BUREAU D'ETUDES HYDROGEOLOGIQUES
SPECIALISE EN MESURES SUR LES FORAGES

IDEES EAUX

20, rue Paul Gauguin
39170 SAINT-LUPICIN (France)
Tél : +33(0) 3.84.42.07.08 | Fax : +33(0) 4.75.47.63.02
Mail : contact39@ideeseaux.com
Site internet : www.ideeseaux.com

Syndicat d'Eau Potable Bresse Dombes Saône

Place de l'Hôtel de Ville

01990 SAINT TRIVIER SUR MOIGNANS

Campagne de prospection géophysique sur le plateau de la Dombes
Panneaux de résistivité



Mars 2022

Rapport d'intervention
Réf. affaire : Ju2021103

Sommaire

1. PREAMBULE 6

1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE ET OBJECTIFS 6
1.2. DESCRIPTION DES TRAVAUX REALISES 6

2. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE 8

3. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE 12

4. GENERALITES SUR LE MATERIEL GEOPHYSIQUE UTILISE ET LE TRAITEMENT DES DONNEES 16

4.1. PRINCIPE DE LA METHODE 16
4.2. MOYENS MATERIELS 17
4.3. TYPE D'ACQUISITION 18
4.5. TRAITEMENT DES DONNEES 18
4.6. DONNEES UTILISEES POUR L'INTERPRETATION 19

5. DEROULEMENT DES MESURES 20

6. RESULTATS ET INTERPRETATIONS 21

6.1. PROFIL 1 21
6.1.1. Implantation du profil 21
6.1.2. Interprétation des données 22
6.2. PROFIL 2 24
6.2.1. Implantation du profil 24
6.2.2. Interprétation des données 25
6.3. PROFIL 3 27
6.3.1. Implantation du profil 27
6.3.2. Interprétation des données 28
6.4. PROFIL 4 30
6.4.1. Implantation du profil 30
6.4.2. Interprétation des données 31
6.5. PROFIL 5 33
6.5.1. Implantation du profil 33
6.5.2. Interprétation des données 35
6.6. PROFIL 6 38
6.6.1. Implantation du profil 38
6.6.2. Interprétation des données 40
6.7. PROFIL 7 43
6.7.1. Implantation du profil 43
6.7.1. Interprétation des données 44
6.8. PROFIL 8 47
6.8.1. Implantation du profil 47
6.8.1. Interprétation des données 48
6.9. PROFIL 9 50
6.9.1. Implantation du profil 50
6.9.1. Interprétation des données 50
6.10. PROFIL 10 53
6.10.1. Implantation du profil 53

6.10.1. Interprétation des données 55
6.11. PROFIL 11 58
6.11.1. Implantation du profil 58
6.11.1. Interprétation des données 58

7. BILAN DES RESULTATS DE GEOPHYSIQUE 61

8. ANALYSE MULTICRITERE POUR LA HIERARCHISATION DES ZONES D'INTERET 64

8.1. ANALYSE MULTICRITERE PAR PONDERATION 65
8.1.1. Critère n°1 : La transmissivité de l'aquifère 65
8.1.1. Critère n°2 : L'épaisseur de la couverture aquifère 67
8.1.1. Critère n°3 : Concentration en nitrate 69
8.1.1. Critère n°4 : Pression polluante 71
8.1.1. Critère n°5 : L'épaisseur de l'aquifère 73
8.1.2. Prédétermination des zones favorables pour l'eau potable 75
8.2. VERIFICATION DE LA HIERARCHISATION DES FORAGES DE RECONNAISSANCE PAR RAPPORT A D'AUTRES CRITERES 77
8.2.1. Environnement : Zones protégées (Natura 2000, Znieff) et urbanisées 77
8.2.2. Piézométrie couplée au potentiel d'infiltration des sols (IDPR) 79
8.2.3. Occupation du sol corrélée à la zone d'infiltration principale 79
8.2.4. Impact sur les cours d'eau 79
8.2.5. Impact sur les forages exploités existants 80
8.3. HIERARCHISATION FINALE ET PROPOSITION D'EMPLACEMENTS, DES FORAGES DE RECONNAISSANCE 84

Liste des figures

FIGURE 1 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE SUR FOND IGN 9
FIGURE 2: LOCALISATION DES PROFILS SUR FOND SATELLITE 10
FIGURE 3 : LOCALISATION DES PROFILS SUR FOND IGN 11
FIGURE 4 : CARTE GEOLOGIQUE AU 50 000EME 14
FIGURE 5 : COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATISEE DES SERIES PRESENTES DANS NOTRE ZONE D'ETUDE 15
FIGURE 6 : PRINCIPE DE LA METHODE D'ACQUISITION DE RESISTIVITE ELECTRIQUE 16
FIGURE 7 : ABEM TERRAMETER ET BOBINES QUI ONT SERVI A L'ACQUISITION DES MESURES 17
FIGURE 8 : IMPLANTATION DU PROFIL 1 21
FIGURE 9 : PARTIE OUEST DU PROFIL 1 23
FIGURE 10 : PARTIE EST DU PROFIL 1 23
FIGURE 11 : IMPLANTATION DU PROFIL 2 24
FIGURE 12 : PROFIL 2 26
FIGURE 13 : IMPLANTATION DU PROFIL 3 27
FIGURE 14 : PROFIL 3 29
FIGURE 15 : IMPLANTATION DU PROFIL 4 30
FIGURE 16 : PROFIL 4 PARTIE OUEST 32
FIGURE 17 : PROFIL 4 PARTIE EST 32
FIGURE 18 : IMPLANTATION DU PROFIL 5 34
FIGURE 19 : PROFIL 5 PARTIE OUEST 36
FIGURE 20 : PROFIL 5 PARTIE CENTRALE 36
FIGURE 21 : PROFIL 5 PARTIE EST AVEC UNE ECHELLE DE RESISTIVITE DE 0 A 120 OHM.M 37
FIGURE 22 : PROFIL 5 PARTIE EST 37
FIGURE 23 : IMPLANTATION DU PROFIL 6 39
FIGURE 24 : PROFIL 6 PARTIE OUEST 41
FIGURE 25 : PROFIL 6 PARTIE OUEST AVEC UNE ECHELLE DE RESISTIVITE DE 0 A 150 OHM.M 41
FIGURE 26: PROFIL 6 PARTIE EST 42
FIGURE 27 : PROFIL 6 PARTIE CENTRALE 42
FIGURE 28 : IMPLANTATION DU PROFIL 43
FIGURE 29 : PROFIL 7 PARTIE NORD 45
FIGURE 30 : PROFIL 7 PARTIE NORD AVEC UNE ECHELLE DE RESISTIVITE DE 0 A 150 OHM.M 45
FIGURE 31 : PROFIL 7 PARTIE SUD AVEC UNE ECHELLE DE RESISTIVITE DE 0 A 150 OHM.M 46
FIGURE 32 : PROFIL 7 PARTIE SUD 46
FIGURE 33 : IMPLANTATION DU PROFIL 8 47
FIGURE 34 : PROFIL 8 49
FIGURE 35 : IMPLANTATION DU PROFIL 9 50
FIGURE 36 : PROFIL 9 52
FIGURE 37 : IMPLANTATION DU PROFIL 10 54
FIGURE 38 : PROFIL 10 PARTIE OUEST AVEC UNE ECHELLE DE RESISTIVITE DE 0 A 150 OHM.M 56
FIGURE 39 : PROFIL 10 PARTIE OUEST 56
FIGURE 40 : PROFIL 10 PARTIE EST 57
FIGURE 41 : PROFIL 10 PARTIE CENTRALE 57
FIGURE 42 : IMPLANTATION DU PROFIL 11 58
FIGURE 43 : PROFIL 11 60
FIGURE 44 : ZONES D'INTERET MAJEUR DES DEUX PHASES D'ACQUISITIONS 63
FIGURE 45 : CARTE DU CRITERE DE TRANSMISSIVITE DE L'AQUIFERE DES CAILLOUTIS 66
FIGURE 46 : CARTE DU CRITERE EPAISSEUR DE LA COUVERTURE DE L'AQUIFERE 68

FIGURE 47 : CARTE DU CRITERE CONCENTRATION EN NITRATE 70
FIGURE 48 : CARTE DU CRITERE PRESSIONS POLLUANTES 72
FIGURE 49 : CARTE DU CRITERE EPAISSEUR DE L'EPAISSEUR DE L'AQUIFERE 74
FIGURE 50 : CARTE RESULTANT DE L'ANALYSE MULTICRITERES 76
FIGURE 51 : CARTE DES ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX 78
FIGURE 52 : CARTE PIEZOMETRIQUE ET DE L'INFILTRATION DES SOLS AU NIVEAU DES PIEZOMETRES 81
FIGURE 53 : OCCUPATION DU SOL COUPLEE A LA ZONE D'INFILTRATION PREFERENTIELLE QUI ALIMENTE POTENTIELLEMENT LES FUTURS PIEZOMETRES 82
FIGURE 54 : CARTE DES OUVRAGES PRESENTS SUR LA ZONE INSPECTEE 83
FIGURE 54 : LOCALISATION DES FORAGES DE RECONNAISSANCE PROPOSES 86

1. Préambule

1.1. Contexte de l'étude et objectifs

Actuellement la ressource des cailloutis de la Dombes permet d'alimenter quelques 130 000 habitants répartis sur les communes dombistes. Les communes en périphérie des cailloutis ne devraient pas connaître d'importants déficits quantitatifs d'après les projections de consommations utilisées. Cependant ces communes sont souvent mono-ressource et ne possèdent donc pas de solution de secours en cas de pollution de leur ressource.

Dans ce cadre l'aquifère des cailloutis de la Dombes apparaît comme une solution intéressante de secours. La différence altimétrique du plateau de la Dombes avec les grandes agglomérations des vallées alluviales permettrait même d'envisager une interconnexion gravitaire. La nappe des cailloutis de la Dombes présente donc un intérêt stratégique pour la production d'eau potable actuelle et future pour les communes Dombistes. Elle présente également un potentiel important pour l'alimentation d'eau future des communes limitrophes en recherche de diversification de leurs ressources.

Le syndicat d'eau potable Bresse Dombes Saône qui désire donc développer ses ressources pour subvenir aux besoins en eau potable futur des collectivités a missionné notre bureau d'étude pour réaliser une campagne de prospection grâce aux méthodes de résistivité électrique.

1.2. Description des travaux réalisés

Le principe de la prospection géophysique est de déterminer, à partir de mesures effectuées depuis la surface du sol, les variations spatiales des propriétés de conductivité électrique du sous-sol, afin d'en déduire des indications sur la nature et la géométrie d'un aquifère potentiel. Dans ce cadre, la tomographie de résistivité électrique constitue un moyen d'investigation non-destructif pour améliorer la compréhension de la disposition des formations géologiques.

La première phase d'acquisition des données est composée de 6 profils globalement orientés Est-ouest. Leurs longueurs sont comprises entre 4 et 9 km, pour un total de 40,15 km. La première phase d'acquisition s'est déroulée entre le 17 janvier et le 18 février 2022.

A la suite d'une réunion avec le syndicat, il a été convenu d'organiser une seconde campagne d'acquisition. Cette phase est elle composée de 5 profils dont 3 sont orientés Nord-

Sud et 2 Est-Ouest. Leurs longueurs sont comprises entre 3 et 6,7 km, pour un total de 22,43 km. Cette seconde phase d'acquisition s'est déroulée entre le 28 Mars et le 14 Avril 2022

Ce présent rapport présente les données et rend compte des interprétations pour les deux campagnes d'acquisition.

2. Localisation géographique

La zone d'étude est située sur la partie occidentale du plateau de la Dombes (01), environ 15 kilomètres au sud de Macon. Cette zone s'étend elle-même sur environ 15 kilomètres vers le sud (**Figure 1**). Elle est contrainte à l'Ouest par la Saône et à l'Est par la D936.

Comme on l'observe sur la **Figure 2** et la **Figure 3,** les profils de la première phase d'acquisition sont tracés suivant un axe globalement Est-ouest. Ceux de la seconde phase viennent compléter les données avec trois profils d'axe Nord-Sud et deux autre à nouveau Est-Ouest. Ils ont été réalisés principalement sur des accotements routiers.

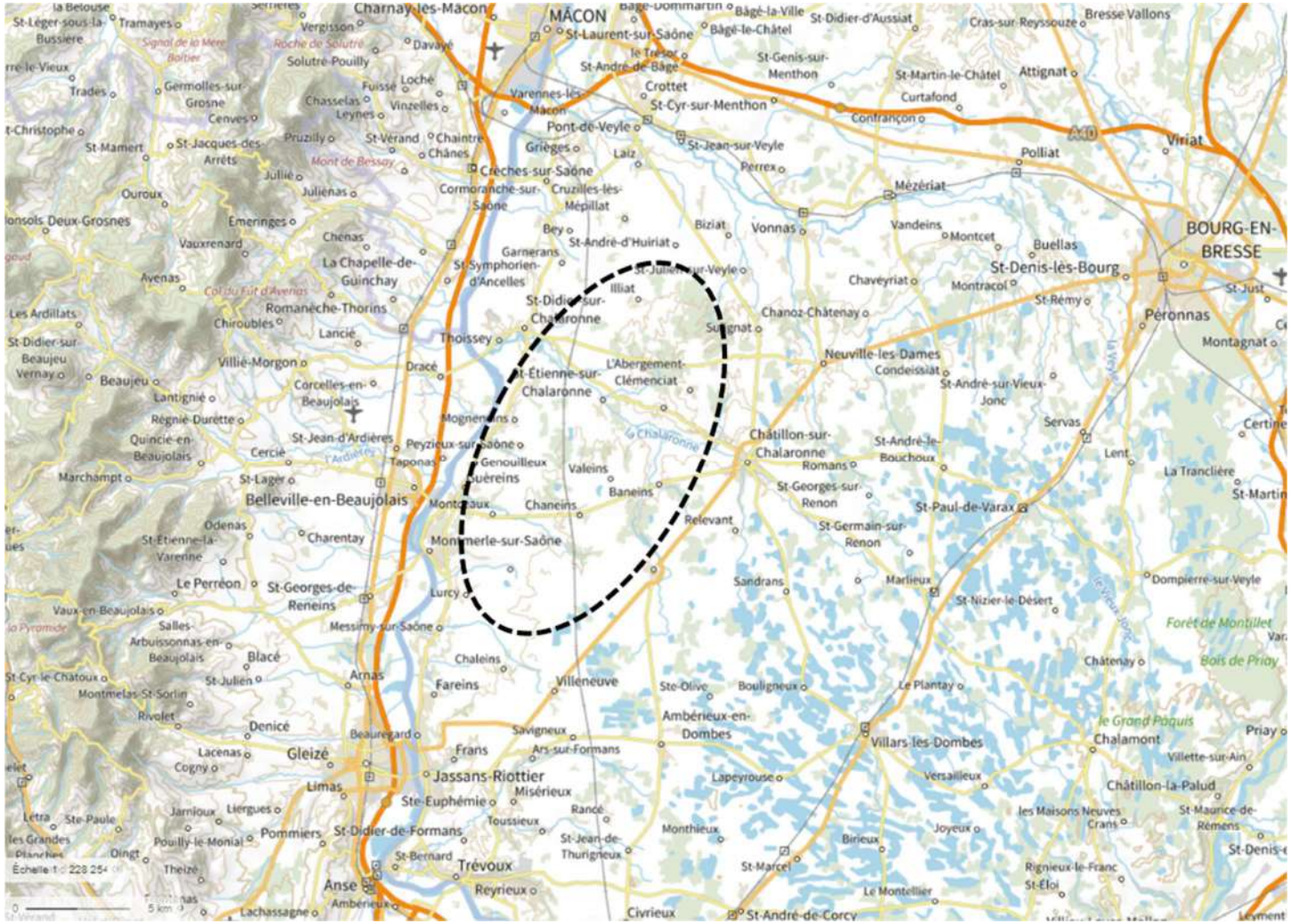


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur fond IGN

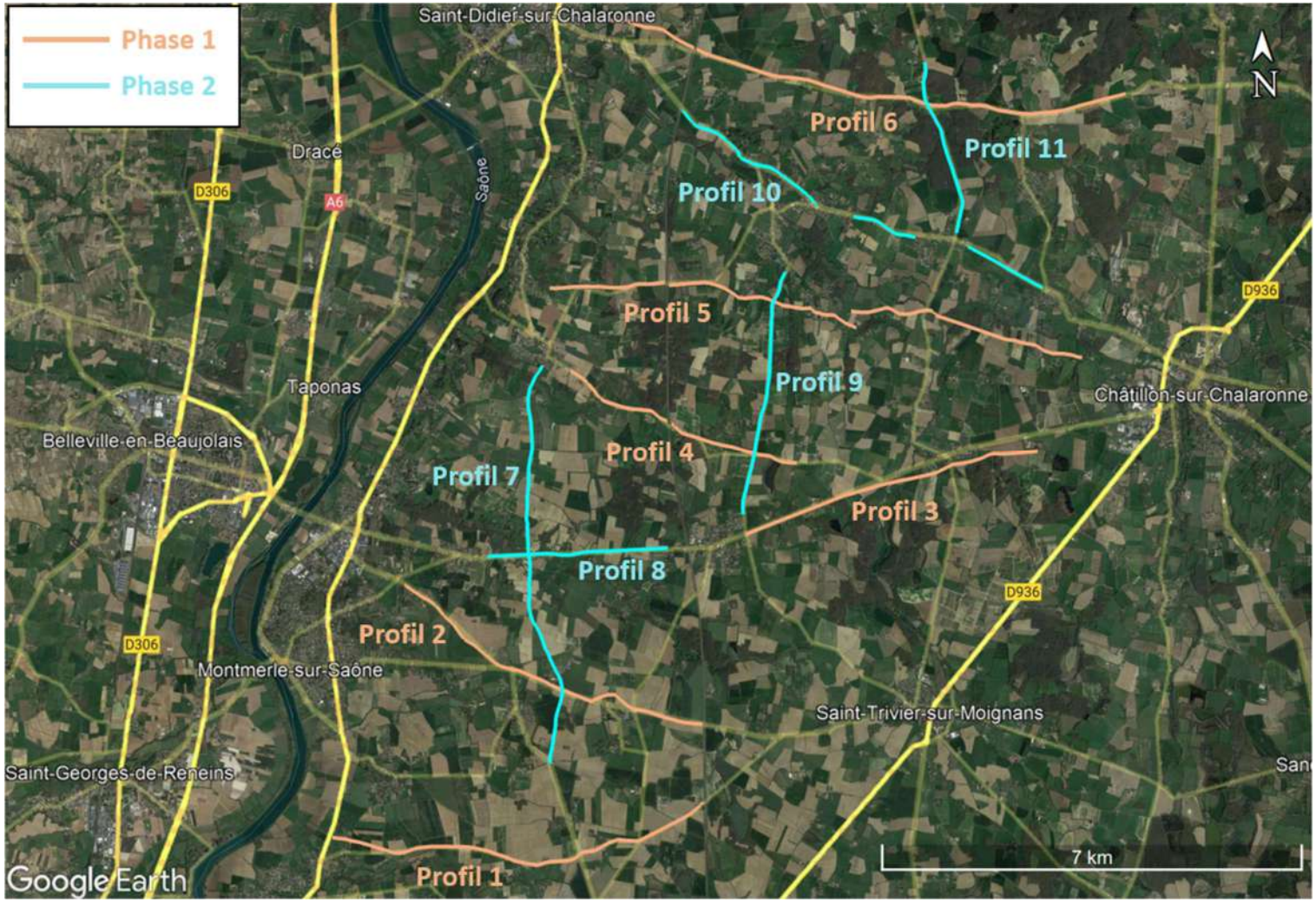


Figure 2: Localisation des profils sur fond satellite

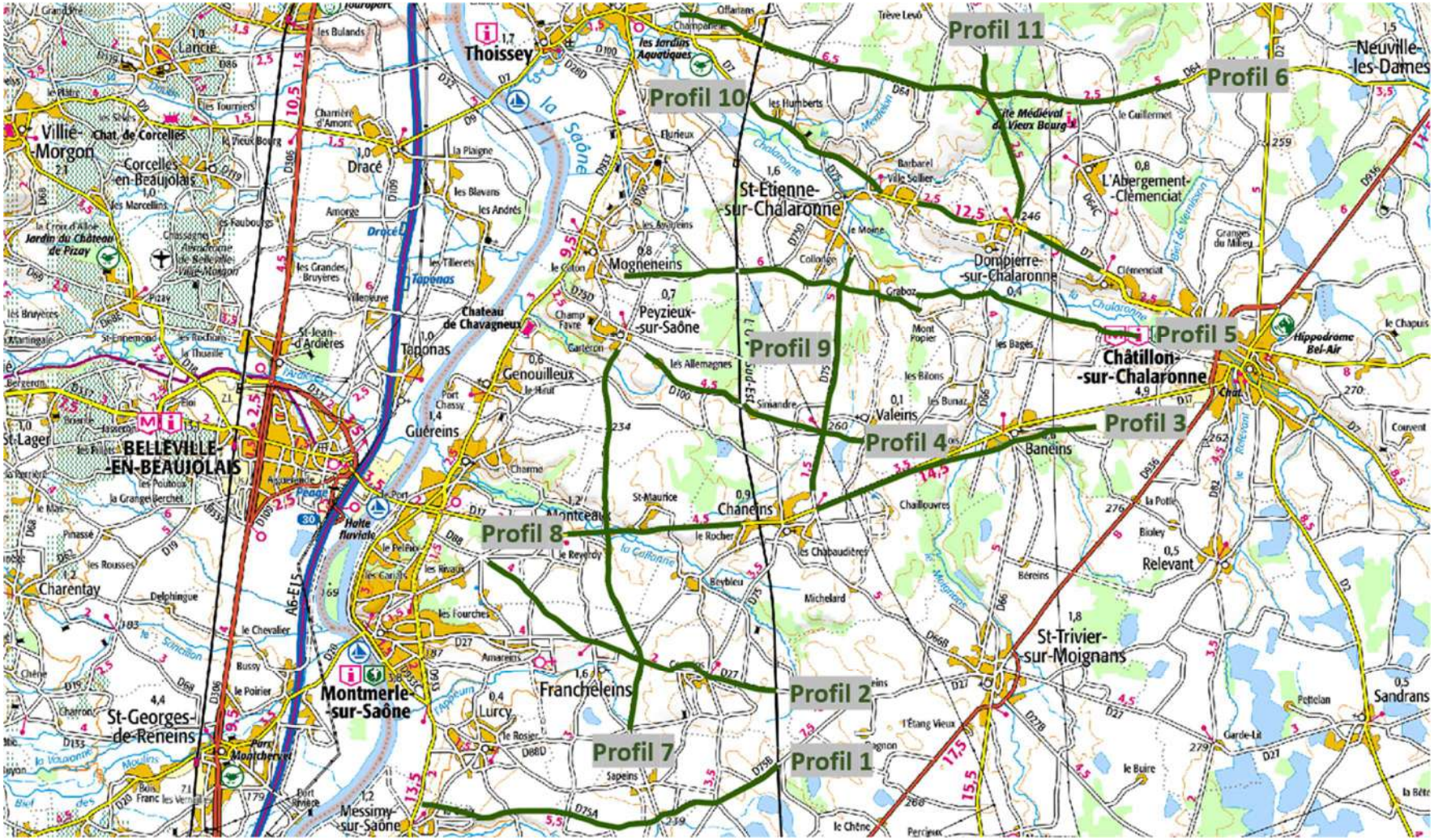


Figure 3 : Localisation des profils sur fond IGN

3. Contexte géologique et hydrogéologique

Le plateau de la Dombes est situé en rive gauche de la Saône, sur sa partie orientale et bordé en limite sud et Est par le massif du Jura. Les sédiments qui constituent ce plateau sont principalement des dépôts glaciaires, fluvioglaciaires et alluviaux.

