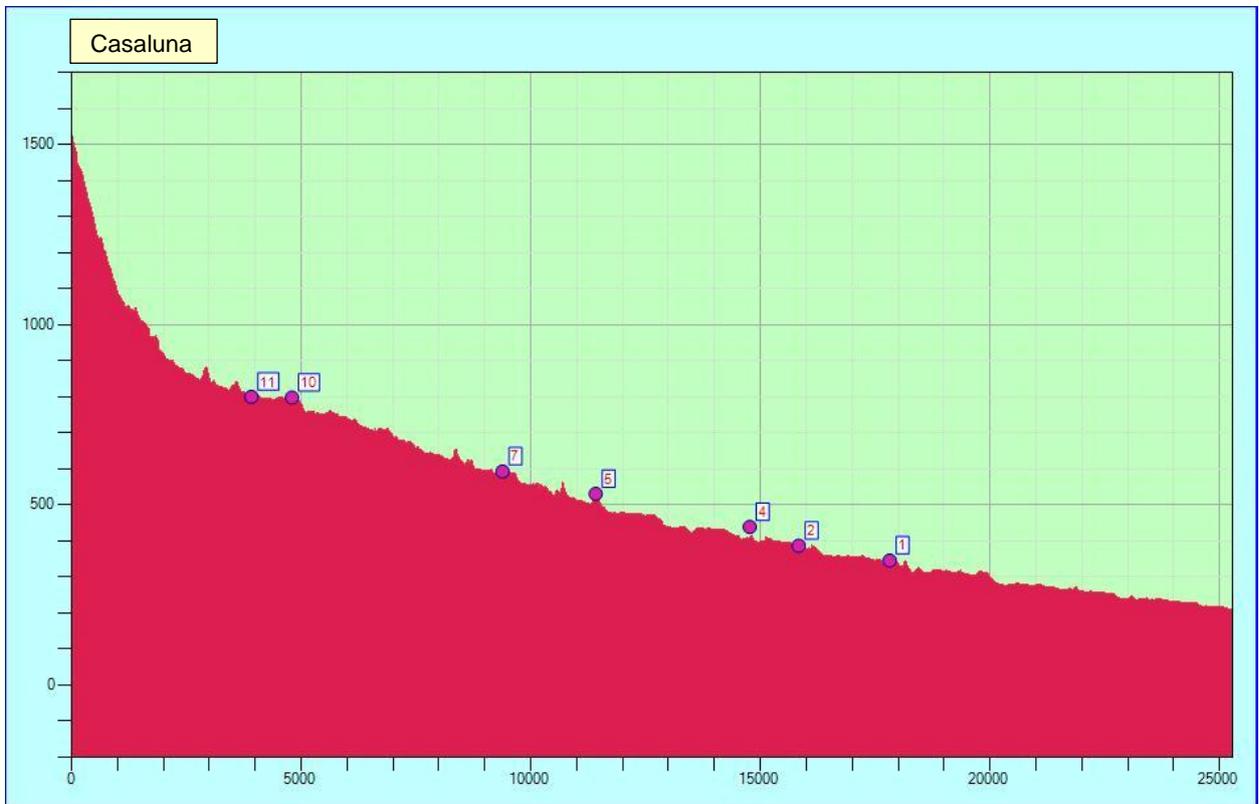
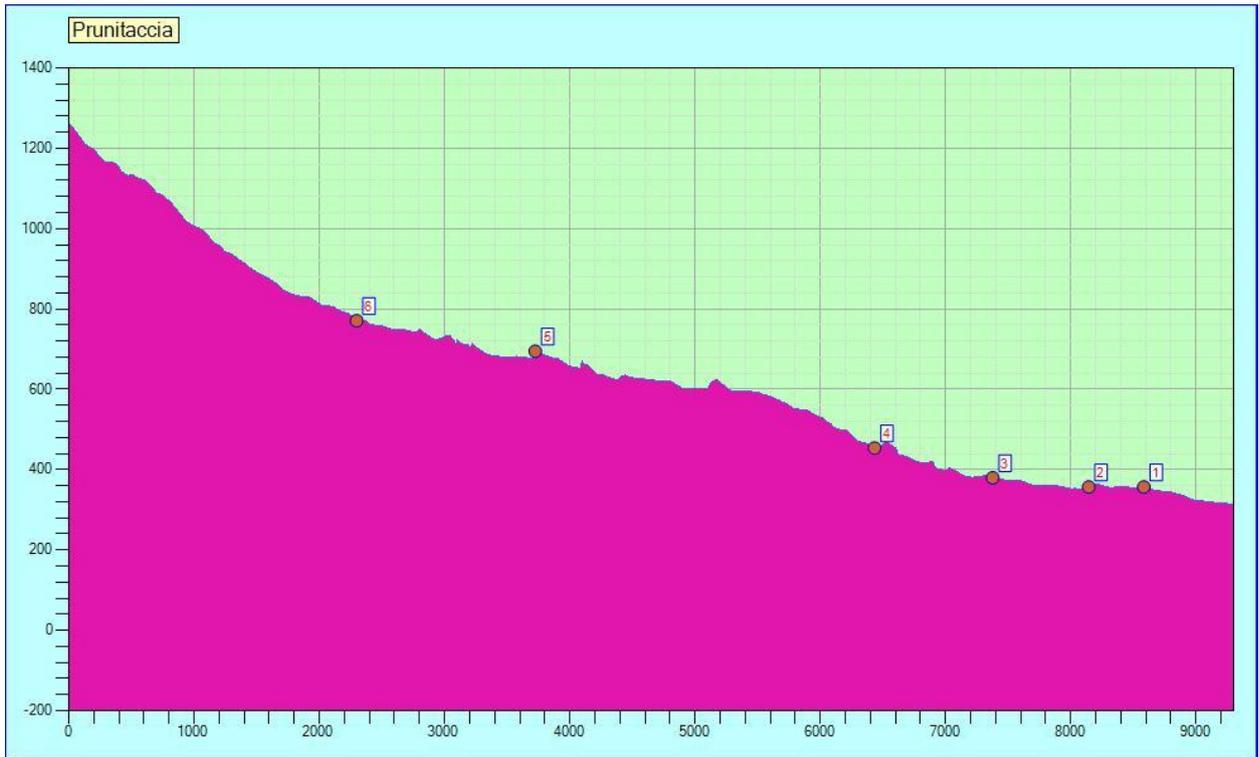
Genevier M. (2013) – Etude environnementale détaillée du site minier de Matra (Haute-Corse). Volet hydrogéologie. Rapport final. BRGM/RP-62413-FR, 99 p., 32 ill., 4 ann.

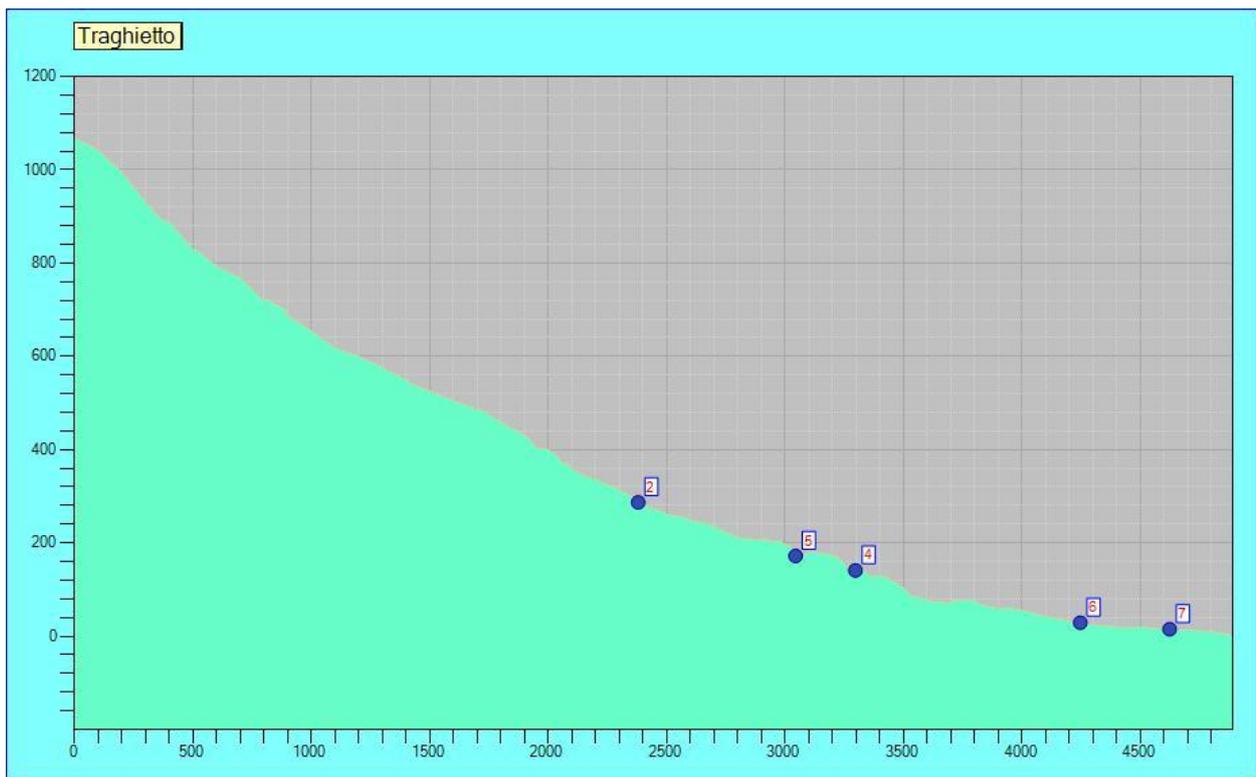
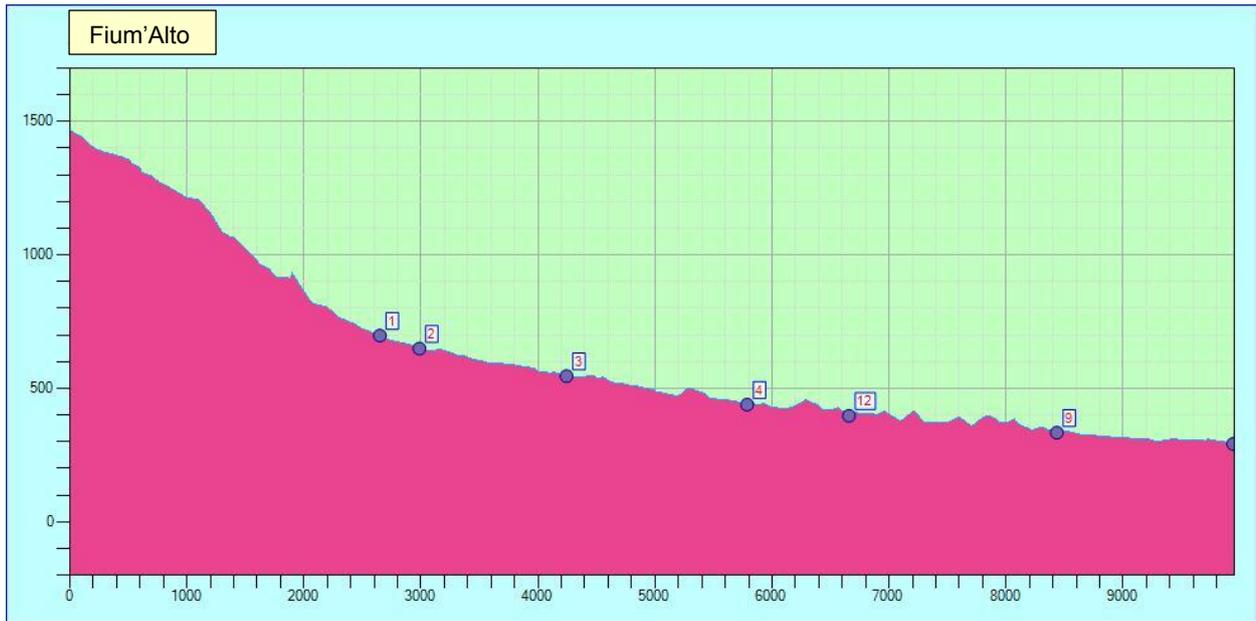
Genevier M., Frissant N., Allanic C., Wyns R., Coulon A., coll. B. Dewandel, B. Ladouche et J.J. Seguin (2013) – Ressource en eau souterraine dans les formations métamorphiques alpines de Corse. Phase 1 : Schéma hydrogéologique conceptuel préliminaire. BRGM/RP-62985-FR, 233 p., 129 ill., 6 ann.