Comme le montre la carte géologique présentée en Figure 4, une grande partie des dépôts superficiels sont constitués par une couche limoneuse épaisse de quelques mètres (OE2). Cette couche originaire de dépôts éoliens forme un niveau imperméable, qui est une des causes de la présence de nombreux étangs dans la zone.

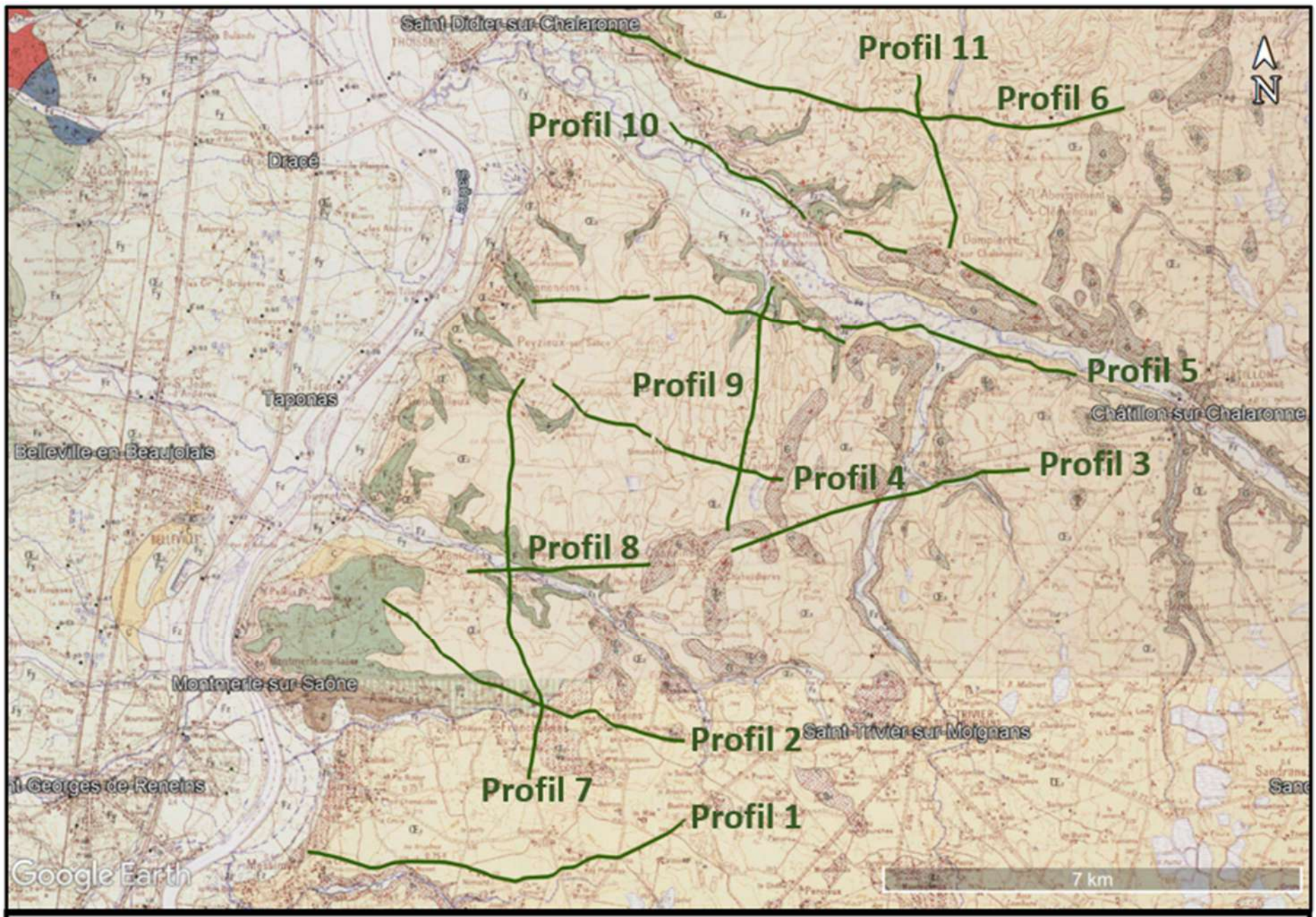
Sous ce niveau, on trouve des dépôts morainiques liés à la glaciation Rissienne. Ils existent en continu sur tout le territoire de la Dombes. Cette formation morainique peut montrer un fort contraste dans la nature des dépôts, avec d'un côté des dépôts de nature imperméable comme des boues glaciaires ou des sables argileux (ces dépôts sont prépondérants et avec les limons présents en surface vont former la couverture imperméable de l'aquifère). On peut y trouver des niveaux de cailloutis « lavés » et de graviers sableux, généralement disposés sous forme d'amas lenticulaires ou plus informe. Ces petits aquifères sont qualifiés comme la « nappe glaciaire », ils ont un potentiel limité, car ils sont généralement peu étendus. Cette série mesure entre 10 et 30 mètres d'épaisseur.

Sous la formation morainique, on trouve un niveau de cailloutis (sablo-graveleux) daté du plio-quaternaire. Cette série peut avoir une épaisseur qui varie entre quelques mètres et jusqu'à quarante mètres. Cette formation est perméable et compose l'aquifère dit « des cailloutis ». Ces cailloutis sont très hétérogènes avec des granulométries très variées. Ils peuvent se présenter sous forme de lentilles perméables plus ou moins étendues. Ces lentilles peuvent être circonscrites dans des niveaux plus imperméables. Ce niveau d'origine alluviale s'organise de façon plus ou moins chenalisée et des variations latérales de faciès importantes sont à prévoir.

Cette série de cailloutis repose sur les séries marneuses et sablo-argileuses du Pliocène. Ce niveau est puissant de plusieurs centaines de mètres. Cette série est considérée comme l'aquiclude[1] par rapport à la nappe des cailloutis.

Une coupe schématique des séries rencontrées est proposée par Burgeap (**Figure 5**), elle permet de se faire une meilleure idée de l'arrangement des séries dans la zone. Les épaisseurs sont cependant théoriques, car il n'y a pas beaucoup de données sur les successions lithologiques en profondeur sur le secteur.

[1] Un **aquiclude** désigne une formation (au sens géologique du terme) ou groupe de formations qui, « bien que poreuses et capables d'absorber l'eau à un rythme lent, ne transmettent pas l'eau suffisamment vite pour approvisionner en quantité suffisante un puits ou une source.



Légende :

- C Colluvions des versants et des fonds de vallées mal drainées
- OE1 Loess
- OE2 Limons décalcifiés des Dombes de la Bresse
- OE2/Fy Limons sur alluvions de la très basse terrasse (Sables) et de la basse terrasse (sables, graviers et galets)
- OE2/G Limons sur formations morainiques indifférenciées caillouteuses ou sableuses des Dombes (moraines externes)
- Fz Alluvions actuelles et récentes : Argiles et limons de débordement de la Saône, cailloutis ou limons de ses affluents.
- Jz Cônes de déjection actuels et récents
- Fy Alluvions de la très basse terrasse (sables) et de la basse terrasse (sables, graviers et galets), non séparées, souvent recouvertes par des limons loessiques
- F Alluvions anciennes indifférenciées des hautes terrasses (Villafranchien et autres niveaux), sables, graviers et galets
- G Formations morainiques indifférenciées, caillouteuses ou sableuses des Dombes (Moraines externes)

Figure 4 : Carte géologique au 50 000ème

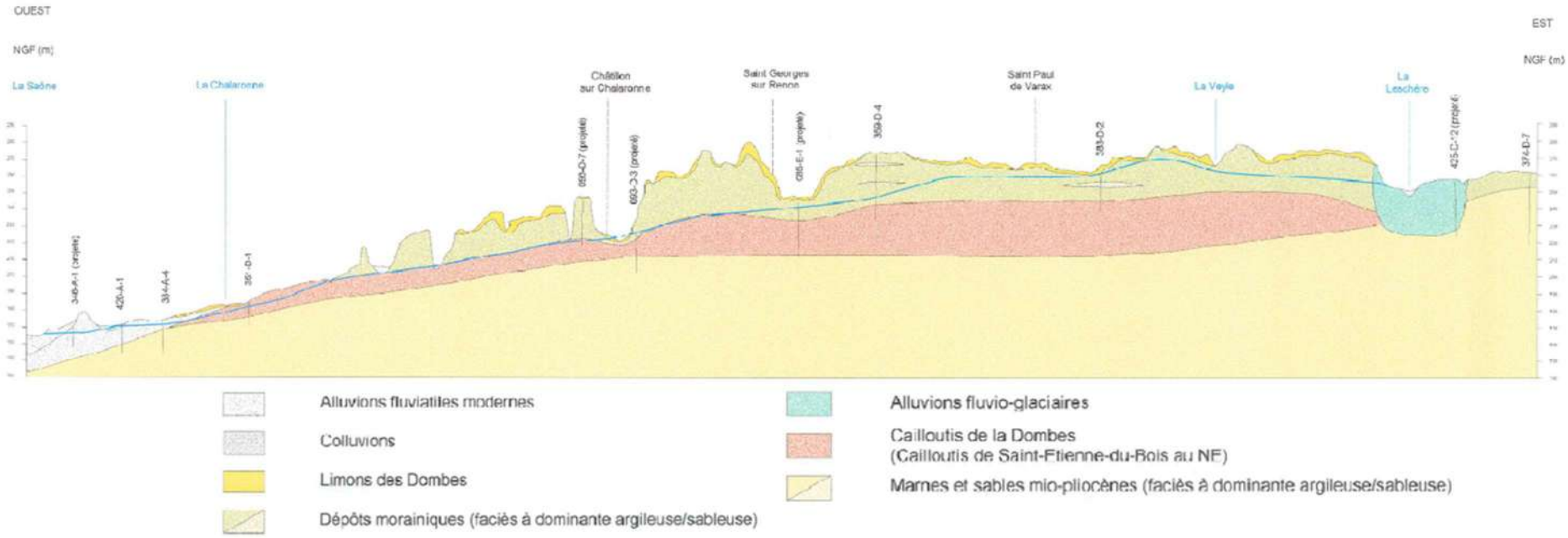


Figure 5 : Coupe géologique schématisée des séries présentes dans notre zone d'étude

4. Généralités sur le matériel géophysique utilisé et le traitement des données

4.1. Principe de la méthode

La mesure de la résistivité électrique apparente consiste à faire circuler un courant électrique entre deux électrodes et à mesurer la différence de potentiel induite entre deux autres électrodes (électrodes de potentiel), formant un quadripôle. L'intensité du courant étant connue, la différence de potentiel mesurée, on peut alors déterminer la résistivité apparente du sol. Cette propriété physique représente la capacité du milieu à s'opposer à la circulation du courant électrique. La résistivité électrique du sous-sol dépend principalement de la nature géologique du terrain et de la teneur en eau du milieu.

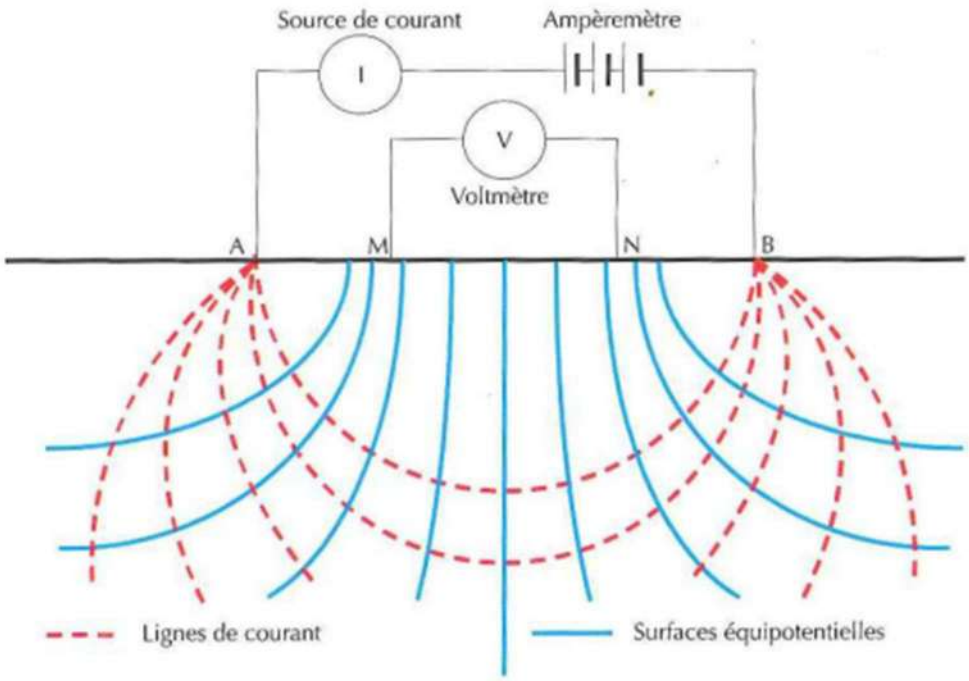


Figure 6 : Principe de la méthode d'acquisition de résistivité électrique

4.2. Moyens matériels

L'acquisition des données de tomographie de résistivité électrique a été réalisée avec un système Abem Terrameter LS2 permettant de piloter 64 électrodes réparties sur 4 bobines. Les bobines utilisées ont un espacement d'électrodes de 10 mètres et ont une longueur totale de 160 mètres. (**Figure 7**). À la fin de la première mesure, une bobine est ajoutée en bout de profil et la première est retirée. Ainsi, plusieurs « roll allong » sont effectués pour réaliser les profils dans leurs entièretés.

Des mesures GPS ont été réalisées toutes les 16 électrodes (chaque bobine) pour permettre de bien localiser les profils et de pouvoir intégrer la topographie aux données.



Figure 7 : Abem terrameter et bobines qui ont servi à l'acquisition des mesures

4.3. Type d'acquisition

Il existe différents dispositifs d'acquisition des données, qui vont permettre de mettre en valeur plus ou moins certaines structures (horizontales ou verticales). Ils sont associés à la configuration des dipôles d'injection et de mesure au cours d'une prospection électrique.

Ici, une méthode Wenner-Schlumberger a été priorisée, elle permet d'investiguer préférentiellement les structures horizontales tout en prenant en compte celles verticales.

La profondeur d'investigation varie aussi selon les types d'acquisition. Cependant, le principal paramètre qui la conditionne est l'espacement entre les électrodes. Dans notre cas un espacement inter-électrode de 10 mètres combinés à un profil de type Wenner-Schlumberger a permis d'atteindre une profondeur d'environ 130 mètres.

4.5. Traitement des données

Suite à l'acquisition des données, trois logiciels vont permettre de les traiter.

Dans un premier temps sur X2PI, il est possible de corriger certains points de mesures aberrants. La topographie est aussi incorporée au profil à l'aide de ce logiciel.

La seconde phase de traitement se fait via le logiciel Res2Dinv. Il permet d'inverser les données, afin de présenter des résistivités « vraies », ainsi que de replacer les structures observées aux profondeurs adéquates.

Les données inversées sont ensuite traitées sur le logiciel Surfer, qui permet une meilleure présentation des profils : comme homogénéiser les échelles de couleurs des différents profils pour faire ressortir préférentiellement certaines structures.

4.6. Données utilisées pour l'interprétation

Pour mieux appréhender et interpréter les profils, sont présentées ci-dessous les gammes de résistivité des terrains que nous devrions rencontrer sur nos différents profils :

- Argiles : 1 à 100 Ω.m ;
- Limons : 20 à 100 Ω.m ;
- Sables : 30 à 300 Ω.m ;
- Graviers et galets (matrice sableuse saturée) : 300 à 600 Ω.m ;
- Conglomérats (Graviers/galets indurés) : 1000 à 10 000 Ω.m.

Il faut cependant prendre en compte que nous rencontrerons probablement des mélanges de ces terrains. Un niveau de gravier à matrice argileuse pourrait montrer une résistivité de l'ordre de 100 Ω.m au même titre qu'un sable bien trié et bien perméable. En l'absence de données géologiques sur les tracés de nos profils, il va être difficile d'affirmer ou d'infirmer la nature précise du sous-sol que nous allons rencontrer. Une seconde phase d'interprétation pourra être mise en œuvre une fois les forages de reconnaissance réalisés.

On peut cependant dans un premier temps, estimer que plus la résistivité est proche de 1 Ω.m plus la fraction argileuse présente dans le milieu est importante, et donc plus le milieu sera imperméable. À l'inverse plus la résistivité sera proche de 300-600 Ω.m et plus le milieu aura tendance à être à dominante sablo-graveleuse, et donc logiquement plus perméable.



En revanche, il ne faut pas considérer que parce qu'un milieu possède une très forte résistivité et qu'il est donc constitué de graviers signifie qu'il est forcément très perméable. Un niveau de graviers et de galets fortement induré présentera une forte résistivité, mais ne sera pas perméable. Il faudra donc se méfier des résistivités trop importantes, qui pourront être synonymes d'un milieu trop induré. Un milieu où la résistivité sera comprise entre 600 et 1 000 Ω.m pourra être considéré comme partiellement induré et donc encore plus ou moins perméable, un milieu où la résistivité est supérieure à 1 000 Ω.m sera considéré comme totalement induré. Encore une fois, les forages de reconnaissance seront très utiles, voire indispensables pour déterminer quels sédiments correspondent à quelles résistivités ainsi que d'estimer la perméabilité du milieu et le potentiel de l'aquifère qu'il renferme.

5. Déroulement des mesures

Tableau 1 : Chronologie des acquisitions et taille des différents profils

Profil 1	**6550 mètres**	**Du 17 au 20 Janvier 2022**
Profil 2	**5750 mètres**	**Du 25 au 28 Janvier 2022**
Profil 3	**5110 mètres**	**Du 7 au 10 Février 2022**
Profil 4	**4140 mètres**	**Le 4 et le 11 Février 2022**
Profil 5	**9230 mètres**	**Du 31 Janvier au 3 Février 2022**
Profil 6	**8910 mètres**	**Du 14 au 18 Février 2022**
Profil 7	**6870 mètres**	**Du 29 au 31 Avril 2022**
Profil 8	**3030 mètres**	**Le 4 et 5 Avril 2022**
Profil 9	**4150 mètres**	**Le 5 et 6 Avril 2022**
Profil 10	**5380 mètres**	**Entre le 6 et le 12 Avril 2022**
Profil 11	**3000 mètres**	**Le 13 et 14 Avril 2022**

6. Résultats et interprétations

L'échelle de résistivité des terrains a été bridée à 300 Ω.m pour la majeure partie des profils. Cela pour mieux se rendre compte des variations de résistivité dans la gamme qui nous intéresse. Les zones où les résistivités sont supérieures à 300 Ω.m sont saturées en rouge. Dans le cas où les résistivités seraient très élevées, nous le signalerons dans la description des profils.

6.1. Profil 1

6.1.1. Implantation du profil

Le profil 1 a été réalisé en 2 parties, cela pour une meilleure présentation des données au vu de la longueur du profil. Cependant, il n'y a pas de « trou » dans les données, car les 480 derniers mètres de la partie Ouest correspondent aux 480 premiers mètres de la partie Est. Il comporte 656 électrodes est mesure 6 550 mètres. L'électrode 1 est la plus à l'Ouest (en bordure de la D933), la 656 est la plus à l'Est (en bordure du chemin de fer).

Sur son premier kilomètre, le profil est réalisé à travers les champs. Il longe ensuite la D75A, puis la D75B sur le dernier kilomètre.

- ***Localisation*** *: électrode 1 : 46.054402, 4.768700 – électrode 656 : 46.059184, 4.848864*

La **Figure 8** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.



Figure 8 : Implantation du profil 1

6.1.2. Interprétation des données

Le profil 1 est présenté sur les **Figure 9** et **Figure 10**. Les résistivités observées sur ce profil sont globalement assez faibles, elles sont comprises entre 1 et 120 Ω.m.

Ce profil peut être subdivisé en trois entités principales. Cette première entité est un corps peut résistif présent sur tout le profil, sa résistivité est globalement inférieure à 30 Ω.m (hormis entre 1 800 et 3 200 m sur la section Ouest du profil). Son épaisseur est variable, mais est généralement comprise entre 20 et 40 mètres au maximum. Cette série correspond probablement aux limons de la Dombes sur les premiers mètres, puis aux séries morainiques de la glaciation Rissienne. Pour rappel, ces séries sont principalement composées de terrain argileux, silteux et limoneux, et donc sont d'une nature principalement imperméable.

La seconde entité est présente sur tout le profil, les résistivités qui la caractérise sont comprises entre 40 et 120 Ω.m. Son épaisseur varie entre 40 et 70 mètres au maximum. Sur la partie Ouest du profil (**Figure 9**), les résistivités sont les plus faibles et n'excèdent pas les 70 Ω.m. Ce niveau est probablement composé par des sables ou des graviers/galets avec une matrice plus ou moins argileuse. Sur la partie Est du profil (**Figure 10**), les résistivités sont globalement plus importantes avec des zones où l'on est supérieur à 100 Ω.m. La fraction sableuse du milieu, probablement, est plus importante, il n'est cependant pas possible d'exclure qu'un mélange entre des cailloutis et une matrice argileuse pourrait aussi être à l'origine de telle résistivité. Dans cette dernière configuration, la perméabilité ne serait pas forcément très bonne. Au niveau des profondeurs, ce niveau est censé correspondre aux cailloutis de la Dombes. Cependant cette série étant alluviale, de fortes variations latérales de faciès sont à prendre en compte et cette section ne semble pas à dominante caillouteuse.

Le manque de données géologique sur la zone ne permet pas de définir avec certitude la nature des terrains.

La dernière entité est celle qui compose la partie basse de notre profil. Elle est aussi présente sur la totalité du profil, elle est caractérisée par des résistivités inférieures à 30 Ω.m. Cette série correspond aux marnes et aux sables argileux du Pliocène et du Miocène. Cette série à dominante argilo-marneuse est globalement imperméable.

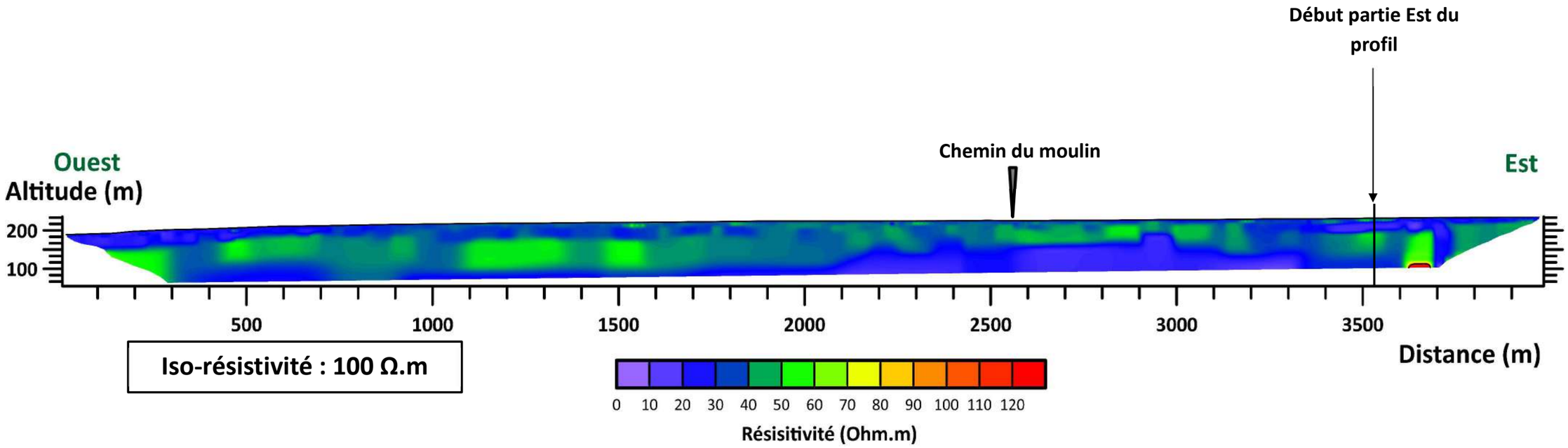


Figure 9 : Partie Ouest du profil 1

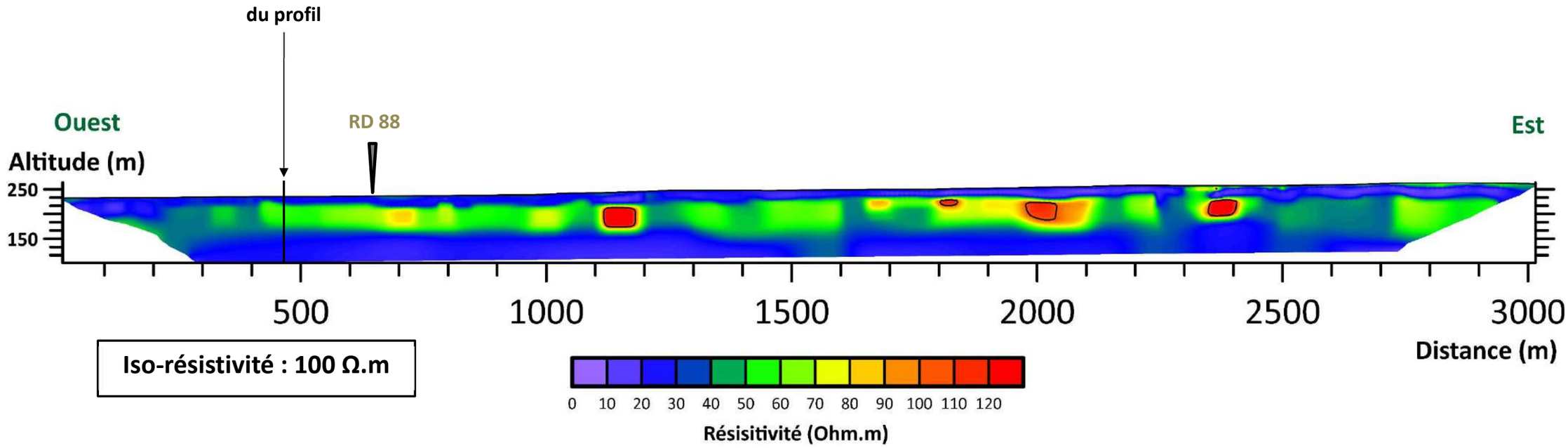


Figure 10 : Partie Est du profil 1

6.2. Profil 2

6.2.1. Implantation du profil

Le profil 2 comporte 576 électrodes et mesure 5 750 mètres. L'électrode 1 est la plus à l'Ouest (sur la D88), la 576 est la plus à l'Est (en bordure du chemin de fer).

Sur ses deux premiers kilomètres, le profil longe la D88. Il longe ensuite la D27 jusqu'au chemin de fer. Au niveau de Cesseins, nous avons dû contourner le village par le nord en traversant les champs.

- ***Localisation** : électrode 1 : 46,091976, 4.784821 – électrode 656 : 46.070738, 4.848857*

La **Figure 11** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.



Figure 11 : Implantation du profil 2

6.2.2. Interprétation des données

Le profil 2 est présenté sur la **Figure 12**. Les résistivités observées sur ce profil sont assez variées, elles sont comprises entre 1 et 1200 Ω.m.

Sur la moitié Ouest du profil (de 0 à 3 100 mètres), des corps résistifs sont présents en surface et en profondeur. En surface, un horizon résistif est présent sur une épaisseur d'environ 15 mètres, les résistivités qui le caractérise sont comprises entre 100 et 350 Ω.m. Les terrains sont donc probablement à dominante sablo-graveleuse. Un horizon peu résistif, probablement à dominante argileuse va séparer le niveau résistif de surface et ceux observés en profondeur. En profondeur, les résistivités vont beaucoup varier et sont parfois très élevées. On peut dénombrer trois corps avec des très fortes résistivités, celui présent entre 400 et 600 mètres, celui entre 700 et 900 mètres et celui présent entre 2 780 et 3 100 mètres. Ces corps résistifs vont jusqu'à 1200 Ω.m, ils ont donc probablement une composition à dominante de galet et/ou de graviers. Cependant comme décrit dans la partie 4.6, les résistivités observées pourraient être plus affiliées à des conglomérats, et donc à des roches indurées et par conséquent peu perméables. Un dernier corps résistif est présent entre 1200 et 1950 mètres et entre 50 et 130 mètres de profondeur, qui apparait plus intéressant. Ces résistivités évoluent entre 100 et 350 Ω.m, ce qui pourrait correspondre à un terrain à dominance sablo-graveleux. Ces terrains ne seraient pas trop indurés et devraient présenter un bon potentiel aquifère. Cette zone peut être retenue comme une zone d'intérêt majeure pour la suite de l'étude.

La moitié Est du profil (de 3 100 à 5 700 mètres) est assez homogène, les résistivités sont globalement inférieures à 60 Ω.m. Les terrains sont donc à priori principalement composés d'argiles, de silts et de limons. Ce profil permet de se rendre compte qu'il existe de très fortes variations latérales dans les faciès rencontrés et que les séries ne semblent pas toujours continues dans le sous-sol comme supposé sur la coupe géologique présentée en **Figure 5**.

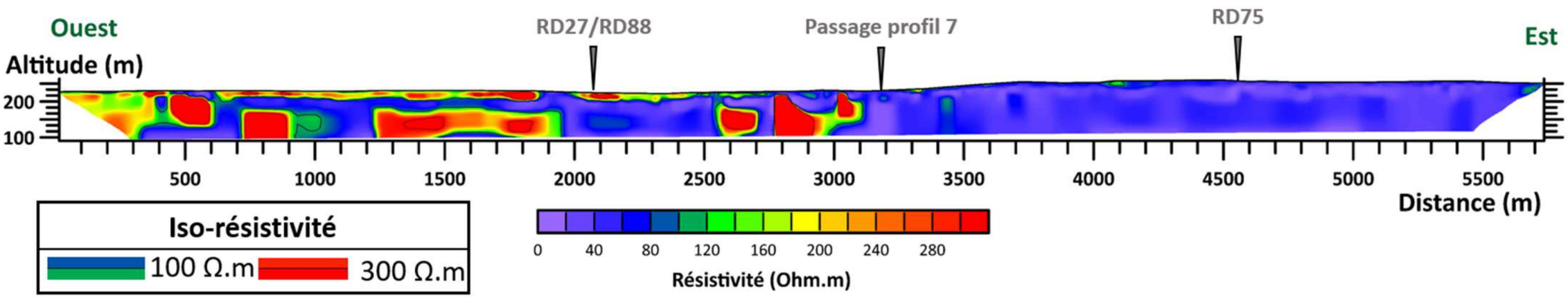


Figure 12 : Profil 2

6.3. Profil 3

6.3.1. Implantation du profil

Le profil 3 comporte 512 électrodes et mesure 5 110 mètres. L'électrode 1 est la plus à l'Ouest (au croisement entre la D17 et la D75), la 512 est la plus à l'Est (dans des champs, proches de la limite communale de Châtillon-sur-Chalaronne).

Sur les deux premiers kilomètres, le profil longe la D17. Pour pouvoir éviter la commune de Banneins, le profil traverse ensuite des champs jusqu'à sa fin.

- ***Localisation :*** *électrode 1 : 46.098982, 4.858854 – électrode 512 : 46.110797, 4.922156*

La **Figure 13** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.

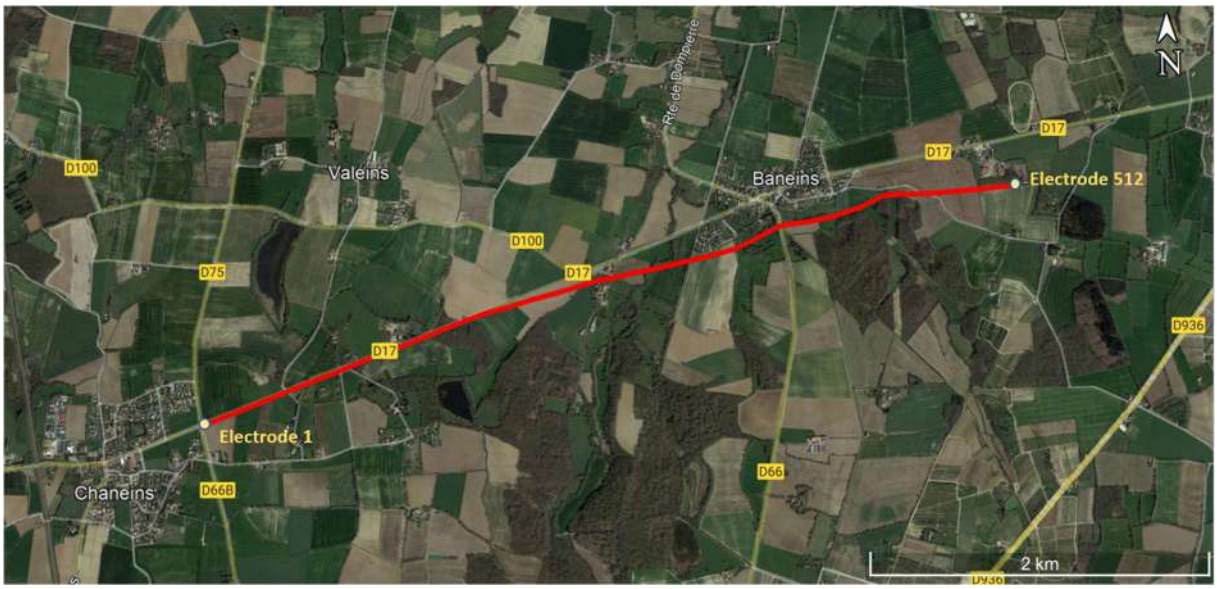


Figure 13 : Implantation du profil 3

6.3.2. Interprétation des données

Le profil 3 est présenté à la **Figure 14**, les résistivités observées sur ce profil sont globalement assez faibles, généralement inférieures à 60 Ω.m.

Deux masses très résistives (plus de 1000 Ω.m au centre des structures) de formes assez symétriques sont observables entre 1 200 et 1 480 m, à 1 680 et 1 860 m. Entre ces deux structures, beaucoup d'erreurs de mesure (résistivités négatives) ont été signalées par l'appareil. Ces géométries sont difficilement interprétables et sont sûrement liées à la correction des points liées aux erreurs entres ces deux structures.

Or les structures décrites précédemment (liées aux erreurs de mesures), la résistivité est globalement inférieure à 60 Ω.m, donc à priori un sol à dominante argileuse, silteuse ou limoneuse (d'une nature plutôt imperméable). Cependant des petites structures (au maximum quelques centaines de mètres de longueur sur une vingtaine de mètres d'épaisseur), généralement présentes dans les 40 premiers mètres, montrent des résistivités allant jusqu'à 300 Ω.m. Ces niveaux font à priori partis de la série morainique et sont probablement des lentilles à dominante sableuse et/ou graveleuse. Ces structures ne sont cependant pas très étendues et sont entrecoupées par des niveaux plus imperméables, leurs potentiels aquifères sont donc probablement limités.

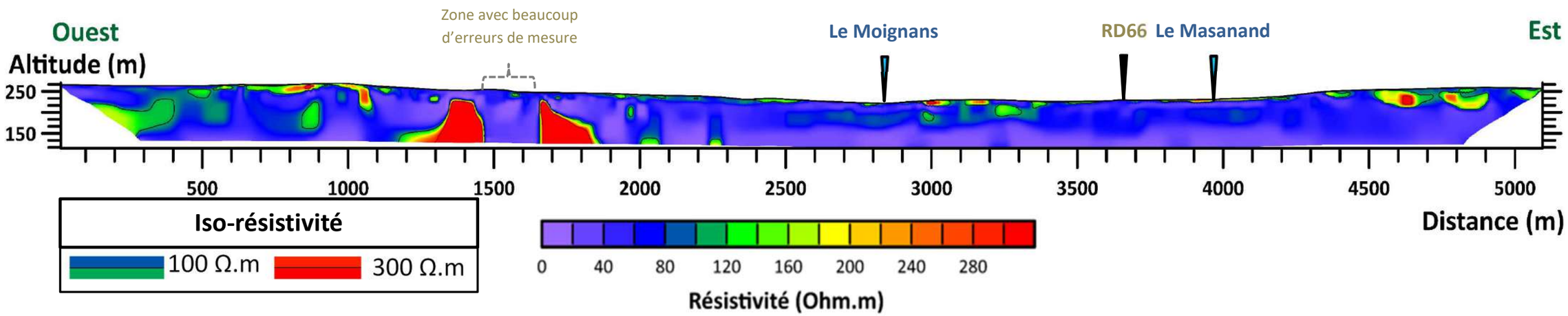


Figure 14 : Profil 3

6.4. Profil 4

6.4.1. Implantation du profil

Le profil est segmenté en deux parties, car le chemin de fer recoupe le tracé. Il comporte 192 électrodes sur sa partie Ouest et 224 sur sa partie Est, pour un total de 416 électrodes. La partie Ouest mesure 1 910 mètres, la partie Est 2230 mètres (au total 4140 mètres). L'électrode 1 est la plus à l'Ouest (à la sortie de Peyzieux-sur-Saône sur la D100 pour la partie Ouest), la dernière électrode est la plus à l'Est (au sud de Valeins sur la D100 pour la partie Est)

La partie Ouest du profil longe la D100 sur toute sa longueur. La partie Est la longe aussi, sauf entre 600 et 1 400 mètres, où nous avons coupé à travers champs pour garder un tracé le plus rectiligne possible.

- ***Localisation partie Ouest :*** *électrode 1 : 46.110797, 4.922156 – électrode 192 : 46.115999, 4.842064*
- ***Localisation partie Est :*** *électrode 1 : 46.115640, 4.842997 – électrode 224 : 46.109528, 4.869994*

La **Figure 15** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.



Figure 15 : Implantation du profil 4

6.4.2. Interprétation des données

Le profil 4 est présenté sur les **Figure 16** et **Figure 17**, les résistivités observées sur ce profil varient entre 1 et 650 Ω.m.

Sur la partie Ouest du profil (**Figure 16**), on observe plusieurs masses résistives en profondeurs. Les plus importantes sont situées entre 200 et 480 mètres, entre 800 et 1 000 mètres et entre 1 040 et 1 200 mètres. Les résistivités qui y sont associées sont comprises entre 100 et 350 Ω.m. Ces masses résistives sont donc probablement à dominance sablo-graveleuse, mais ne semblent pas très étendus sur un axe Est-Ouest.

Le niveau qui va le plus nous intéresser sur ce profil commence à 1 360 mètres sur la partie Ouest du profil, il présente des résistivités comprises entre 100 et 300 Ω.m. Une faible couverture imperméable est présente au-dessus du niveau (entre 5 et 20 mètres). Ce niveau est intéressant, car il se prolonge sur la section Est du profil (**Figure 17**) et il s'étend encore sur 1 160 mètres. Sur cette partie du profil, la couverture peu résistive (imperméable) est toujours présente, son épaisseur varie, mais elle est globalement toujours supérieure à 20 mètres. Les résistivités sont comprises entre 100 et 650 Ω.m, nous restons donc dans la gamme de résistivité des graviers à matrice sableuse, qui ne sont pas consolidés. L'épaisseur de ce niveau varie entre 15 mètres sur sa partie la plus occidentale à une centaine de mètres au niveau de la zone la plus épaisse. Ce niveau à un bon potentiel aquifère au vu des résistivités observées, de son étendu, de son épaisseur ainsi que de sa couverture imperméable qui est présente sur toute sa longueur. Cette zone est retenue comme zone d'intérêt majeure pour cette étude.

Sur la partie Est de la **Figure 17**, les résistivités reste globalement inférieures 60 Ω.m, les terrains sont donc à priori principalement argileux, silteux ou limoneux (globalement imperméables).