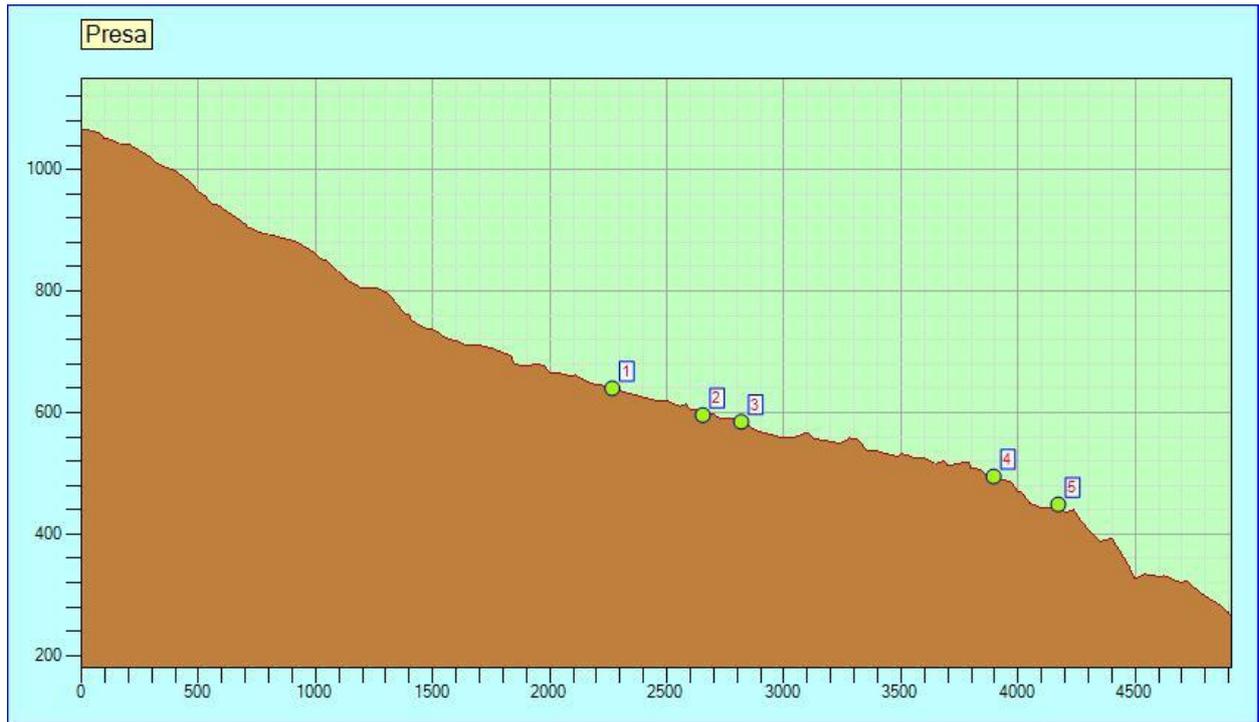
Lenck P.P. (1970) – Etude géologique des terrains métamorphiques de la Bravone. Thèse, Pétrographie. Faculté des Sciences de Clermont.

Annexe 1

Profils en long des rivières jaugées lors de la campagne 2014







Annexe 2

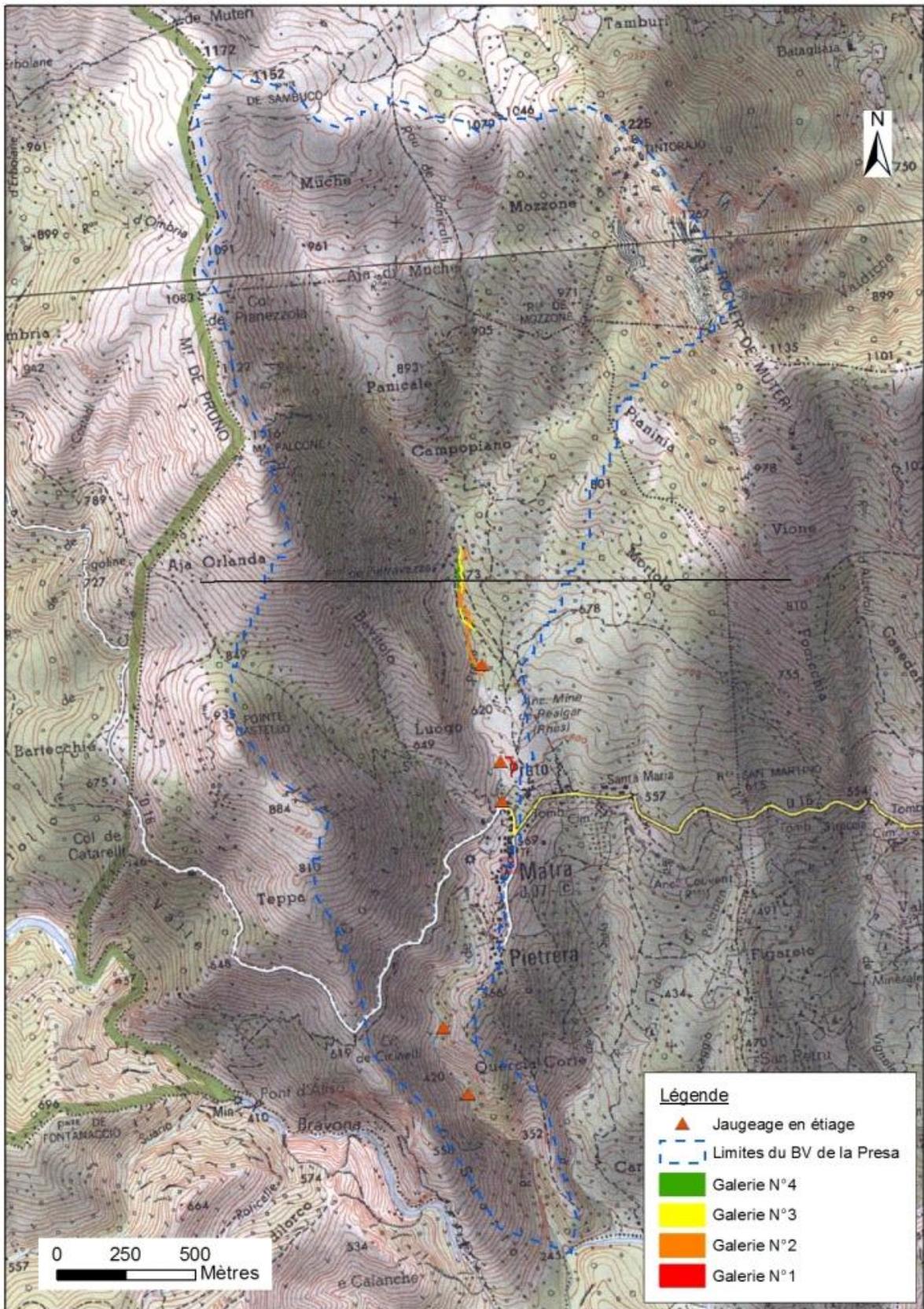
Données des jaugeages différentiels réalisés pendant l'été 2014

Le détail des différentes injections réalisées est présenté dans le tableau. Les débits écrits en rouge sont des injections jugées de mauvaise qualité. Le débit retenu correspond à la moyenne des injections réussies. L'écart-type est calculé sur les injections réussies. Le calcul de l'erreur correspond à l'écart-type sur le débit moyen.

Bassin versant	Sites	Date	Méthode	Jaugeages au sel - injections				Débit retenu (l/s)	Ecart-type	% erreur
				Inj 1	Inj 2	Inj 3	Inj 4			
Traghietto	Source de la Glacière	04/09/2014	Sel	17.16	16.79	17.85		17.27	0.54	3.1%
	Site 2	04/09/2014	Sel	4.20	2.01	2.33	2.18	2.17	0.16	7.4%
	Site 5	04/09/2014	Sel	7.34	7.35		7.58	7.42	0.14	1.9%
	Site 4	04/09/2014	Sel	7.23	7.66	8.10		7.67	0.44	5.7%
	Site 6	04/09/2014	Sel	8.19	6.68	7.59	6.76	7.13	0.65	9.1%
	Site 7	04/09/2014	Sel	4.86	4.17			4.51	0.48	10.7%
Casaluna	Site 11	28/08/2014	Sel	18.11	16.24	16.65		16.45	0.29	1.8%
	Site 10	28/08/2014	Sel	19.03	20.59			19.81	1.11	5.6%
	Site 7	28/08/2014	Sel	45.83	32.47	43.88		40.73	7.21	17.7%
	Site 5	28/08/2014	Sel	83.40	60.27			71.83	16.36	22.8%
	Site 4	28/08/2014	Sel	72.82	60.94	82.22	75.44	60.94		
	Site 2	27/08/2014	Sel	68.09	67.26	69.21		68.19	0.98	1.4%
	Site 1	27/08/2014	Sel	79.70	60.42	73.64	64.30	66.12	6.79	10.3%
Fium'Alto	Site 1	02/09/2014	Sel	4.08	3.30	4.40		4.24	0.23	5.3%
	Site 2	02/09/2014	Sel	11.06	11.43	11.30		11.26	0.19	1.7%
	Site 3	02/09/2014	Sel	18.34	20.98			19.66	1.87	9.5%
	Site 4	02/09/2014	Sel	30.88	31.87	30.12		30.96	0.88	2.8%
	Site 12	03/09/2014	Sel	40.87	220.29	40.06	41.76	40.89	0.85	2.1%
	Site 9	03/09/2014	Sel	59.35	55.11	57.92	54.59	56.74	2.27	4.0%
	Site 5	03/09/2014	Sel	89.23	93.46	92.84		91.84	2.28	2.5%
Prunitaccia	Site 6	27/08/2014	Seau					4.45	0.17	3.8%
	Site 5	26/08/2014	Sel	5.92	5.77	5.96		5.88	0.10	1.7%
	Site 4	26/08/2014	Sel	5.45	6.05	5.98		5.83	0.33	5.7%
	Site 3	26/08/2014	Sel	10.65	9.64			10.14	0.71	7.0%
	Site 2	27/08/2014	Sel	9.29	10.11			9.70	0.58	6.0%
	Site 1	26/08/2014	Sel	26.83	25.50			26.16	0.94	3.6%
Presa	Site 1	29/08/2012	Sel	3.85	3.87			3.86	0.02	0.5%
	Site 2	29/08/2012	Sel	4.70	4.82			4.76	0.09	1.9%
	Site 3	29/08/2012	Sel	5.70	5.25			5.48	0.31	5.7%
	Site 4	28/09/2012	Sel	8.64	8.44	8.63		8.57	0.11	1.3%
	Site 5	28/09/2012	Sel	9.61	9.50			9.56	0.08	0.8%
Luri	Site 2	05/09/2014	Sel	0.43	0.58	0.57	0.54	0.56	0.02	3.8%
	Site 3	05/09/2014	Sel	0.75	0.68	0.89	0.96	0.82	0.13	15.4%

Annexe 3

Carte de localisation des anciens travaux miniers du bassin versant de la Presa et des jaugeages différentiels réalisés à l'été 2012



Annexe 4

Données des jaugeages réalisés pendant les étiages 2012 et 2013

Concernant les jaugeages réalisés par dilution du sel :

Le détail des différentes injections réalisées est présenté dans le tableau. Les débits écrits en rouge sont des injections jugées de mauvaise qualité. Le débit retenu correspond à la moyenne des injections réussies. L'écart-type est calculé sur les injections réussies. Le calcul de l'erreur correspond à l'écart-type sur le débit moyen.