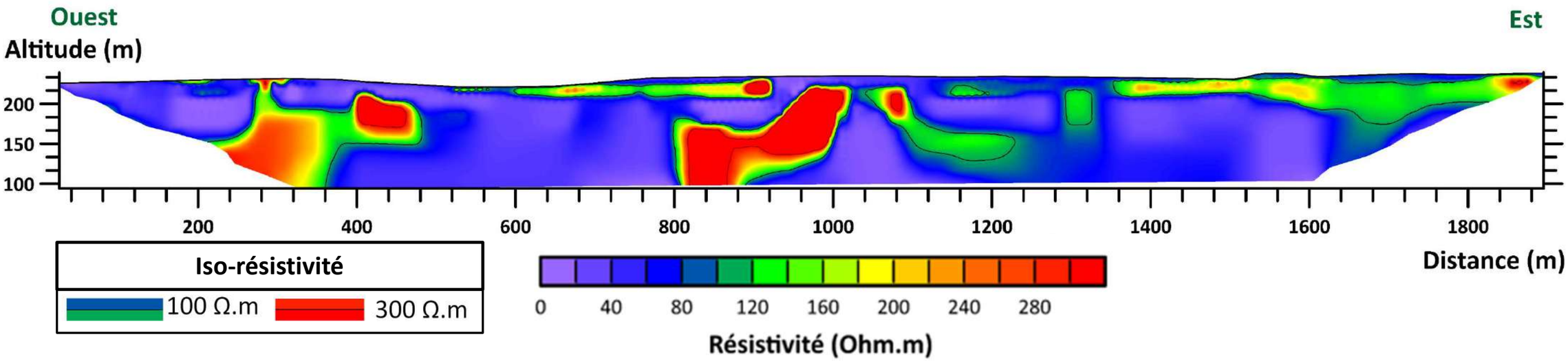


Figure 16 : Profil 4 partie Ouest

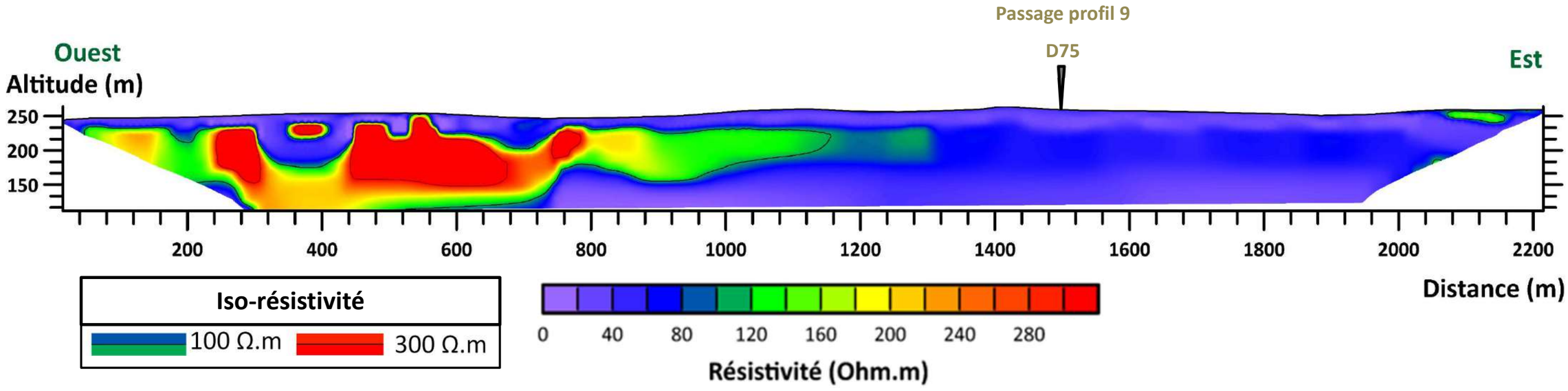


Figure 17 : Profil 4 partie Est

6.5. Profil 5

6.5.1. Implantation du profil

Le profil est segmenté en trois parties. Le chemin de fer recoupe le tracé entre la partie Ouest et la partie centrale, entre la partie centrale et la partie Est l'accès à un champ nous a été refusé nous forçant à segmenter le profil. Il comporte 192 électrodes sur sa partie Ouest, 334 sur sa partie centrale et 400 sur sa partie Est, pour un total de 926 électrodes. La partie Ouest mesure 1 910 mètres, la partie centrale 3 330 mètres et la partie Est 3 990 mètres (au total 9 230 mètres). L'électrode 1 est la plus à l'Ouest (à la sortie de Peyzieux-sur-Saône sur la D100 pour la partie Ouest), la dernière électrode est la plus à l'Est (au sud de Valeins sur la D100 pour la partie Est).

La partie Ouest du profil commence dans une zone de champs à l'Est de la commune de Mogneneins. Sa partie Est se termine à la limite communale de Châtillon-sur-Chalaronne au niveau de la déchetterie de cette commune. Sur sa partie Ouest, le tracé suit principalement la D75 avec des passages dans les champs pour garder le tracé rectiligne. Sur sa partie centrale, il longe encore la D75 sur environ 700 mètres, puis suit principalement des petites routes/chemins, hormis entre le croisement avec la D75 et la commune de Graboz où les mesures ont été réalisées en coupant à travers champs. Sur sa partie Est, le profil suit principalement le « chemin des bottes », qui mène de Châtillon-sur-Chalaronne sur son extrémité Est.

- ***Localisation partie Ouest :*** *électrode 1 : 46.136177, 4.817343 – électrode 192 : 46.136904, 4.841902*
- ***Localisation partie centrale*** *: électrode 1 : 46.136360, 4.842701 – électrode 334 : 46.129788, 4.882954*
- ***Localisation partie Est*** *: électrode 1 : 46.132152, 4.882982 – électrode 400 : 46.124727, 4.932409*

La **Figure 18** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.



Figure 18 : Implantation du profil 5

6.5.2. Interprétation des données

Le profil 5 est présenté sur les **Figure 19**, **Figure 20**, **Figure 21 et Figure 22,** les résistivités observées sur ce profil varient entre 1 et 500 Ω.m.

La partie Ouest du profil (**Figure 19**), se divise en deux entités principales. Celle plus en surface est constituée d'un horizon résistif d'une épaisseur de 20 à 40 mètres. Les résistivités observées sont comprises entre 100 et 350 Ω.m. Les sédiments qui composent ce niveau sont probablement composés en majeure partie de sables et de graviers. L'absence de couverture imperméable au-dessus de ce niveau, qui semble plus perméable ne permet pas de classer cette section du profil en zone d'intérêt majeure. L'absence de couverture imperméable est une absence de protection contre les pollutions de surface (principalement les pesticides). Sur la partie Est du profil (à partir de 1 600 mètres), on observe une couverture peu résistive et épaisse d'une dizaine de mètres au-dessus de cet horizon résistif. La partie basse du profil présente des résistivités globalement inférieures à 60 Ω.m, les terrains sont à priori composés de sédiments à dominante argileuse.

Sur la partie centrale du profil (**Figure 20**), le niveau résistif décrit précédemment se poursuit et est casi continu sur encore 1 700 mètres, son épaisseur est comprise entre 30 et 50 mètres. Les résistivités observées sont comprises entre 100 et 500 Ω.m. De plus, une couverture peut résistive (imperméable) épaisse de 5 à 15 mètres est présente sur toute la longueur de l'horizon. La configuration, l'épaisseur et l'étendu de ce niveau résistif en font une zone d'intérêt majeure pour la recherche d'un aquifère intéressant. Sur la partie Est de cette section du profil, nous retrouvons un niveau résistif (entre 2 150 et 3 100 mètres). Cependant, ce niveau est en surface et ne possède pas de couverture imperméable. En profondeur, les résistivités sont globalement inférieures à 60 Ω.m, les terrains sont donc à dominante argileuse, silteuse ou limoneuse.

Sur la partie Est du profil (**Figure 21** et **Figure 22**), les résistivités sont globalement plus faibles que sur la partie Ouest et centrale. Un horizon plus résistif est présent en surface avec des valeurs comprises entre 50 et 120 Ω.m. Ce niveau possède probablement une fraction sableuse et/ou graveleuse, mais sûrement avec une matrice plus ou moins argileuse. On retrouve cet horizon sur tout le profil sur une épaisseur d'environ 40 mètres. Sous ce niveau, les résistivités sont inférieures à 30 Ω.m et les terrains sont à dominante argileuse, silteuse ou limoneuse.

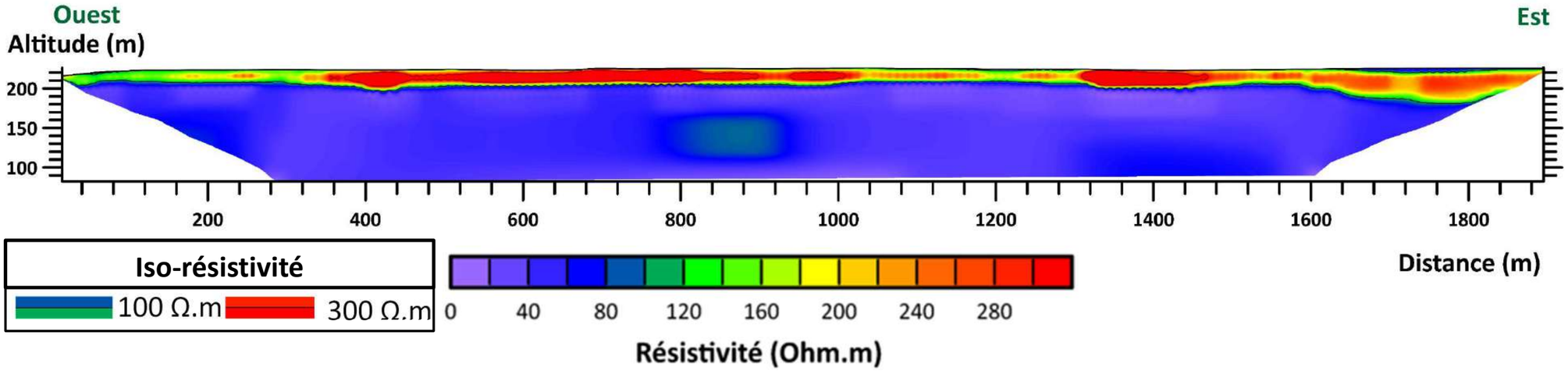


Figure 19 : Profil 5 partie Ouest

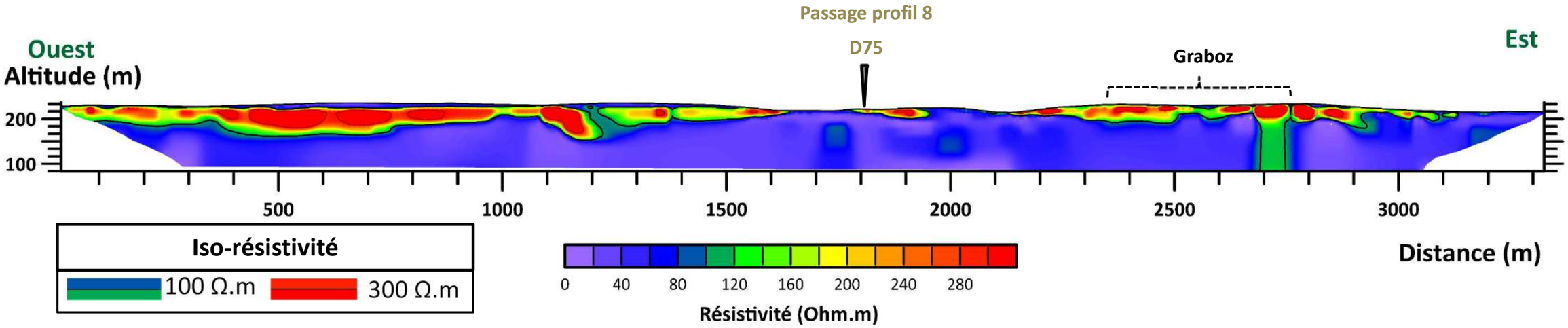


Figure 20 : Profil 5 partie centrale

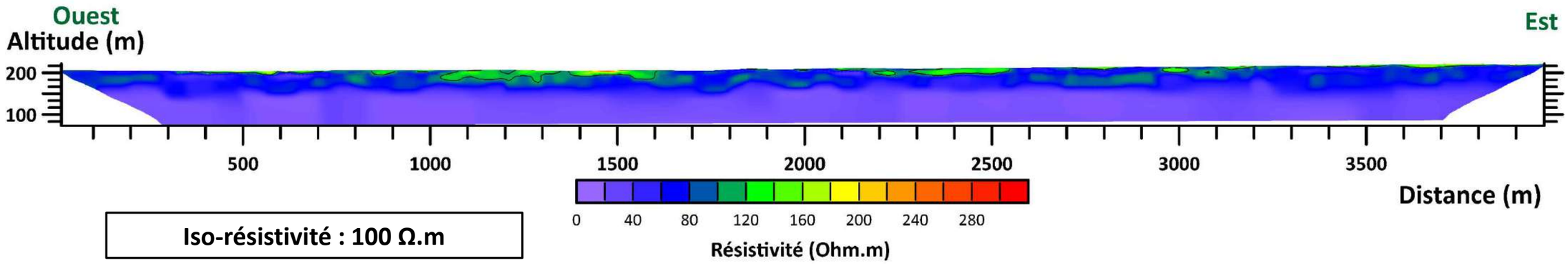


Figure 22 : Profil 5 partie Est

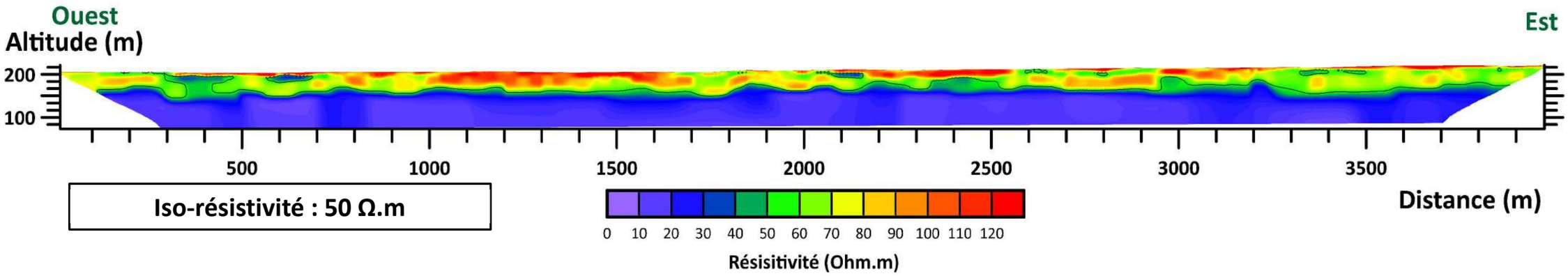


Figure 21 : Profil 5 partie Est avec une échelle de résistivité de 0 à 120 Ohm.m

6.6. Profil 6

6.6.1. Implantation du profil

Le profil est segmenté en trois parties. Le chemin de fer recoupe le tracé entre la partie Ouest et la partie centrale. Entre la partie centrale et la partie Est, nous avons fait une coupure pour une meilleure présentation des données au vu de la longueur du profil. Cependant, il n'y a pas de « trou » dans les données, car les 480 derniers mètres de la partie centrale correspondent aux 480 premiers mètres de la partie Est. Il comporte 151 électrodes sur sa partie Ouest et 742 sur la partie centrale et Est, pour un total de 893 électrodes. La partie Ouest mesure 1 500 mètres, la partie centrale et Est mesure 7 410 mètres (au total 8 910 mètres). L'électrode 1 est la plus à l'Ouest (à l'Est de Saint-Didier-sur-Chalaronne), la dernière électrode est la plus à l'Est (sur la D64).

La partie Ouest du profil a été réalisée principalement à travers champ et en longeant des chemins de terre. Sa partie Est, elle longe la D64 sur sa totalité.

- ***Localisation partie Ouest :*** *électrode 1 : 46.177189, 4.830976 – électrode 192 : 46.172148, 4.848813*
- ***Localisation partie Est*** *: électrode 1 : 46.171852, 4.849340 – électrode 742 : 46.164289, 4.942663*

La **Figure 23** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.

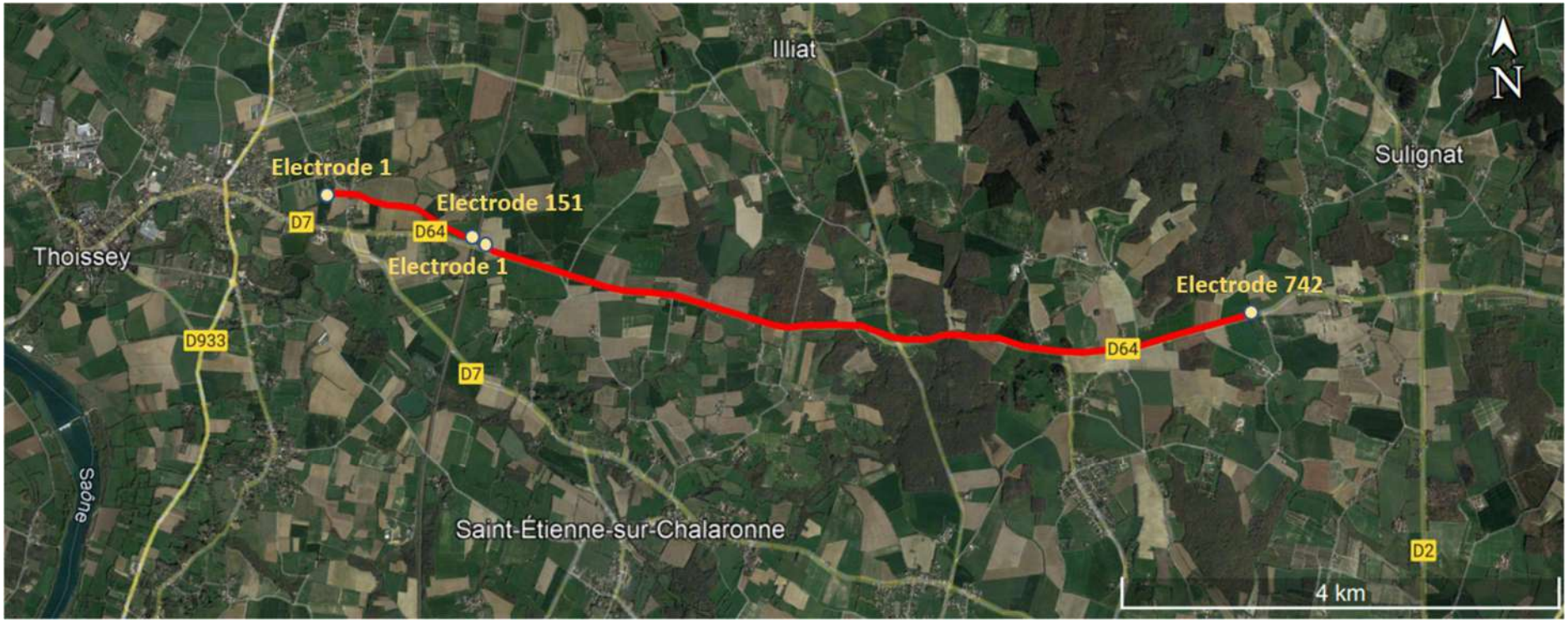


Figure 23 : Implantation du profil 6

6.6.2. Interprétation des données

Le profil 6 est présenté sur les **Figure 24, Figure 25, Figure 27 et Figure 26**les résistivités observées sur ce profil varient entre 1 et 1000 Ω.m.

Sur la partie Ouest du profil (**Figure 24** et **Figure 25)** les résistivités sont assez faibles et globalement inférieures à 70 Ω.m. La **Figure 25** présente ce même profil à une échelle de résistivité plus bas pour se rendre compte des variations plus minimes qui peuvent être présentes. Au vu des résistivités, la nature des terrains qui sont présents sur cette section est probablement à dominante argileuse.

Sur la partie centrale (**Figure 27**), les résistivités sont plus variées. Deux corps très résistifs (1000 Ω.m) sont visibles entre 900 et 1 350 mètres et entre 1 900 et 2 150 mètres. Des erreurs de mesures ont été détectées entre 1 600 et 1 900 mètres, la correction des points a probablement affecté la géométrie de ses structures. Les résistivités observées indiquent des formations de nature probablement caillouteuses et assez indurées. Les zones de faibles résistivités sont probablement à dominante argileuse, silteuse et limoneuse et donc plus imperméables.

À partir de 2 300 mètres et jusqu'à l'extrémité Est de profil (**Figure 26**), un niveau résistif quasi-continu est observable (100 à 400 Ω.m). Ce niveau épais en moyenne d'une cinquantaine de mètres est couvert par un niveau peu résistif, probablement imperméable d'une épaisseur allant de 15 à 30 mètres. Ce niveau est probablement à dominante sablo-graveleuse et peut être considéré comme une zone d'intérêt majeure au vu de son extension et de la couverture présente sur toute sa longueur. Sur la partie Est du profil (**Figure 26**), on retrouve ce niveau qui est quasi continu sur tout le profil. Sur la moitié Est du profil, il a tendance à être plus épais (environ 80 mètres) et toujours sous une couverture probablement imperméable d'environ 30 mètres d'épaisseur. La majeure partie de cette section du profil peut aussi être classée en zone d'intérêt majeure, le niveau est très étendu et la couverture de surface est bien présente.