Cours d'eau	Date jaugeage	Méthode	Jaugeages au sel - injections				Débit retenu (l/s)	Ecart-type	% erreur
			Inj 1	Inj 2	Inj 3	Inj 4			
Rau d'Arega	12/08/2013	Sel	10.25	10.13	10.27		10.20	0.10	1.0%
Rivière d'Olmata	12/08/2013	Sel	31.78	31.43	32.66		31.96	0.63	2.0%
L'Acqua Tignese	12/08/2013	Sel	1.32	1.40	1.52		1.52		
Torrent de San Gavino	13/08/2013	Sel	3.86	4.51			4.19	0.46	11.1%
Rau de Canneto	13/08/2013	Sel	1.14	1.00	1.10	1.15	1.13	0.02	2.2%
Rau de Noceto	13/08/2013	Sel	2.81	5.43	2.60	2.74	2.67	0.10	3.8%
Rau de Puretello	13/08/2013	Sel	9.80	8.82			8.82		
Rau de Volta	13/08/2013	Sel	2.24	2.19			2.22	0.04	1.6%
Affluent Casaluna	13/08/2013	Visuelle					0.00		
Affluent Casaluna	13/08/2013	Sel	0.48	0.40	0.49		0.46	0.05	10.5%
Rau de Prunitaccio	13/08/2013	Sel	39.99	48.23			44.11	5.83	13.2%
La Casaluna	13/08/2013	Sel	125.09	151.36			151.36		
Rau de Valliccone	13/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Malfiadone	13/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Felce	13/08/2013	Visuelle					0.25		
Rau de Campo	13/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Coticcio	13/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Sumano	13/08/2013	Sel	17.74	10.60	9.94	10.12	10.22	0.34	3.3%
Rau de Casa Murella	14/08/2013	Sel	13.00	11.97	12.84		12.60	0.55	4.4%
Rau d'Acqua Fredda	14/08/2013	Sel	2.59	4.52			2.59		
Rau de Maltempu	14/08/2013	Sel	2.21	2.41	1.91		1.91		
Rau de Mazzone	14/08/2013	Seau					0.47		
Rau de Vergalone	14/08/2013	Seau					0.90		
Rau de Bistuglio	14/08/2013	Sel	10.97				10.97		
Rau de Santa Lucia	14/08/2013	Sel	22.59	18.30	19.44		18.87	0.81	4.3%
Rau de Levatoio	14/08/2013	Seau					1.10		
Rau d'Alzeda	14/08/2013	Seau					2.70		
Rau de Taola	14/08/2013	Sel	31.90	24.89	26.92		25.91	1.44	5.5%
Rau de Pietre Turchine	19/08/2013	Sel	5.70	9.21	6.29		5.70		
Rau de Terranella	20/08/2013	Sel	1.17	1.25			1.21	0.06	4.8%
Rau de Pettilargo	20/08/2013	Sel	0.87	0.78	0.95		0.86	0.09	10.1%
Rau de Rosajo	20/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Limone	20/08/2013	Sel	9.02	9.99	10.64		9.51	0.68	7.2%
Rau de Torcelle	20/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau d'Ombrone	20/08/2013	Sel	4.12	3.84	3.64		3.86	0.24	6.3%
Rau de Castellare	20/08/2013	Sel	10.20	10.15			10.18	0.03	0.3%
Rau de Campettine	20/08/2013	Sel	2.86	3.14	3.02		3.01	0.14	4.6%
Rau de Zincajo	20/08/2013	Sel	88.73	63.88	61.07		63.88		
Rau de Campo di Mazza	20/08/2013	Visuelle					0.10		
Rau de Buena Notte	20/08/2013	Visuelle					0.25		
Rau de Sonnente	20/08/2013	Sel	1.30	1.46	1.33	1.53	1.41	0.11	7.6%
Rau de Zecche	20/08/2013	Sel	0.67	0.75	0.76	0.84	0.78	0.05	6.4%
Rivière d'Alistro	20/08/2013	Visuelle					1.50		
Rau de Javinelle	21/08/2013	Sel	2.40	2.53			2.47	0.09	3.8%

Cours d'eau	Date jaugeage	Méthode	Jaugeages au sel - injections				Débit retenu (l/s)	Ecart- type	% erreur
			Inj 1	Inj 2	Inj 3	Inj 4			
Rau de Castelluccia	21/08/2013	Visuelle					1.00		
Rau de Piedimurelli	21/08/2013	Visuelle					0.20		
Rau de Minuto	21/08/2013	Sel	47.96	36.92			36.92		
Rau de Figamellare	21/08/2013	Sel	2.87	2.74			2.80	0.09	3.3%
Rau de Rosajo	21/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Castagne Salite	21/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Tromba	21/08/2013	Visuelle					0.25		
Rau de Suarte	21/08/2013	Seau					0.10		
Rau de Vaccherucci	21/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau d'Acqua Viva	21/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Finochietta	21/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Campo di Vindico	21/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Campo di Vindico	21/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Valle Allo Pero	21/08/2013	Visuelle					0.00		
Le Bevinco	22/08/2013	Sel	10.19	19.61			20.00		
Le Fium Alto	23/08/2013	Sel	115.20	101.57			108.38	9.64	8.9%
Rau de Polveroso	23/08/2013	Sel	30.35	24.12			24.12		
Rau Forcione	23/08/2013	Visuelle					0.25		
Rau de Molaghina	23/08/2013	Sel	9.54	12.33			12.33		
Rau Suare Calle	23/08/2013	Sel	1.03	0.71	0.87		0.79	0.11	14.1%
Rau de Pozzo Bianco	23/08/2013	Sel	15.32	16.68			16.00	0.96	6.0%
Rau de Forcione	23/08/2013	Sel	0.70				0.70		
Rau d'Isola	23/08/2013	Sel	2.23	2.24			2.24	0.01	0.5%
Rau de Navacchi	23/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Rivaldo	23/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Migliarine	23/08/2013	Visuelle					0.50		
Rau de la Fontaine	23/08/2013	Sel	1.47	1.72	1.71		1.72	0.01	0.7%
Rau de Vignole	23/08/2013	Sel	0.58	0.78	0.78		0.78	0.00	0.0%
Rau de Suaracce	23/08/2013	Sel	0.22	0.23	0.29		0.26	0.04	15.9%
Rau de Forciali	23/08/2013	Sel	0.56	0.67			0.62	0.08	12.8%
Rau Volta	26/08/2013	Sel	0.39	0.61			0.50	0.16	31.4%
Rau de Padula	26/08/2013	Sel	3.09	1.79			1.79		
Rau de Salginco	27/08/2013	Visuelle					0.00		
Rivière l'Ostriconi	27/08/2013	Visuelle					0.00		
Rau de Lagani	27/08/2013	Visuelle					0.00		
Le Tagnone	04/09/2013	Sel	37.88	40.15	43.29	44.41	43.85	0.79	1.8%
Rau de Chiosura	04/09/2013	Sel	9.29	9.44	10.01		9.58	0.38	3.9%
Rivière de Bravona	04/09/2013	Sel	69.46	48.42	45.13	50.52	47.82	3.81	8.0%
Rau de Lupinaghio	04/09/2013	Sel	1.55	1.79	1.58		1.67	0.17	10.3%
Rau de Macinajo	05/09/2013	Sel	9.74	8.39	8.77		8.58	0.27	3.2%
Rau de Cipetto	05/09/2013	Sel	2.58	3.05	3.75	3.38	3.56	0.26	7.3%
Rau de Novella	05/09/2013	Sel	0.81	0.57	0.74	0.53	0.53		
Rau de Casacconi	05/09/2013	Sel	16.92	17.76			17.34	0.60	3.4%
Rau de l'Onda	05/09/2013	Sel	28.07	29.83	12.57		28.95	1.24	4.3%

Cours d'eau	Date jaugeage	Méthode	Jaugeages au sel - injections				Débit retenu (l/s)	Ecart- type	% erreur
			Inj 1	Inj 2	Inj 3	Inj 4			
Rau de Felicione	05/09/2013	Sel	8.45	12.29	12.91	13.03	12.74	0.40	3.1%
Rivière d'Alesani	05/09/2013	Sel	2.77	3.05	2.97		2.93	0.14	4.8%
Rau de Poggiolo	27/08/2012	Seau					3.11		
Affluent de Rau de Poggiolo	27/08/2012	Seau					1.87		
Affluent de Rau de Poggiolo	27/08/2012	Visuelle					0.20		
Rau de Grigione	27/08/2012	Sel	1.56				1.56		
Rau de Corbaia	28/08/2012	Visuelle					0.25		
Rau de Sant'Agata	28/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau de Bonmartino	28/08/2012	Visuelle					0.10		
Rau de Guadone	28/08/2012	Sel	3.02	3.06			3.04	0.03	1.0%
Ravin de l'Ombria	28/08/2012	Visuelle					0.10		
Rau de Mormorana	28/08/2012	Sel	1.74	1.88			1.81	0.10	5.6%
Rau de Ciavattone	28/08/2012	Sel	4.90	3.63			4.90		
Rau de Macinajo	28/08/2012	Sel	10.86	10.39			10.63	0.33	3.1%
Rau de Sant'Antonio	28/08/2012	Visuelle					0.05		
Rau Morese	29/08/2012	Sel	0.56	0.66			0.61	0.07	10.9%
Rau de Querciolo	29/08/2012	Visuelle					0.05		
Affluent Rau de Querciolo	29/08/2012	Sel	3.71	3.48			3.59	0.16	4.4%
Rau d'Ocagnano	29/08/2012	Visuelle					0.10		
Rau de San Pancrazio	29/08/2012	Visuelle					1.50		
Rau d'Ortale	29/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau de Chiaraggio	29/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau Boronces	29/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau Vignola	29/08/2012	Visuelle					0.50		
Fiume d'Olmo	29/08/2012	Sel	2.20	1.79			1.99	0.29	14.7%
Rau de Figareto	29/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau de Trappola	30/08/2012	Visuelle					1.00		
Rau d'Acqua Bona	30/08/2012	Visuelle					0.05		
Rau de Petrignani	30/08/2012	Sel	3.25	3.41			3.33	0.11	3.4%
Rau de Trappola	30/08/2012	Visuelle					0.05		
Rivière de Bucatoggio	30/08/2012	Sel	7.42	8.20			8.20		
Rau de Prunello	30/08/2012	Seau					1.65		
Rau de Suliciani	30/08/2012	Seau					0.36		
Rau de Picchio	30/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau Vignale	31/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau de Tulleria	31/08/2012	Sel	11.81	6.71			6.71		
Rivière d'Alesani	31/08/2012	Sel	78.53	49.88			49.88		
Rau de Spiscia	31/08/2012	Visuelle					0.65		
Rau de Filetta	31/08/2012	Sel	3.12	3.17			3.14	0.03	1.0%
Fium'Albino	21/08/2012	Sel	8.18	8.93			8.55	0.53	6.2%
Rau de Gioielli	23/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau d'Arega	27/08/2012	Sel	8.29	9.21			8.75	0.65	7.4%
Rau de Meria	23/08/2012	Visuelle					0.00		

Cours d'eau	Date jaugage	Méthode	Jaugeages au sel - injections				Débit retenu (l/s)	Ecart- type	% erreur
			Inj 1	Inj 2	Inj 3	Inj 4			
Rau Pianu di Fiume	21/08/2012	Sel	0.98	0.81			0.81		
Affluent de Guadillu di Lapidanu	25/08/2012	Visuelle					1.50		
Guadillu di Lapidanu	25/08/2012	Seau					0.32		
Rau de Sisco	25/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau de Belli Forci	23/08/2012	Visuelle					1.00		
Rau Traghietto	27/08/2012	Sel	1.95	2.16			2.06	0.15	7.3%
Rau de Panchelle	21/08/2012	Seau					0.20		
Rau de Fichetu	23/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau de Filetta	23/08/2012	Visuelle					0.00		
Rau de Luri	24/08/2012	Sel	0.75	0.68			0.72	0.05	6.6%
Rau de Furcone	24/08/2012	Sel	4.02	3.50			3.76	0.37	9.7%
Rau de Furcone	22/08/2012	Couranto					8.90		
Rau de Misinco	24/08/2012	Sel	2.89	3.23			3.06	0.24	7.9%
RiviPre d'Olmata	22/08/2012	Sel	3.22	3.42			3.32	0.15	4.4%
Rau de Muligna	25/08/2012	Sel	0.76	0.72			0.74	0.03	3.5%
Rau d'Olmo	25/08/2012	Seau					0.90		
Rau de Porcili	25/08/2012	Sel	11.04	12.78			11.91	1.23	10.4%
Rau de Sorbinca	23/08/2012	Visuelle					0.10		
Rau de Vallonga	23/08/2012	Visuelle					1.00		
U Guadu Grande	22/08/2012	Couranto					32.80		