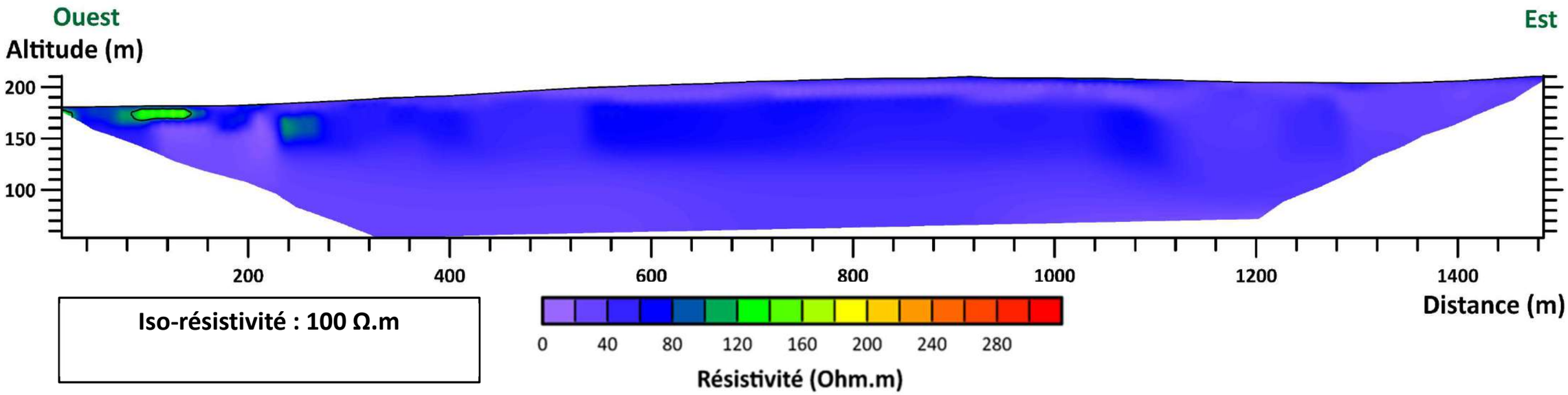


Figure 24 : Profil 6 partie Ouest

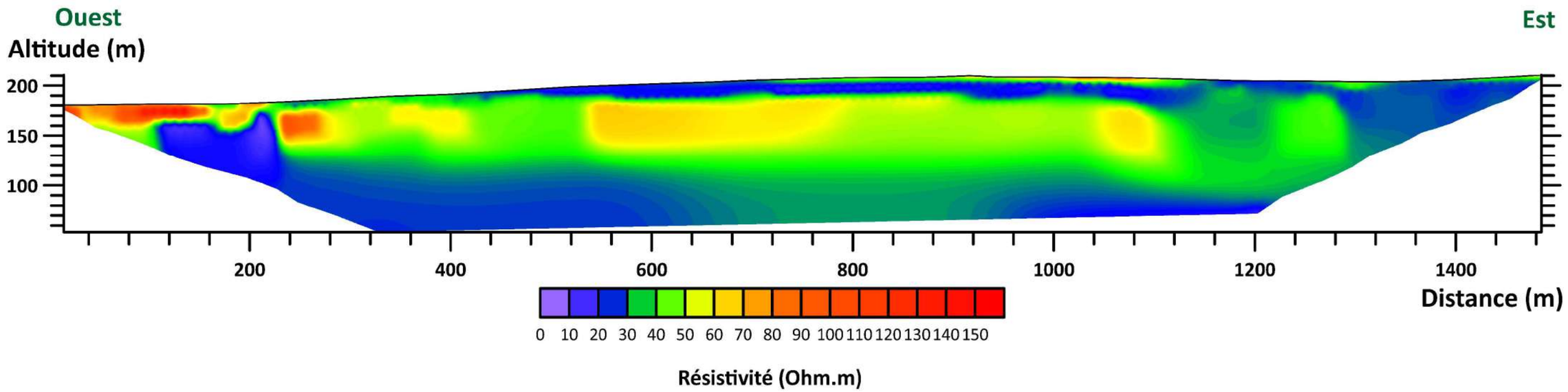


Figure 25 : Profil 6 partie Ouest avec une échelle de résistivité de 0 à 150 Ohm.m

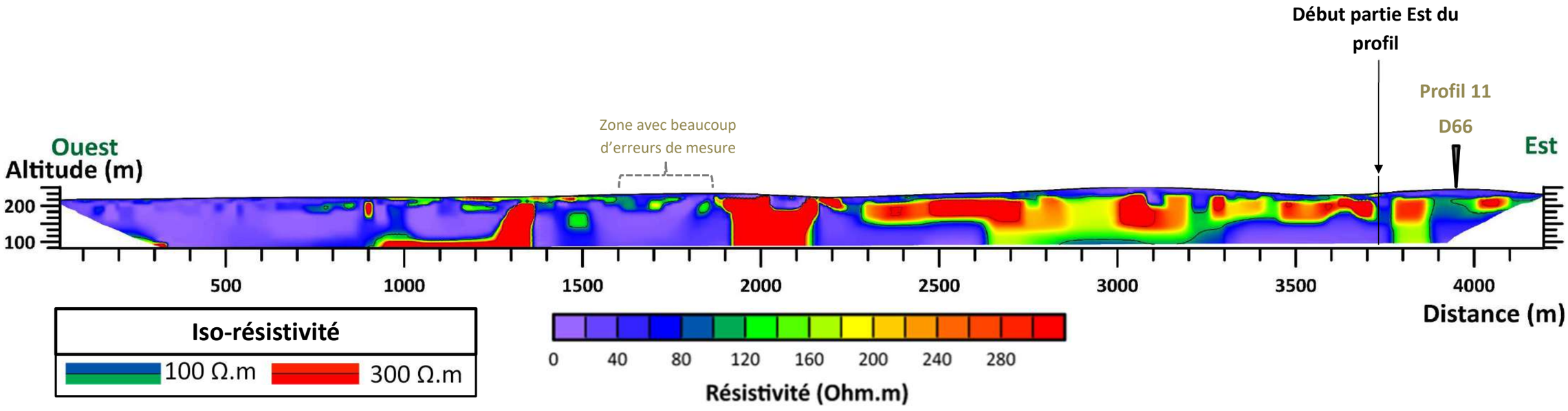


Figure 27 : Profil 6 partie centrale

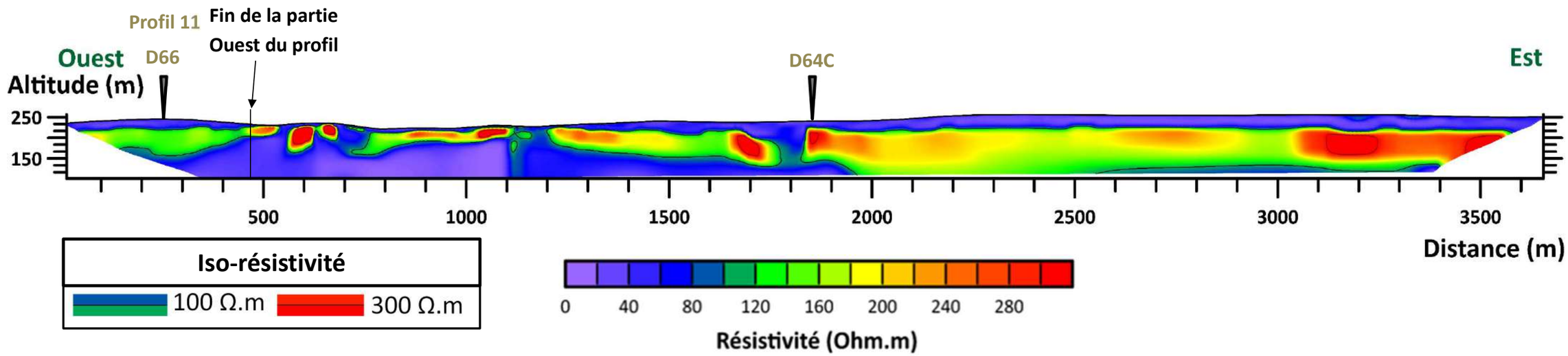


Figure 26: Profil 6 partie Est

6.7. Profil 7

6.7.1. Implantation du profil

Le profil 7 a été réalisé en 2 parties, cela pour une meilleure présentation des données au vu de la longueur du profil. Cependant, il n'y a pas de « trou » dans les données, car les 480 derniers mètres de la partie Ouest correspondent aux 480 premiers mètres de la partie Est. Il comporte 688 électrodes est mesure 6 870 mètres. L'électrode 1 est la plus au Nord (au sud de Peyzieux-sur-Saône), la 688 est la plus au Sud (au niveau du croisement avec la D88).

Le profil suit principalement des petites routes et des chemins orientés Nord-Sud, quelques champs ont été traversés sur de courtes distances pour garder le tracé le plus rectiligne possible. La partie nord du profil commence à la sortie sud de la commune de Peyzieux-sur-Saône, sa partie Sud se termine au Sud de Francheleins au niveau de la D88.

- ***Localisation** : électrode 1 : 46.124633, 4.815181– électrode 688 : 46.065128, 4.815876*

La **Figure 28** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.

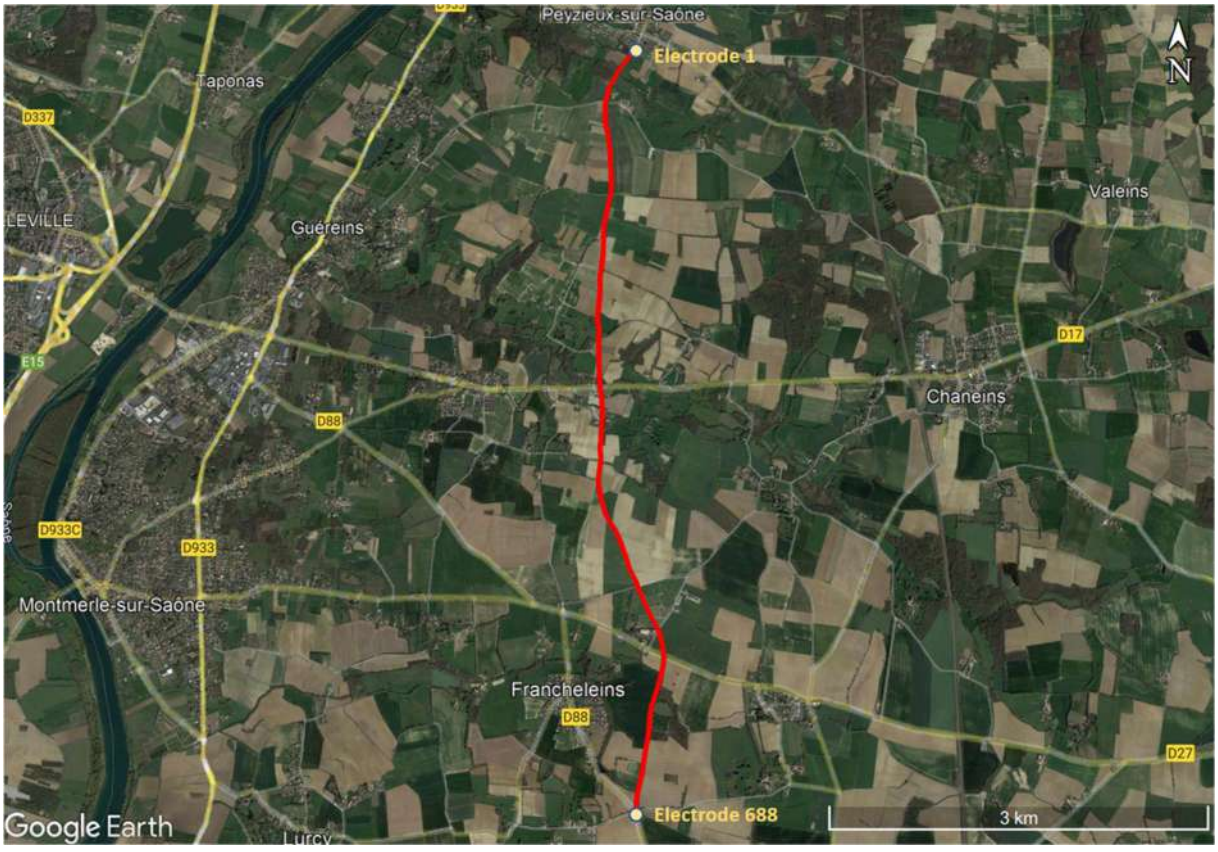


Figure 28 : Implantation du profil

6.7.1. Interprétation des données

Le profil 7 est présenté sur les **Figure 29, Figure 30, Figure 32** et **Figure 31** . Les résistivités observées sur ce profil sont globalement assez faibles, elles sont comprises entre 1 et 220 Ω.m, c'est pourquoi les données ont été présentées à une échelle de résistivité comprise entre 1 et 300 Ω.m, ainsi qu'à une seconde échelle comprise entre 1 et 150 Ω.m. Cela pour plus de lisibilité des données.

Sur la partie nord du profil présentée sur les **Figure 29** et **Figure 30,** on observe trois niveaux assez résistifs (entre 100 et 220 Ω.m). Celui en surface est épais d'environ 10 à 20 mètres et est présent entre 1000 et 2600 mètres. Deux autres sont visibles plus en profondeur, un entre 500 et 1000 mètres et le second entre 2700 et 2950 mètres, ils sont épais d'environ 50 mètres chacun. Au vu des valeurs de résistivité, il est probable que ces niveaux aient une dominante sableuse et peut être une composante graveleuse. Cependant les valeurs restant assez faibles, il est probable qu'une fraction argileuse puisse être présente dans les sédiments. Le reste du profil présente des résistivités globalement assez faible (<70 Ω.m), la nature des sédiments est probablement à dominante argileuse, silteuse et limoneuse, et donc principalement imperméable.

Sur la partie Sud du profil, qui est présentée sur les **Figure 32** et **Figure 31**, les résistivités restent globalement plus faibles que sur la section Nord. Quelques amas légèrement plus résistifs sont visibles principalement en surface. Sur le profil, où l'échelle de résistivité est comprise entre 1 et 150 Ω.m, ces amas prennent la forme d'un horizon présent en surface sur la majeure partie du profil. Les valeurs sont comprises entre 60 et 120 Ω.m, les sédiments possède donc surement une fraction sableuse. Sur le reste du profil et en profondeur, les résistivités restent inférieures à 40 Ω.m et la nature des sédiments est à priori principalement argileuse et/ou silteuse et donc globalement imperméable.

Le niveau des cailloutis de la Dombes recherché n'a pas pu être identifié sur ce profil.

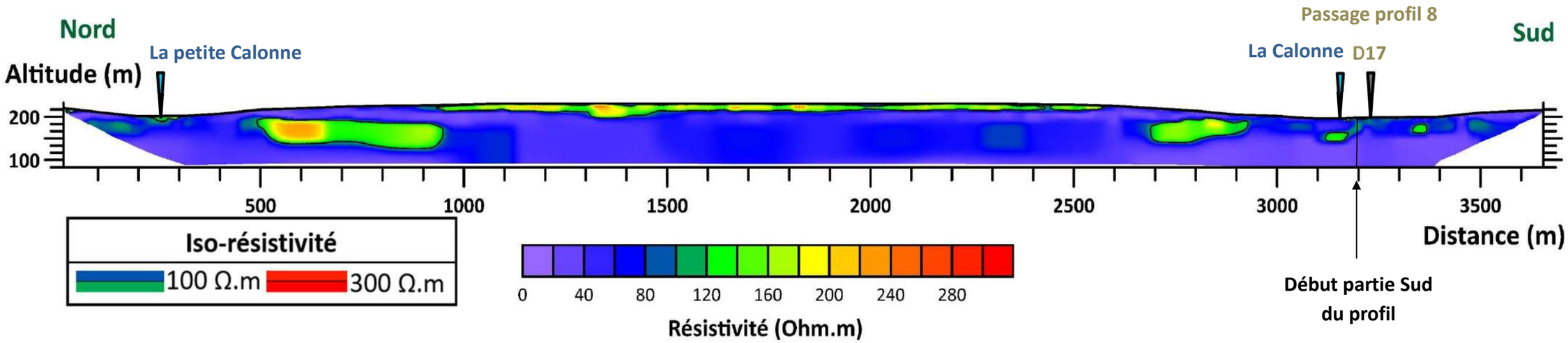


Figure 29 : Profil 7 partie Nord

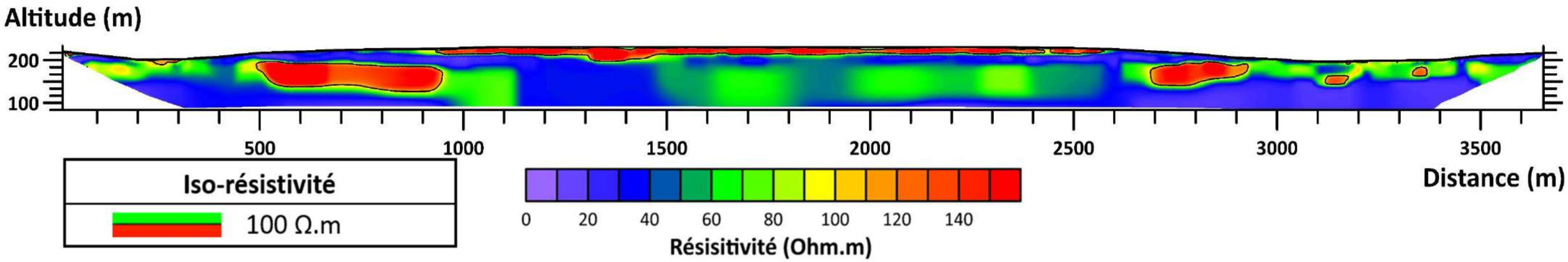


Figure 30 : Profil 7 partie Nord avec une échelle de résistivité de 0 à 150 Ohm.m

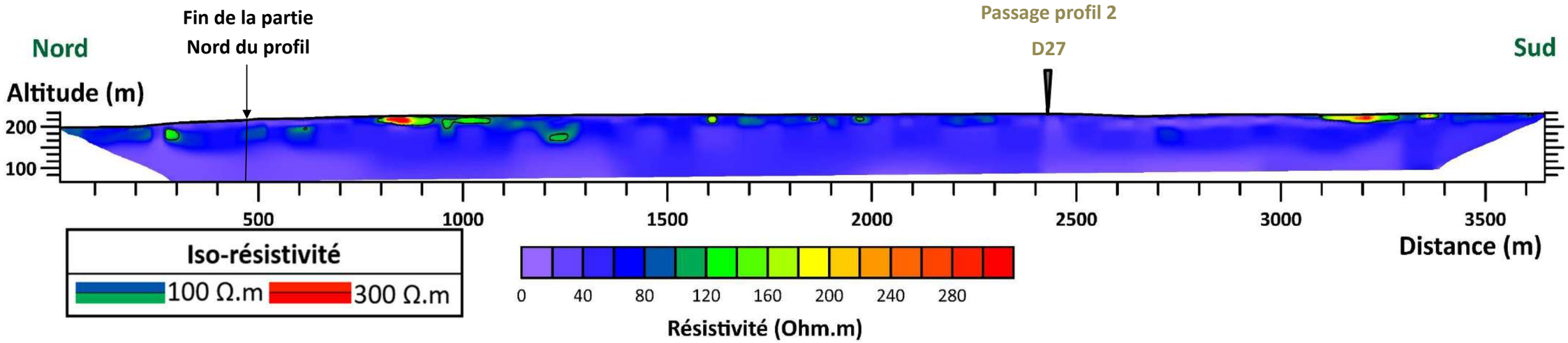


Figure 32 : Profil 7 partie Sud

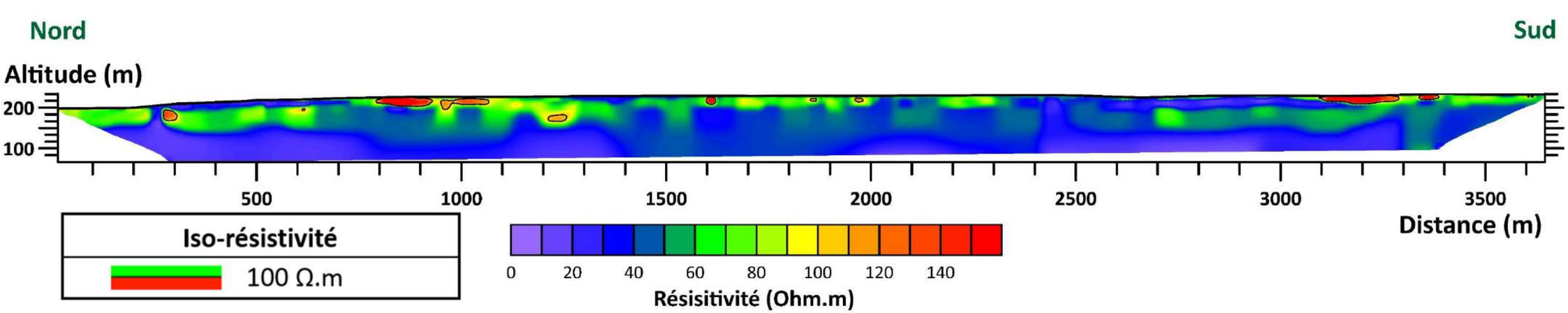


Figure 31 : Profil 7 partie Sud avec une échelle de résistivité de 0 à 150 Ohm.m

6.8. Profil 8

6.8.1. Implantation du profil

Le profil 8 comporte 304 électrodes et mesure 3030 mètres. L'électrode 1 est la plus à l'Ouest (sur la D17 à la sortie Est de Montceaux), la 304 est la plus à l'Est (sur la D17 à la sortie Ouest de Chaneins).

Sur sa totalité, le profil longe la D17. Il est délimité à l'Ouest par la commune de Montceaux et à l'Est par le lieu-dit « le Rocher ».

- ***Localisation** : électrode 1 : 46.097077,4.841807 – électrode 304 : 46.09601, 4.80280*

La **Figure 33** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.



Figure 33 : Implantation du profil 8

6.8.1. Interprétation des données

Le profil 8 est présenté sur la **Figure 34**, les résistivités observées sur ce profil varient entre 1 et 280 Ω.m.

Sur les premiers 1500 mètres, les résistivités restent assez faibles et généralement inférieures à 80 Ω.m. Les terrains sont à priori à dominante argileuse. Localement des niveaux plus résistifs sont présents, comme au niveau de la Calonne où les résistivités ont tendance à être légèrement plus importantes.