Annexe 5

Débits spécifiques des bassins versants jaugés pendant les étiages 2012 et 2013

Nom cours d'eau	Débit (l/s)	Superficie du BV (km ²)	Débit spécifique (l/s/km ²)
Ruisseau de Poggiolo	3.00	4.2	0.7
Affluent de Ruisseau de Poggiolo	1.90	0.3	6.0
Affluent de Ruisseau de Poggiolo	0.20	0.5	0.4
Ruisseau de Grigione	1.56	5.1	0.3
Ruisseau de Corbaia	0.25	3.7	0.1
Ruisseau de Sant'Agata	0.00	2.4	0.0
Ruisseau de Bonmartino	0.10	1.2	0.1
Ruisseau de Guadone	3.04	2.0	1.5
Ravin de l'Ombria	0.10	1.3	0.1
Ruisseau de Mormorana	1.81	1.4	1.3
Ruisseau de Ciavattone	4.90	4.1	1.2
Ruisseau de Macinajo	10.63	2.6	4.1
Ruisseau de Sant'Antonio	0.05	0.1	0.4
Ruisseau Morese	0.61	0.5	1.3
Ruisseau de Querciolo	0.05	3.4	0.0
Affluent Ruisseau de Querciolo	3.59	0.2	23.8
Ruisseau d'Ocagnano	0.10	0.3	0.3
Ruisseau de San Pancrazio	1.50	1.7	0.9
Ruisseau d'Ortale	0.00	0.2	0.0
Ruisseau de Chiaraggio	0.00	0.5	0.0
Ruisseau Boronces	0.00	0.4	0.0
Ruisseau Vignola	0.50	0.5	1.0
Fiume d'Olmo	1.99	2.8	0.7
Ruisseau de Figareto	0.00	0.0	0.0
Ruisseau de Trappola	1.00	1.1	0.9
Ruisseau d'Acqua Bona	0.05	1.4	0.0
Ruisseau de Petrignani	3.33	12.1	0.3
Ruisseau de Trappola	0.05	1.2	0.0
Rivipre de Bucatoggio	8.20	9.6	0.9
Ruisseau de Prunello	1.65	3.6	0.5
Ruisseau de Suliciani	0.36	0.2	1.5
Ruisseau de Picchio	0.00	2.8	0.0
Ruisseau Vignale	0.00	0.5	0.0
Ruisseau de Tulleria	6.71	5.1	1.3
Rivière d'Alesani	49.88	20.2	2.5
Ruisseau de Spiscia	0.65	2.8	0.2
Ruisseau de Filetta	3.14	3.4	0.9
Fium'Albino	8.55	5.2	1.6
Ruisseau de Gioielli	0.00	5.6	0.0
Ruisseau d'Arega	8.75	4.7	1.9
Ruisseau de Meria	0.00	6.8	0.0
Ruisseau Pianu di Fiume	0.82	2.8	0.3
Affluent de Guadillu di Lapidanu	1.50	1.7	0.9
Guadillu di Lapidanu	0.32	0.2	1.6
Ruisseau de Sisco	0.00	0.5	0.0
Ruisseau de Belli Forci	1.00	1.2	0.8
Ruisseau Traghetto	2.06	5.5	0.4

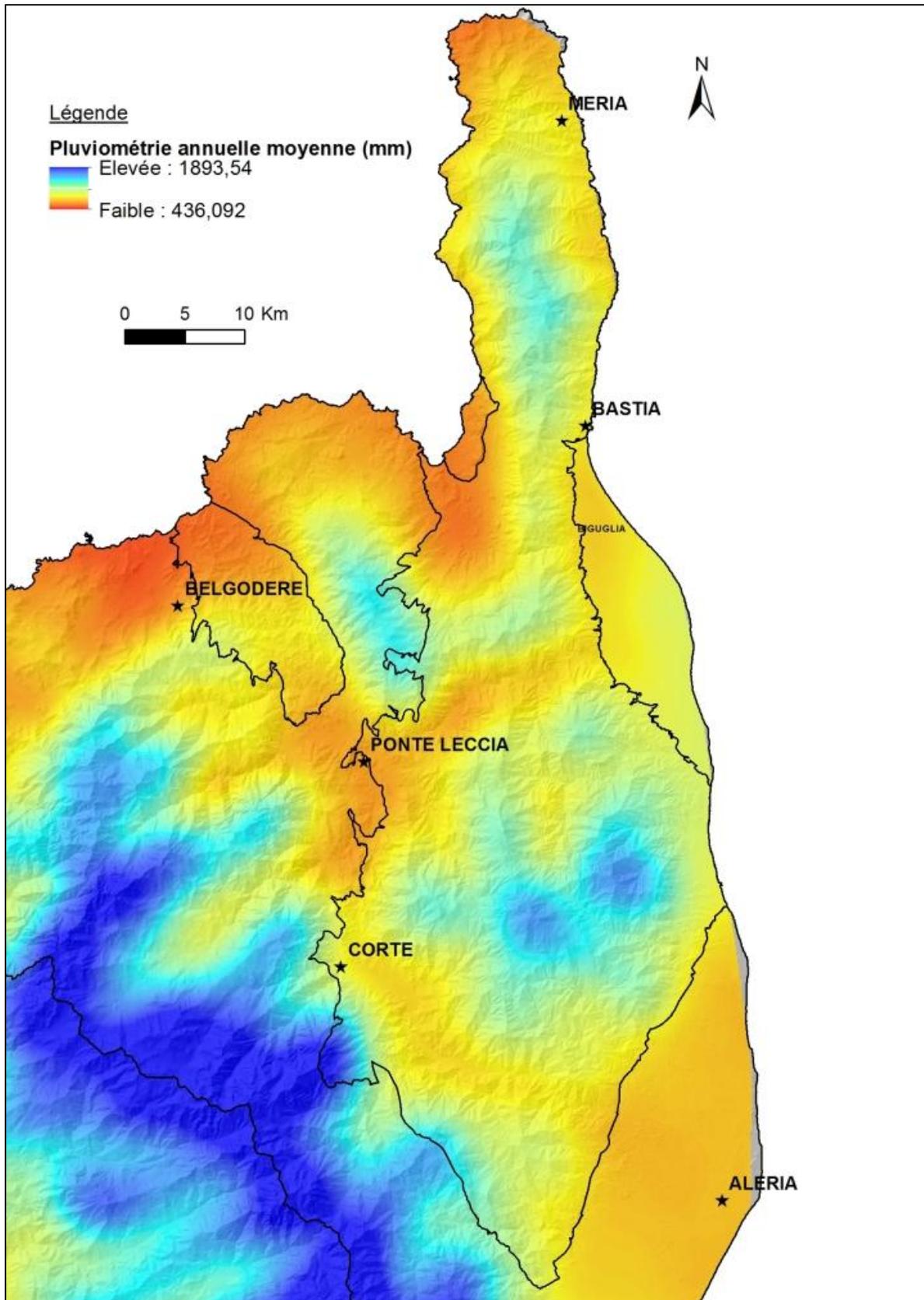
Nom cours d'eau	Débit (l/s)	Superficie du BV (km ²)	Débit spécifique (l/s/km ²)
Ruisseau de Panchelle	0.20	3.4	0.1
Ruisseau de Fichetu	0.00	1.2	0.0
Ruisseau de Filetta	0.00	4.1	0.0
Ruisseau de Luri	0.71	2.4	0.3
Ruisseau de Furcone	3.76	8.3	0.5
Ruisseau de Furcone	8.90	10.2	0.9
Ruisseau de Misinco	3.06	1.9	1.6
Rivibre d'Olmata	3.32	8.2	0.4
Ruisseau de Muligna	0.74	1.1	0.7
Ruisseau d'Olmo	0.90	1.2	0.8
Ruisseau de Porcili	5.00	6.3	0.8
Ruisseau de Sorbinca	0.10	1.0	0.1
Ruisseau de Vallonga	1.00	1.1	0.9
u Guadu Grande	32.80	15.7	2.1
Ruisseau de Pietre Turchine	5.70	4.1	1.4
Ruisseau de Macinajo	8.60	2.6	3.3
Torrent de San Gavino	4.51	2.9	1.5
Ruisseau de Canneto	1.12	1.9	0.6
Ruisseau de Noceto	2.67	0.6	4.2
Ruisseau de Puretello	8.82	2.5	3.5
Ruisseau de Cipetto	3.60	3.0	1.2
Ruisseau de Volta	2.22	5.3	0.4
Ruisseau de Novella	0.50	3.8	0.1
Ruisseau de Casa Murella	12.60	9.2	1.4
Ruisseau d'Acqua Fredda	2.59	7.4	0.3
Ruisseau de Maltempu	1.91	0.6	3.4
Ruisseau de Mazzone	0.50	0.3	1.7
Ruisseau de Casacconi	17.34	26.0	0.7
Ruisseau de Vergalone	0.90	1.7	0.5
Affluent Casaluna	0.00	0.8	0.0
Affluent Casaluna	0.46	1.9	0.2
Ruisseau de Prunitaccio	44.11	28.5	1.5
La Casaluna	151.36	58.1	2.6
Ruisseau de Valliccone	0.00	1.0	0.0
Ruisseau de Malfiadone	0.00	1.1	0.0
Ruisseau de Felce	0.25	1.4	0.2
Ruisseau de Campo	0.00	1.1	0.0
Ruisseau de Coticcio	0.00	2.8	0.0
Ruisseau de Sumano	10.22	4.1	2.5
Ruisseau de Bistuglio	10.97	10.3	1.1
Ruisseau de Santa Lucia	18.87	15.3	1.2
Ruisseau de Terranella	1.21	2.2	0.5
Ruisseau de Levatoio	1.10	0.6	1.7
Ruisseau d'Alzeda	2.70	2.1	1.3
Ruisseau de Taola	25.91	3.7	7.0
Ruisseau de Javinelle	2.47	3.8	0.7