Sur la moitié Est des zones plus résistives sont présentes. La plus importante est située entre 1700 et 2300 mètres et entre 60 et 130 mètres de profondeur. Les résistivités sont comprises entre 100 et 280 Ω.m. D'autres niveaux moins étendus avec des caractéristiques similaires sont observables, comme entre 2650 et 2800 mètres. Les sédiments, qui composent ces structures, sont probablement à dominante sablo-graveleuse. Entre ces structures, les résistivités sont globalement assez faibles (< 40 Ω.m), les sédiments sont surement à dominante argileuse et donc principalement imperméables. La zone la plus étendu peut être considérée comme une zone d'intérêt majeure, cela au vu de la présence d'une couverture imperméable importante et de ses dimensions. Les autres zones résistives sont trop peu étendues et entrecoupées par des niveaux plus imperméables. Leurs potentiels aquifères sont donc probablement plus limités.

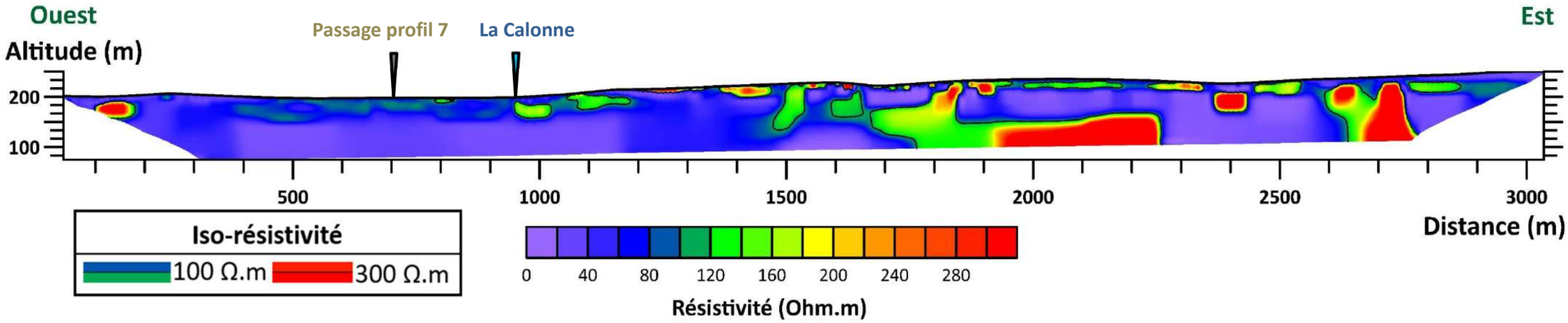


Figure 34 : Profil 8

6.9. Profil 9

6.9.1. Implantation du profil

Le profil 9 comporte 304 électrodes et mesure 3030 mètres. L'électrode 1 est la plus Au nord (sur la D75 à l'Ouest de Graboz), la 416 est la plus au Sud (sur la D75 à la sortie Nord de Chaneins).

Sur sa totalité, le profil longe la D75. La partie nord commence au sud de Saint-Etienne sur-Chalaronne. La partie Sud s'arrête au Nord de la commune de Chaneins. Une zone de champ a dû être traversée au nord du profil pour conserver un tracé le plus rectiligne possible.

- ***Localisation** : électrode 1 : 46.101887, 4.858183– électrode 416 : 46.138227, 4.868103*

La **Figure 35** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.



Figure 35 : Implantation du profil 9

6.9.1. Interprétation des données

Le profil 9 est présenté sur la **Figure 36**, les résistivités observées sur ce profil varient entre 1 et 350 Ω.m.

Sur ce profil, on observe un niveau résistif présent entre 500 et 2900 mètres, dont les résistivités sont comprises entre 100 et 350 Ω.m. Ce niveau s'interrompt entre 2900 et 3450 mètres, puis est de nouveau présent jusqu'à la fin du profil. Entre 500 et 1000 mètres, le niveau semble affleurant, il va cependant rapidement « plonger » et à partir de 1000 mètres une couverture de faible résistivité (à priori imperméable) est présente sur tout le reste du profil. Cette couverture s'épaissi en allant vers le Sud, son épaisseur maximale est d'une trentaine de mètres et cela à partir de 1900 mètres. Ce niveau épais en moyenne d'une cinquantaine de mètre est probablement à dominante sablo-graveleuse au vu des résistivités rencontrées (il correspond probablement aux cailloutis de la Dombes). Ses dimensions, ainsi que la présence d'une couverture imperméable sur une grande partie de sa surface, en fait une zone d'intérêt majeure avec un bon potentiel aquifère.

Sous ce niveau les résistivités restent inférieures à 50 Ω.m, les terrains sont surement à dominante argileuse et/ou silteuse et donc globalement imperméables.

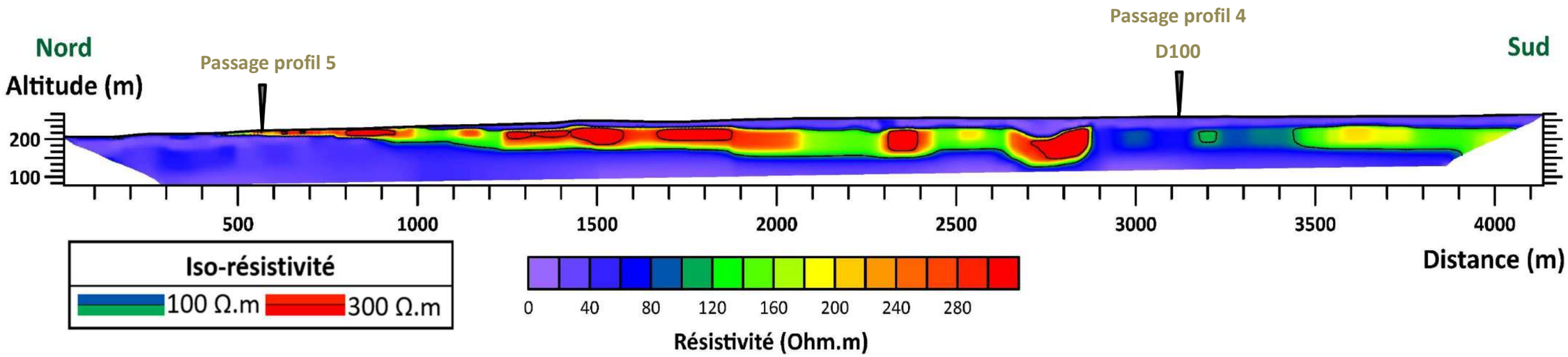


Figure 36 : Profil 9

6.10. Profil 10

6.10.1. Implantation du profil

Le profil 10 est segmenté en trois parties, le tracé a été coupé au niveau des communes de Ville Sollier et de Dompierre-sur-Chalaronne. Il comporte 285 électrodes sur sa partie Ouest, 112 sur sa partie centrale et 144 sur sa partie Est, pour un total de 541 électrodes. La partie Ouest mesure 2840 mètres, la partie centrale 1110 mètres et la partie Est 1430 mètres (au total 5380 mètres). L'électrode 1 est la plus à l'Ouest (au niveau de la voie ferrée sur la D7 pour la partie Ouest), la dernière électrode est la plus à l'Est (à l'entrée Ouest de Clémenciat sur la D7 pour la partie Est).

La partie Ouest du profil commence dans une zone de champs au niveau du croisement entre la voie ferrée et la D7, elle se termine à la limite communale de Ville Sollier. Le tracé longe la D7 sur toute cette section du profil. Sur sa partie centrale, le tracé suit toujours la D7. Cette section est délimitée par Ville Sollier à l'ouest et de Dompierre à l'Est. Sur sa partie Est, le profil suit toujours la D7 jusqu'à la commune de Clémenciat. Un champs a été traversé pour garder le tracé le plus rectiligne sur cette dernière section.

- ***Localisation partie Ouest :*** *électrode 1 : 46.162771, 4.846325 – électrode 285 : 46.148183, 4.875182*
- ***Localisation partie centrale*** *: électrode 1 : 46.14642, 4.88317 – électrode 112 : 46.14313, 4.89641*
- ***Localisation partie Est*** *: électrode 1 : 46.141681, 4.907777– électrode 144 : 46.135311, 4.923872*

La **Figure 37** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.



Figure 37 : Implantation du profil 10

6.10.1. Interprétation des données

Le profil 10 est présenté sur les **Figure 39, Figure 38, Figure 41** et **Figure 40,** les résistivités sont variables en fonctions des sections du profil. Sur la partie Ouest, les résistivités sont globalement comprises entre 1 et 120 Ω.m, même si elles peuvent atteindre 250 Ω.m très localement. Sur la partie centrale, elles atteignent 750 Ω.m. Sur la section la plus à l'Est, elles sont comprises entre 1 et 450 Ω.m.

La partie Ouest du profil (**Figure 39 et Figure 38,**) se divise en deux entités principales. Celle plus en surface est constituée d'un horizon légèrement résistif d'une épaisseur de 20 à 40 mètres. Les résistivités observées sont comprises entre 60 et 120 Ω.m (avec quelques petites zones où la résistivité est plus élevée). Les sédiments, qui composent ce niveau, sont probablement composés de sables plus ou moins argileux. Sous ce niveau, les résistivités restent inférieures à 40 Ω.m. Les terrains sont donc à dominante argileuse et/ou silteuse.

La partie centrale du profil (**Figure 41**) peut aussi se subdiviser en deux entités. La première est globalement peu résistive (<50 Ω.m), elle est présente sur tout le profil. Son épaisseur est comprise entre 30 à 90 mètres. Cette entité est à priori à dominante argileuse, silteuse et/ou limoneuse, et donc globalement imperméable. Sous ce niveau, un horizon résistif est présent. La résistivité grimpe rapidement pour atteindre des valeurs maximales de l'ordre de 750 Ω.m. L'épaisseur de cet horizon varie entre 40 et 70 mètres. Au vu des résistivités, la nature des sédiments doit à priori être à dominante graveleuse et/ou sablo-graveleuse. Les fortes résistivités peuvent laisser à penser que le milieu est peut-être induré ou partiellement induré, dans ce cas la perméabilité du milieu pourrait en être diminuée.

Sur la partie Est du profil (**Figure 40**), on observe un horizon résistif quasi continu et épais en moyenne d'une cinquantaine de mètre. La profondeur de ce niveau varie entre 5 et 40 mètres. Les résistivités observées sur ce niveau sont comprises entre 100 et 450 Ω.m, ces valeurs laissent à penser à des formations à une dominante graveleuse et/ou sablo-graveleuse pour cet horizon. Ce niveau est entrecoupé de niveaux peu résistifs (donc à priori imperméable), autour de 400 mètres et entre 1000 et 1100 mètres. Il reste cependant continu sur plus de 600 mètres sur sa portion la plus étendue. Au-dessus et au-dessous de ce niveau, les résistivités sont globalement inférieures à 60 Ω.m. Les terrains sont à priori à dominante argileuse, silteuse et/ou limoneuse, donc d'une nature globalement imperméable. Les caractéristiques de cet horizon résistif, ainsi que la présence d'une couverture imperméable, font de cette zone une zone d'intérêt majeure avec un bon potentiel aquifère.

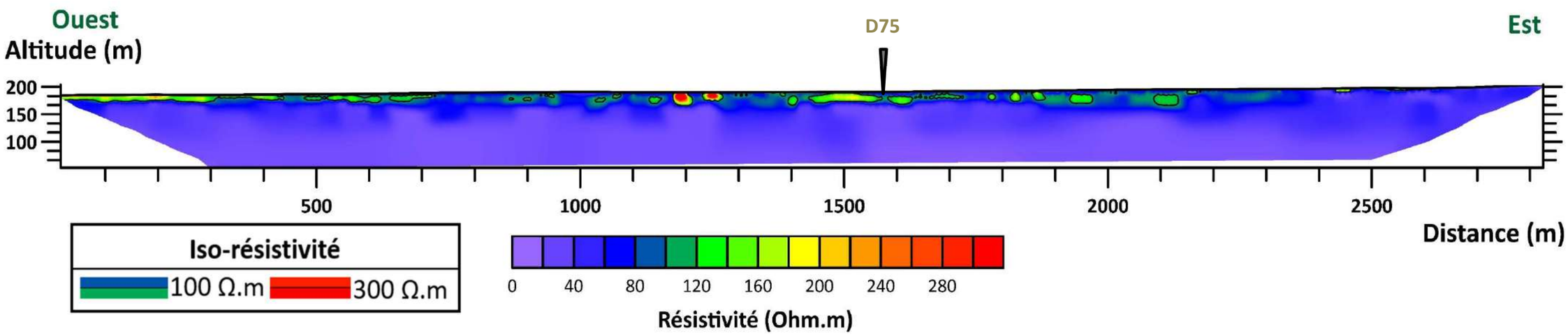


Figure 39 : Profil 10 partie Ouest

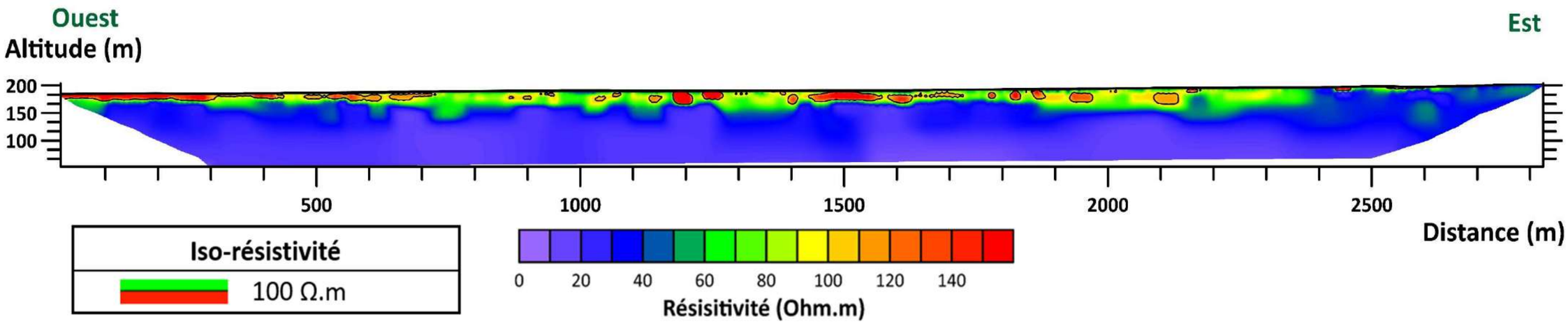


Figure 38 : Profil 10 partie Ouest avec une échelle de résistivité de 0 à 150 Ohm.m

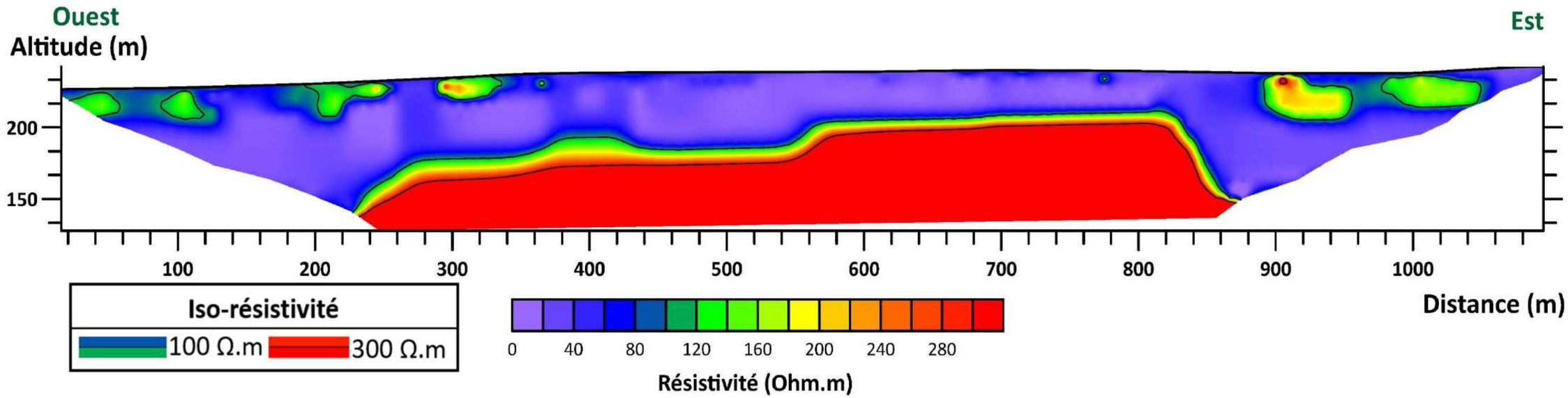


Figure 41 : Profil 10 partie centrale

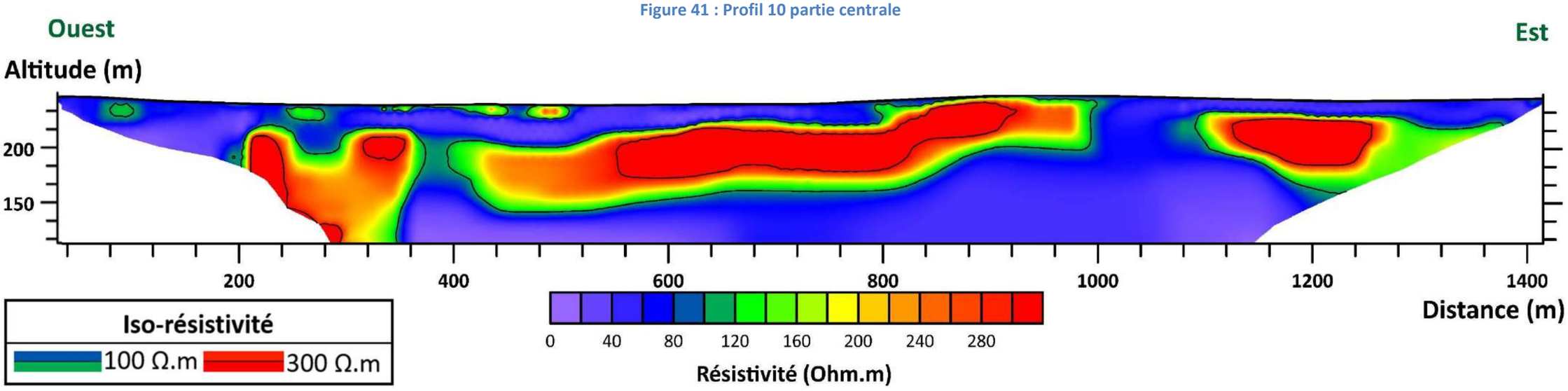


Figure 40 : Profil 10 partie Est

6.11. Profil 11

6.11.1. Implantation du profil

Le profil 11 comporte 301 électrodes et mesure 3000 mètres. L'électrode 1 est la plus Au nord (sur la D66), la 416 est la plus au Sud (sur la D66 à la sortie Nord de Dompierre-sur-Chalaronne).

Sur sa totalité le profil longe la D66. La partie nord commence au niveau de l'impasse de Combabonet. La partie Sud s'arrête au Nord de la commune de Dompierre-sur-Chalaronne.

- ***Localisation** : électrode 1 : 46.16947, 4.89901– électrode 416 : 46.143716, 4.905386*

La **Figure 42** ci-dessous montre l'implantation et l'orientation du profil.



Figure 42 : Implantation du profil 11

6.11.1. Interprétation des données

Le profil 11 est présenté sur la **Figure 43**, les résistivités observées sur ce profil varient entre 1 et 650 Ω.m.

Sur ce profil, on observe un niveau résistif, qui est présent sur toute la distance. Les résistivités sont comprises entre 100 et 650 Ω.m. Ce niveau s'interrompt entre 1400 et 1600 mètres, mais cela est surement dû à des erreurs de mesures provoquées par la présence de remblai sur le tracé. Cela n'a pas permis une bonne circulation du courant électrique dans le sol et le sous-sol, et à altéré la qualité de la mesure. Le niveau résistif est en fait probablement continu sur cette portion. Ce niveau est épais en moyenne de 50 à 60 mètres. Les résistivités observées laissent penser que les sédiments qui composent cet horizon résistif sont à dominante sablo-graveleuse. Au-dessus de ce niveau est présent quasiment en continu un niveau peu résistif, imperméable, dont l'épaisseur peut atteindre les 30 mètres. En dessous du niveau résistif, les résistivités restent globalement inférieures à 50 Ω.m, les terrains sont à priori à dominante argileuse, silteuse et/ou limoneuse (imperméable). L'étendu du niveau résistif, son épaisseur ainsi que la présence d'une couverture imperméable nous permettent de classer tout ce profil comme zone d'intérêt majeure avec probablement un bon potentiel aquifère.

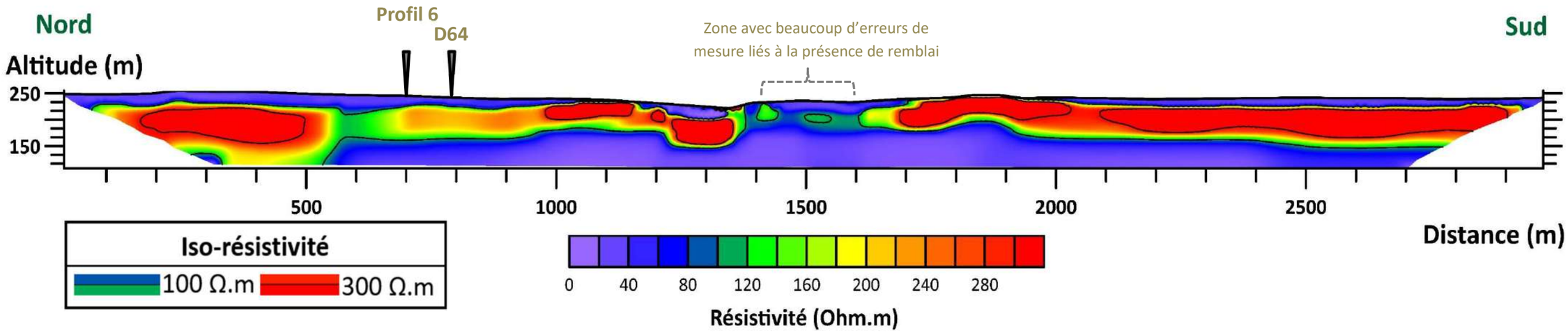


Figure 43 : Profil 11

7. Bilan des résultats de géophysique

Les différentes zones d'intérêt majeur sont récapitulées en

. Pour rappel, ces zones ont été sélectionnées par rapport aux critères suivants :

- Une couverture peu résistive (imperméable), qui permet d'avoir une protection naturelle contre les pollutions anthropiques – l'aquifère apparait être moins vulnérable ;
- Une étendue verticale et horizontale relativement importante, ce qui permet d'avoir une plus grande réserve et des limites d'alimentation moins proches.
- La résistivité de ces zones est généralement comprise entre 100 et 600 Ω.m. La nature des terrains est donc à priori à dominante sablo-graveleuse et les sédiments ne sont à priori pas trop indurés.

Ces zones serviront à déterminer des propositions d'emplacements pour des forages de reconnaissance.

Il ressort trois principales zones d'intérêt. La zone 1 est celle ou les séries résistives sont les plus étendues et les plus épaisses. La seconde zone présente plusieurs sous zones, dont deux vont être très intéressantes aux vues des leurs configurations et des caractéristiques physiques des sédiments. Sur la zone 3 on retrouve une sous zone qui est vraiment intéressante, celle sur le profil 2 ou les séries réunissent toutes les caractéristiques précédemment décrites.

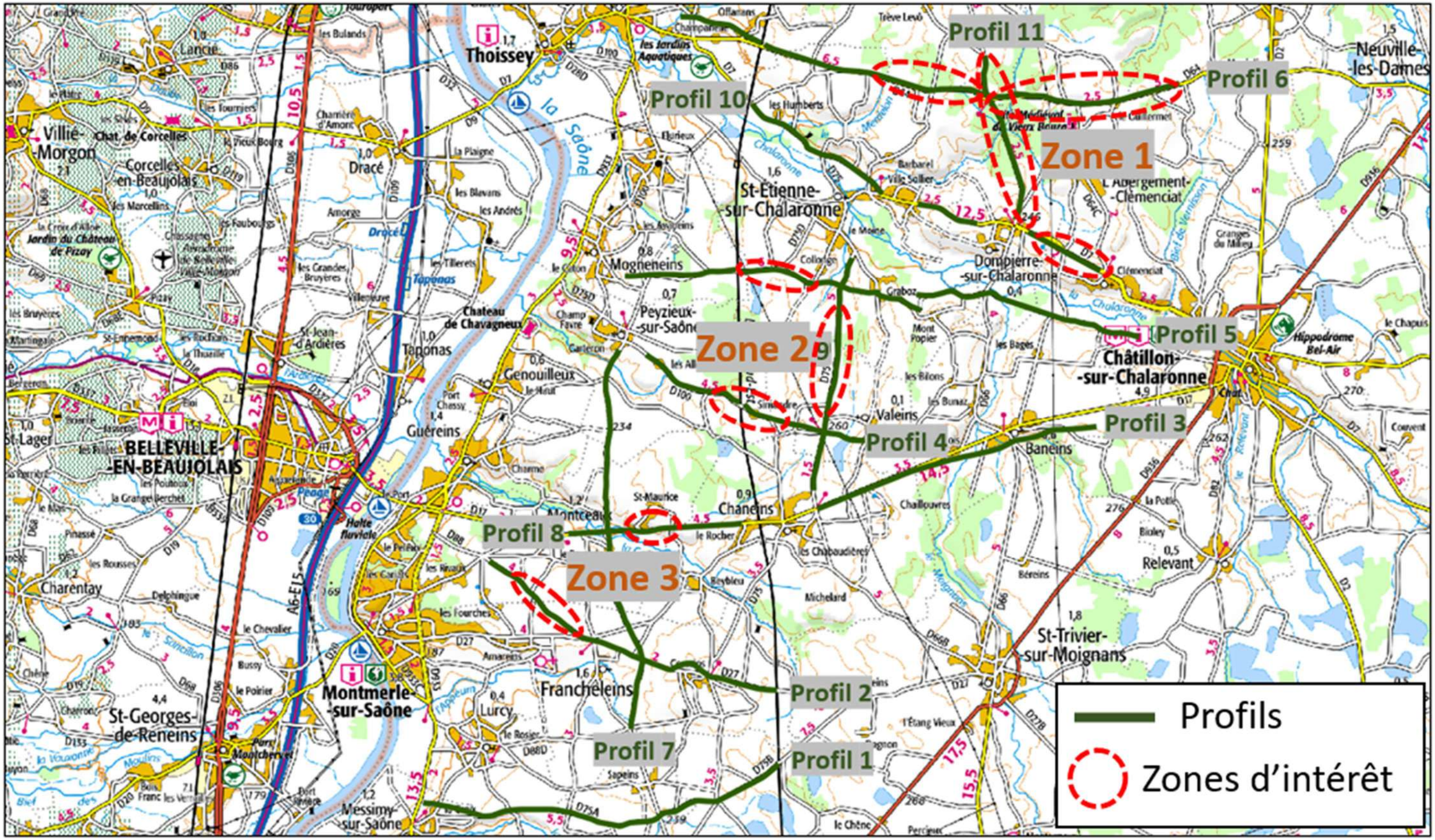


Figure 44 : Zones d'intérêt majeur des deux phases d'acquisitions

8. Analyse multicritère pour la hiérarchisation des zones d'intérêt

Afin d'identifier les zones les plus favorables à la réalisation de forages de reconnaissance, il a été effectué une analyse multicritère. Celle-ci reprend les mêmes critères que celle effectuée par le bureau d'étude BURGEAP (Transmissivité, Concentration en nitrate, Couverture aquifère et Pression polluante) en réajustant ces derniers par rapport aux résultats géophysiques, et nous avons ajouté une couche Epaisseur de l'aquifère, qui comme le montrent les résultats géophysiques, n'est pas répartie de façon homogène sur l'ensemble du territoire.

A chaque critère sont associées des classes comprises entre 1 (le plus discriminant) et 4 (le plus favorable). Le croisement de ces critères est ensuite effectué en appliquant une pondération pour chacun.

Ici, nous avons repris les mêmes coefficients de pondération que l'étude réalisée par BURGEAP, si ce n'est pour la transmissivité, où le coefficient a été divisée par 2, puis affecté au critère supplémentaire Epaisseur de l'aquifère. Les coefficients de pondération sont les suivants :

- La transmissivité de l'aquifère (productivité) – poids 15 % ;
- L'épaisseur de la couverture sus-jacente à l'aquifère – poids 20 % ;
- Les pressions polluantes (lié à l'occupation des sols) – poids 15 % ;
- La concentration en nitrates des eaux souterraines – poids 15 % ;
- L'épaisseur de l'aquifère – poids 35 %.

A la suite de cette analyse nous avons comparé la carte obtenue avec divers autres éléments ne pouvant être intégrés à proprement dit dans l'analyse multicritère tel qu'effectuée. Les autres éléments pris en compte pour la hiérarchisation des sites sont :

- Les zones environnementales protégées ;
- La piézométrie ;
- Le potentiel d'infiltration des eaux ;
- Le lien avec les cours d'eau ;
- Les forages existants.

8.1. Analyse multicritère par pondération

8.1.1. Critère n°1 : La transmissivité de l'aquifère

La transmissivité a été calculée pour évaluer la productivité des cailloutis. Le zonage a été repris par rapport à l'étude effectuée par BURGEAP, qui avait effectué une interpolation des données recueillies, selon une méthode de pondération par distance inverse via une quarantaine de points au niveau de la masse d'eau. Au niveau du secteur d'étude objet de cette étude, seul un ouvrage est renseigné. L'interpolation a donc été effectuée avec des ouvrages autour de la zone. L'interpolation peut être qualifiée de moyenne étant donné l'éloignement des différents points et l'hétérogénéité spatiale de l'aquifère.

Tableau 2 : Identification et description des classes du critère transmissivité

Classe	Transmissivité	Description
Classe 1	< 5.10^{-4} m²/s	Zones les moins productives
Classe 2	5.10^{-4} à $2,5.10^{-3}$ m²/s	Productivité moyenne
Classe 3	$2,5.10^{-3}$ à 1.10^{-2} m²/s	Bonne productivité
Classe 4	> 1.10^{-2} m²/s	Productivité très forte

La *Figure 45* présente la carte de la répartition des différentes classes au niveau de la zone d'étude. Il est possible d'identifier la présence d'un couloir central avec une bonne transmissivité. Sur la bordure Sud-Est et la partie Nord, la transmissivité serait plus faible.

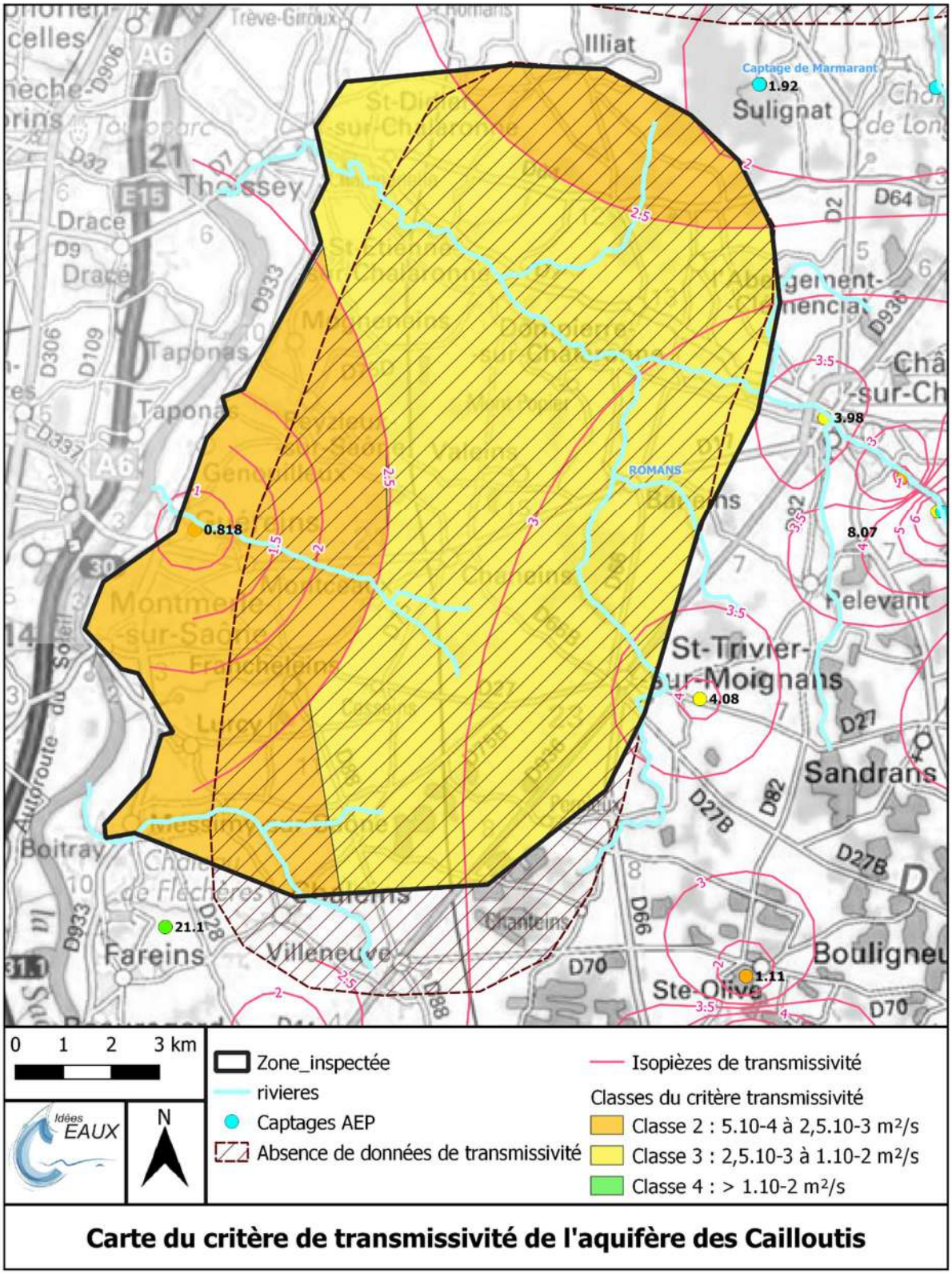


Figure 45 : Carte du critère de transmissivité de l'aquifère des Cailloutis

8.1.1. Critère n°2 : L'épaisseur de la couverture aquifère

Pour ce critère, nous avons évalué l'épaisseur de la couche à partir des données de géophysique et comparé pour vérification avec les 4 ouvrages présents sur la zone.

Tableau 3 : Identification et description des classes du critère épaisseur de couverture

Classe	Epaisseur	Description
Classe 1	0 - 10 m	Faible protection
Classe 2	10 – 30 m	Protection moyenne
Classe 3	30 – 60 m	Bonne protection
Classe 4	>60 m	Très bonne protection

La Figure 46 met en évidence la répartition des différentes classes. Il est possible de constater que la couverture argileuse à limoneuse est très importante à l'Est de la zone inspectée. Une quasi absence de couverture de protection est identifiée au niveau de l'axe de Dompierre-sur-Chalaronne et Saint-Etienne-sur-Chaloronne, ainsi qu'au niveau de la bordure Ouest au niveau de Montmerle-sur-Saône.

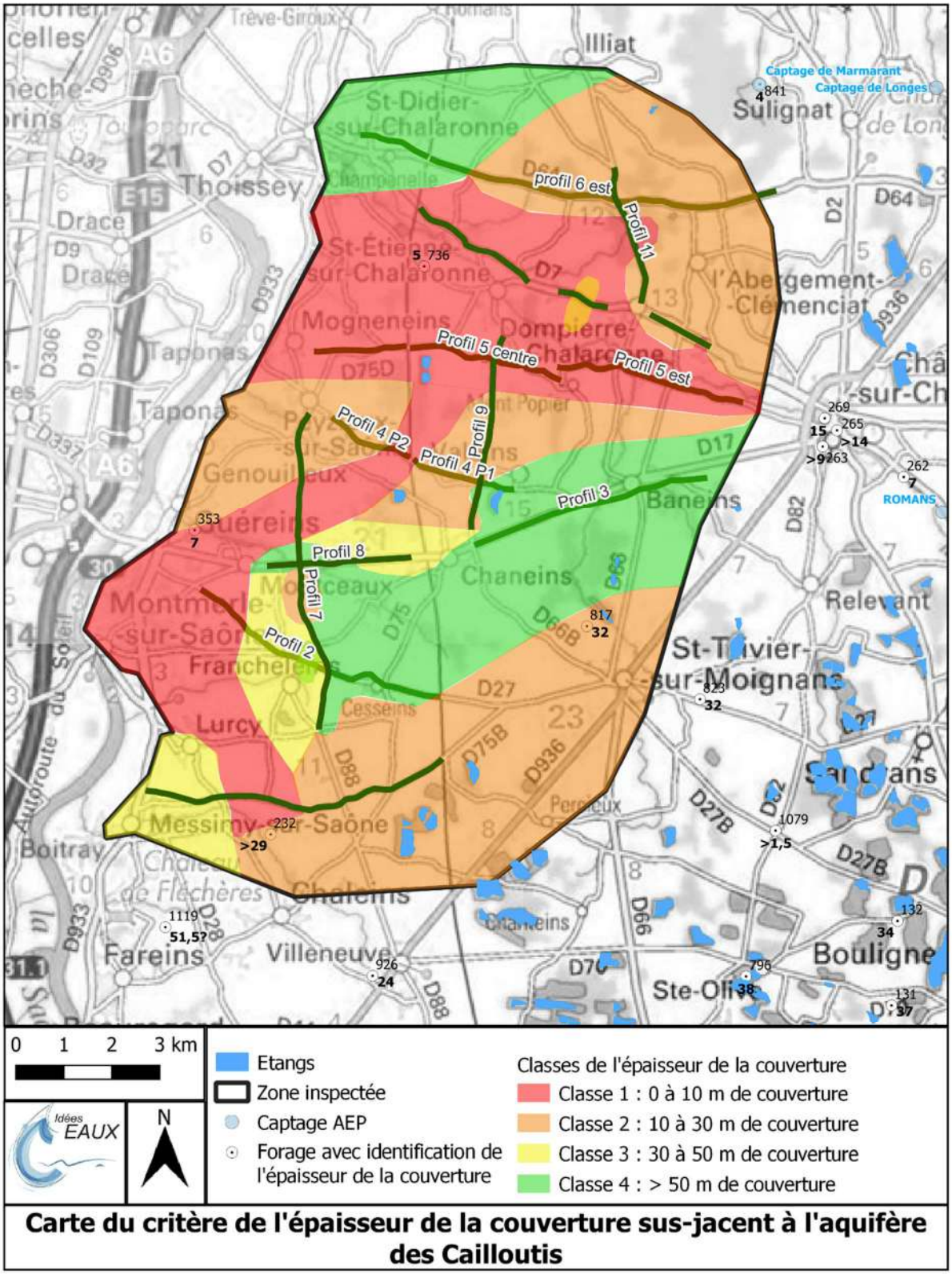


Figure 46 : Carte du critère épaisseur de la couverture de l'aquifère

8.1.1. Critère n°3 : Concentration en nitrate

Pour ce critère, nous avons repris la carte effectuée par le bureau d'étude BURGEAP. Il a considéré le critère nitrate du fait d'une occupation des sols majoritairement agricole. Au niveau de la zone inspectée, seul un forage a permis d'avoir une mesure, autour de la zone on note trois ouvrages. La fiabilité du zonage apparait être relativement faible.

Tableau 4 : Identification et description des classes concentration en nitrate

Classe	Concentration en nitrate	Description
Classe 1	>40 mg/l	Pression forte et pas/peu de protection de la ressource
Classe 2	25 à 40 mg/l	Pression moyenne à forte et protection faible à inexistante
Classe 3	10 à 25 mg/l	Pression modérée à moyenne et/ou protection moyenne à bonne
Classe 4	< 10 mg/l	Peu de pression ou très bonne protection

La Figure 47 met en évidence la répartition des différentes classes. Il est possible de constater que la partie Est et Sud apparait être impactée par les nitrates contrairement au couloir central où la concentration est plus modérée. Une petite zone au Nord-Est présente de très faibles concentrations.

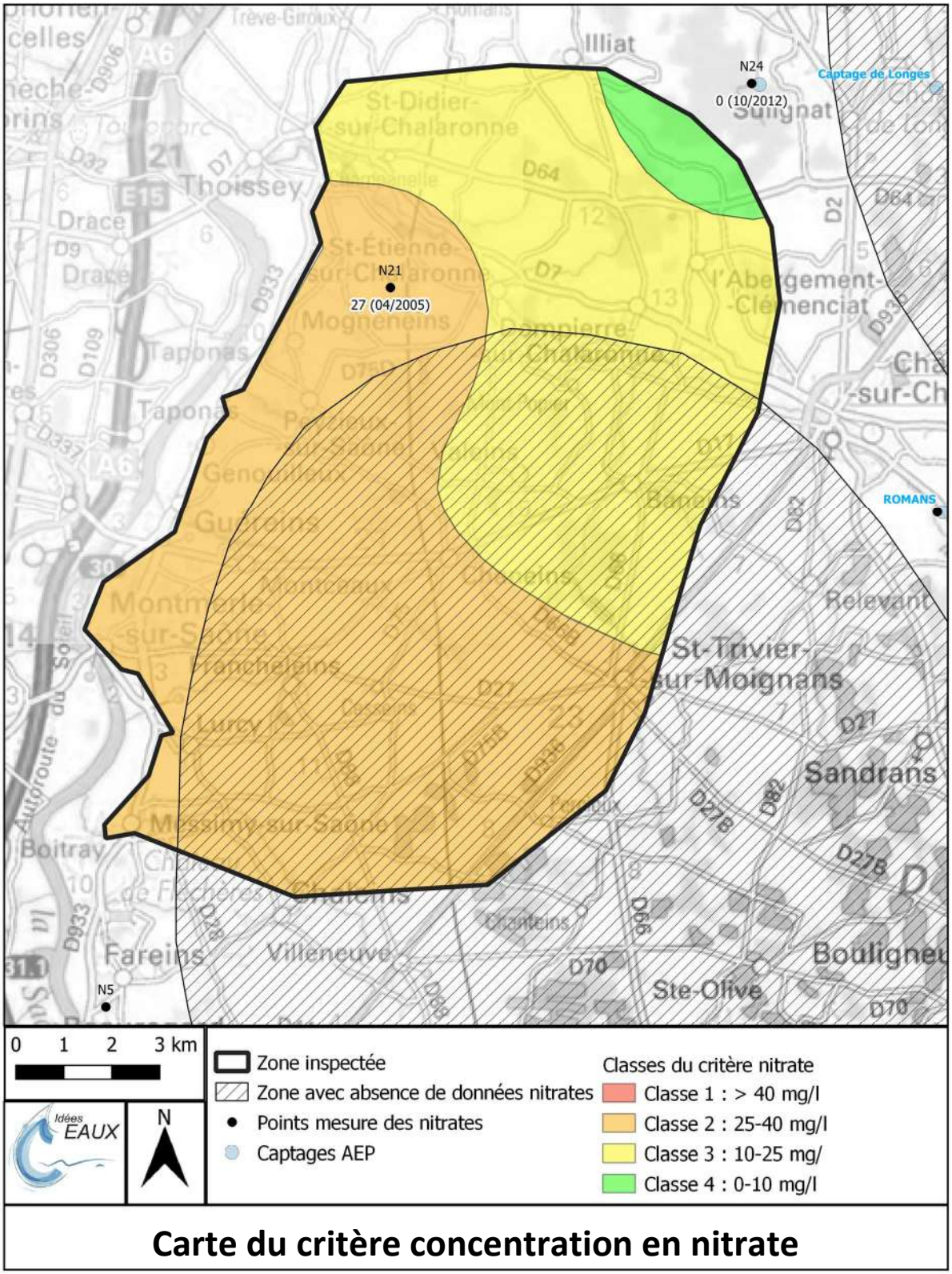


Figure 47 : Carte du critère concentration en nitrate

8.1.1. Critère n°4 : Pression polluante

Pour ce critère, nous avons repris la carte effectuée par le bureau d'étude BURGEAP. Le zonage avait été effectué à partir de la base de données Corine Land Cover.