Nom cours d'eau	Débit (l/s)	Superficie du BV (km ²)	Débit spécifique (l/s/km ²)
Ruisseau de Castelluccia	1.00	1.5	0.7
Ruisseau de Piedimurelli	0.20	1.0	0.2
Ruisseau de Minuto	36.92	4.5	8.1
Le Tagnone	43.90	52.4	0.8
Ruisseau de Pettilargo	0.86	2.2	0.4
Ruisseau de Rosajo	0.00	0.3	0.0
Ruisseau de Limone	9.51	12.8	0.7
Ruisseau de Torcelle	0.00	0.8	0.0
Ruisseau d'Ombrone	3.86	3.7	1.1
Ruisseau de Figamellare	2.80	3.6	0.8
Ruisseau de Rosajo	0.00	0.2	0.0
Ruisseau de Castagne Salite	0.00	0.4	0.0
Ruisseau de Tromba	0.25	0.8	0.3
Ruisseau de Suarte	0.10	2.6	0.0
Ruisseau de Vaccherucci	0.00	0.7	0.0
Ruisseau d'Acqua Viva	0.00	1.4	0.0
Ruisseau de Finochietta	0.00	0.3	0.0
Ruisseau de Campo di Vindico	0.00	0.4	0.0
Ruisseau de Campo di Vindico	0.00	1.1	0.0
Ruisseau de Valle Allo Pero	0.00	0.6	0.0
Ruisseau de Castellare	10.18	7.0	1.5
Ruisseau de Campettine	3.01	3.3	0.9
Ruisseau de Zincajo	63.88	29.9	2.1
Ruisseau de Campo di Mazza	0.10	0.2	0.5
Ruisseau de Buena Notte	0.25	0.4	0.6
Ruisseau de Sonnente	1.41	0.5	3.0
Ruisseau de Zecche	0.78	0.6	1.4
Rivière d'Alistro	1.50	4.7	0.3
Ruisseau de Chiosura	9.60	2.1	4.6
Le Bevinco	20.00	32.8	0.6
Ruisseau de Felicione	12.74	5.3	2.4
Rivière d'Alesani	2.93	2.6	1.1
Le Fium Alto	108.38	35.6	3.0
Ruisseau de Polveroso	24.12	14.3	1.7
Ruisseau Forcione	0.25	2.7	0.1
Ruisseau de Molaghina	12.33	8.4	1.5
Ruisseau de l'Onda	28.95	4.8	6.0
Ruisseau Suare Calle	0.79	0.6	1.3
Ruisseau de Pozzo Bianco	16.00	4.9	3.3
Ruisseau de Forcione	0.70	0.9	0.8
Ruisseau d'Isola	2.24	4.0	0.6
Ruisseau de Navacchi	0.00	0.8	0.0
Ruisseau de Rividaldo	0.00	0.3	0.0
Ruisseau de Migliarine	0.50	1.4	0.3

Nom cours d'eau	Débit (l/s)	Superficie du BV (km²)	Débit spécifique (l/s/km²)
Ruisseau Volta	0.50	0.1	4.1
Ruisseau de la Fontaine	1.72	0.7	2.4
Ruisseau de Vignole	0.78	0.7	1.2
Rivière de Bravona	47.80	18.2	2.6
Ruisseau de Lupinaghio	1.67	0.1	14.0
Ruisseau de Suaracce	0.26	0.2	1.2
Ruisseau de Forciali	0.62	0.1	5.2
Ruisseau de Lagani	0.00	36.6	0.0
Ruisseau d'Arega	10.20	4.7	2.2
Rivière d'Olmata	31.96	8.2	3.9
Rivière l'Ostriconi	0.00	67.7	0.0
Ruisseau de Salginco	0.00	26.0	0.0
L'Acqua Tignese	1.52	4.5	0.3

Annexe 6

Carte de la pluviométrie annuelle moyenne de la Corse établie à partir des données de 1970 à 2000





Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Corse

Immeuble Agostini

Zone industrielle de Furiani

20600 – Bastia – France

Tél. : 04 95 58 04 33