Tableau 5 : Identification et description des classes concentration en nitrate

Classe	Occupation des sols	Type de pression
Classe 1	Zones industrielles ou commerciales, réseau de communication, décharges et carrières	Pression très importante
Classe 2	Zone urbanisée dense	Pression importante
Classe 3	Zones essentiellement agricoles, zones urbanisées peu denses	Pression moyenne
Classe 4	Espaces verts, prairies, marais forêt et surface en eau	Pression faible

La Figure 48 met en évidence la répartition des différentes classes. Il est possible de constater que la majorité de la zone inspectée est agricole. 20 % de la superficie correspond à des zones de prairies ou de forêt. Il n'y a pas de grosse agglomération.

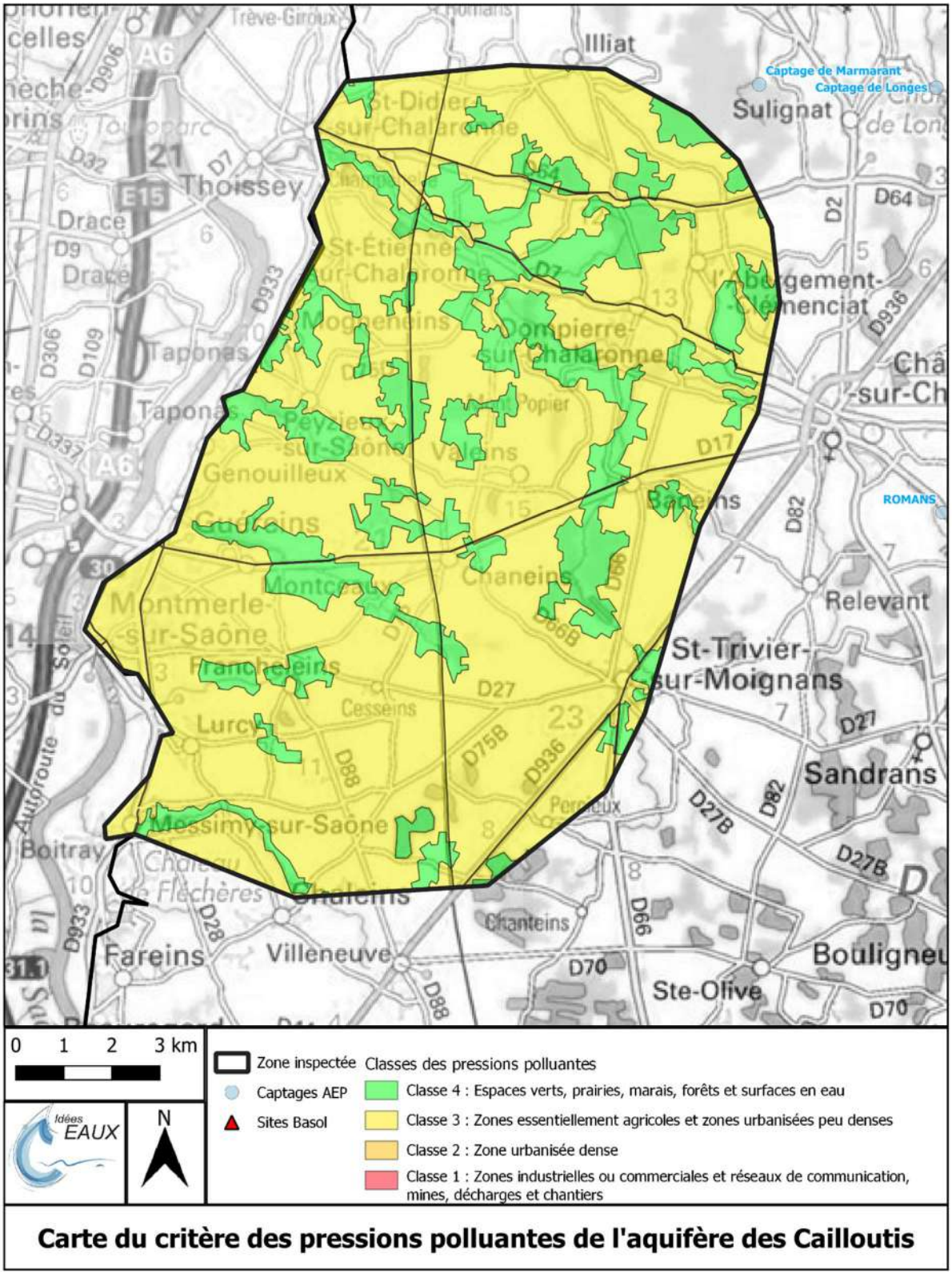


Figure 48 : Carte du critère Pressions polluantes

8.1.1. Critère n°5 : L'épaisseur de l'aquifère

Pour ce critère, nous avons évalué l'épaisseur de la couche à partir des données de géophysique et comparé pour vérification avec les 4 ouvrages présents sur la zone. Les profils géophysiques ont permis de constater que l'aquifère n'était pas réparti de façon uniforme et homogène. Celle-ci n'est pas présente sur l'ensemble de secteur, elle semble se développer en chenaux. *Attention, les résultats géophysique n'ont pas été recalés avec des forages de reconnaissance (pas de forage dans le secteur), l'identification des zones dites « aquifères » n'est pas vérifiée, notamment si une partie des cailloutis est cimentée.*

Tableau 6 : Identification et description des classes du critère épaisseur de l'aquifère

Classe	Epaisseur	Description
Classe 1	0-15 m	Pas d'aquifère
Classe 2	10-45 m	Epaisseur aquifère potentiellement intéressante
Classe 3	45-60 m	Epaisseur potentiellement aquifère bonne
Classe 4	>60 m	Epaisseur potentiellement aquifère très bonne

La Figure 49 met en évidence la répartition des différentes classes. Il est possible de constater qu'il n'y a à priori pas d'aquifère au niveau de l'axe Baneins / Saint Didier-sur-Chalaronne, ni au niveau de Peyzieux-sur-Saône et entre Francheleins et Messimy-sur-Saône. Les zones, où la zone aquifère apparait la plus importante, se situent au Nord au niveau de l'Abergement-Clémenciat, de Montmerle-sur-Saône et de Valeins.

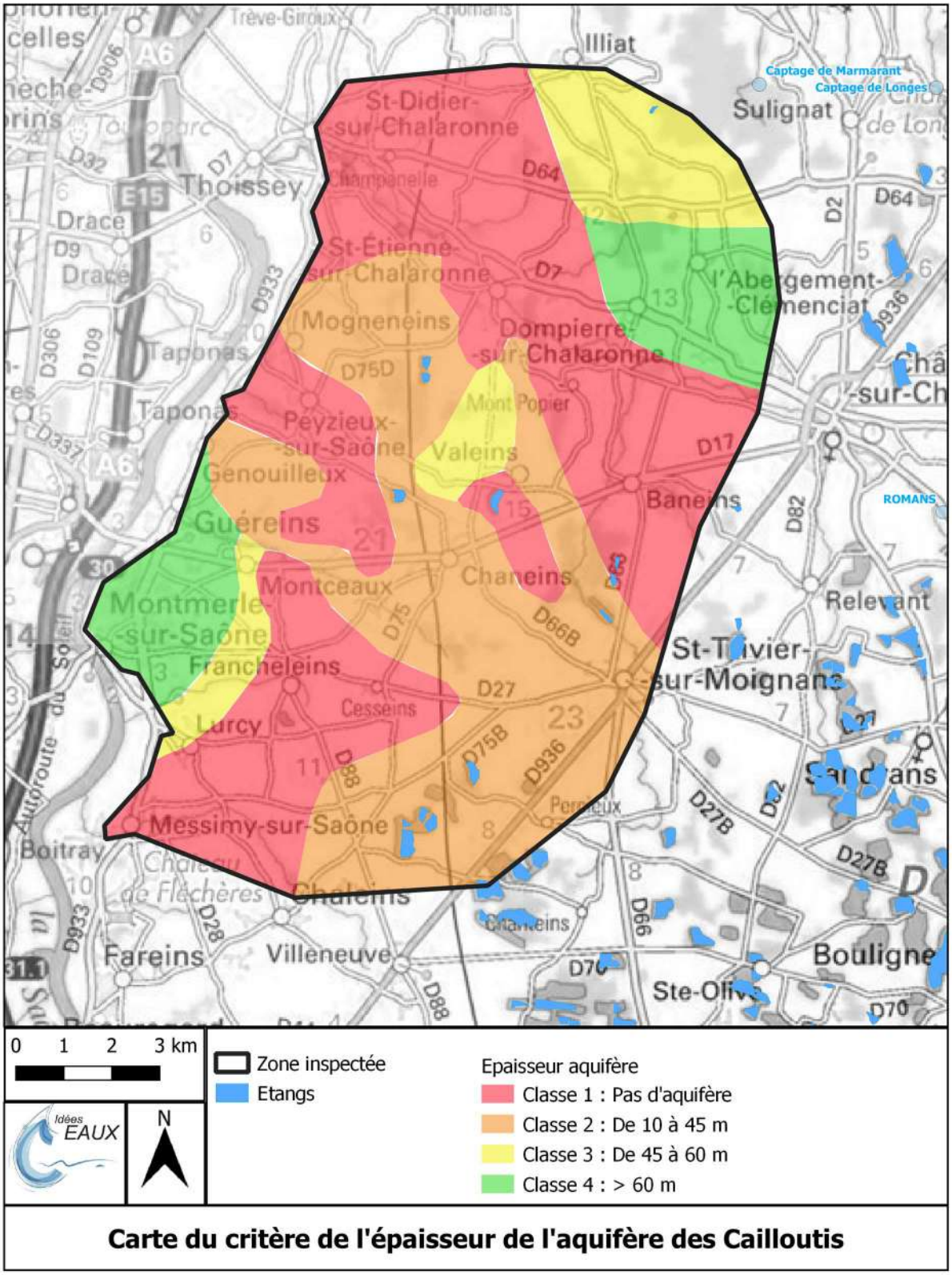


Figure 49 : Carte du critère épaisseur de l'épaisseur de l'aquifère

8.1.2. Prédétermination des zones favorables pour l'eau potable

Pour identifier les zones les plus favorables pour l'exploitation de l'aquifère des cailloutis, la somme des pondérations suivantes a été effectuée :

0,15 * critère transmissivité + 0,20 * critère épaisseur de la couverture + 0,15 * critère nitrates + 0,15 * critère pression polluante + 0,35 * épaisseur de l'aquifère

Tableau 7 : Identification et description des classes des zones favorable pour l'eau potable

Classe	Epaisseur	Description
Classe 1	1 - 2	Aquifère très peu productif et/ou épaisseur de la couverture très faible et/ou qualité des eaux de la nappe dégradées et/ou présence de pollutions avérées ou de pressions polluantes trop importantes et/ou épaisseur aquifère peu importante
Classe 2	2 – 2,5	Aquifère peu productif et/ou épaisseur de couverture faible et/ou qualité des eaux de la nappe mauvaise et/ou pressions polluantes peu compatibles avec un usage AEP de la nappe et/ou épaisseur aquifère moyennement intéressante
Classe 3	2,5 – 2,8	Aquifère moins productif et/ou disposant d'une protection de la couverture plus faible et/ou qualité des eaux de la nappe moyenne et/ou existence de pressions polluantes
Classe 4	2,8 – 3	Aquifère productif, disposant d'une bonne protection de la couverture, qualité des eaux de la nappe bonne et absence de pressions polluantes, bonne épaisseur aquifère
Classe 5	3-4	Aquifère très productif, disposant d'une très bonne protection de la couverture, qualité des eaux de la nappe bonne et absence de pression polluante

La Figure 50 présente les résultats de l'analyse multicritère. Elle permet d'identifier les zones où le potentiel aquifère est à priori le plus intéressant. La zone apparaissant la plus intéressante se situe au Nord-Est au niveau de l'Abergement-Clémenciat, puis une plus centrale entre Dompierre-sur-Chalaronne et Valeins, et vers le secteur de Monceaux. Nous avons implanté sur cette carte les forages de reconnaissance, qui permettraient de vérifier/recaler les profils géophysiques et d'identifier le potentiel d'exploitation de la nappe sur les secteurs les plus intéressants. Les forages sont hiérarchisés du plus au moins intéressant (de F1 à F5).

Attention, le résultat de cette carte est à prendre avec précaution, car plusieurs zonages ont fait l'objet d'interpolation. Les forages proposés sont positionnés sur les profils géophysiques (information plus précise et permettra de caler les résultats de géophysique).

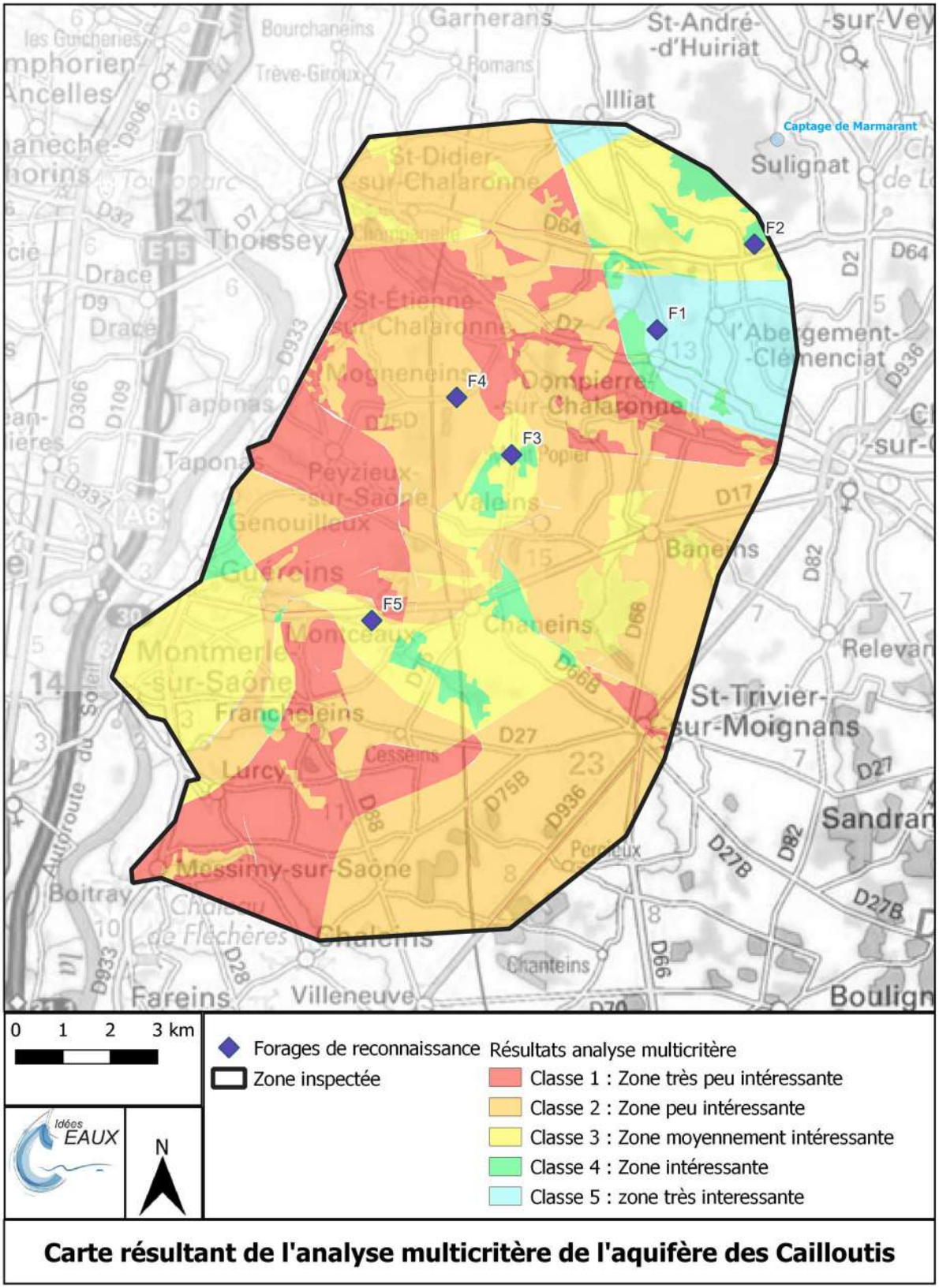


Figure 50 : Carte résultant de l'analyse multicritères

8.2. Vérification de la hiérarchisation des forages de reconnaissance par rapport à d'autres critères

L'analyse multicritère a permis de localiser les zones les plus pertinentes dans la zone d'étude en prenant en compte les caractéristiques de l'aquifère et les pressions sur la zone. Ce paragraphe a pour but de regarder d'autres paramètres, qui ne peuvent être quantifiés et qui s'étendent sur l'amont de la zone d'étude.

8.2.1. Environnement : Zones protégées (Natura 2000, Znieff) et urbanisées

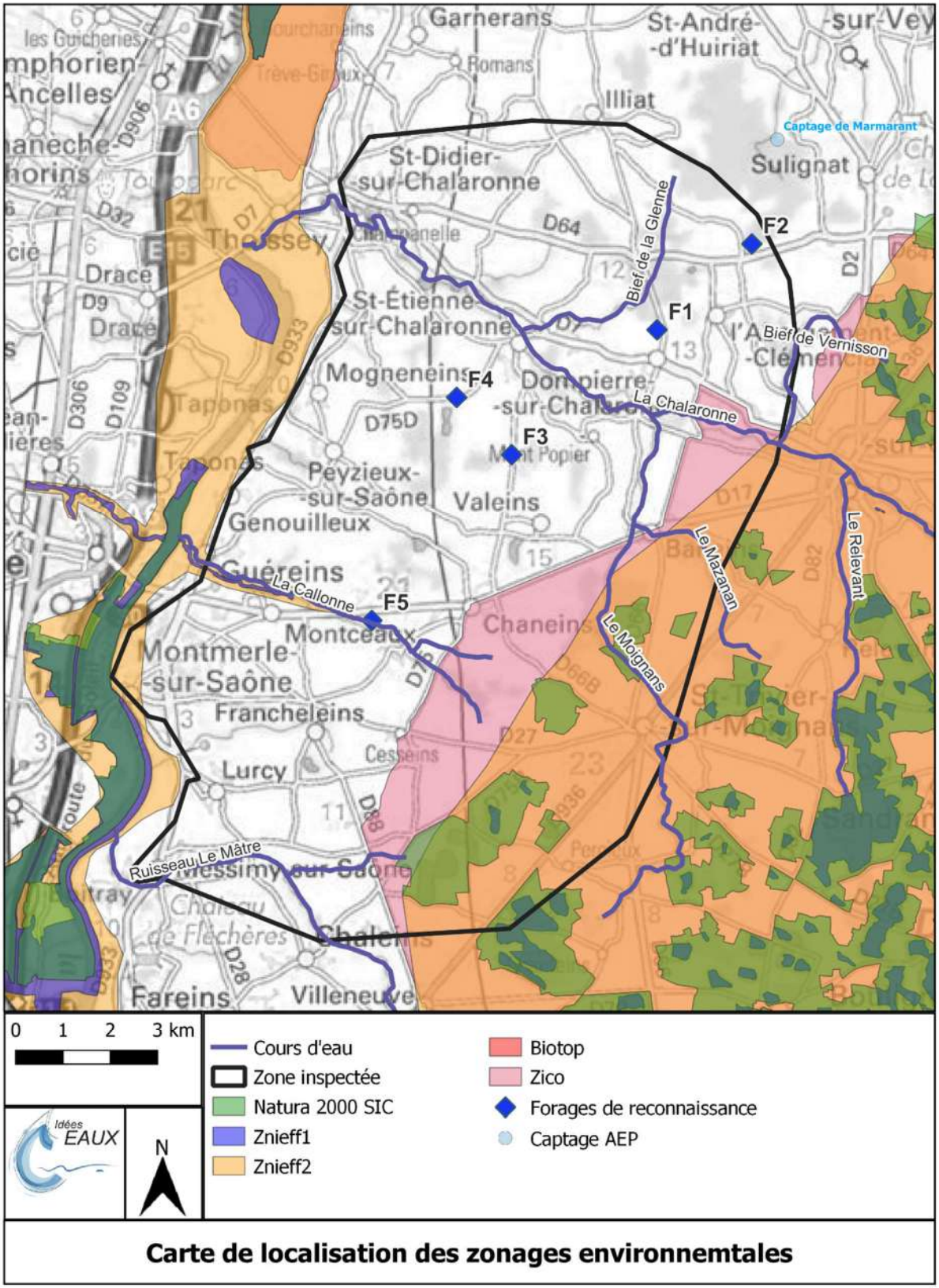
La Figure 51 présente la position des zones naturelles sensibles (Natura 2000, Znieff 1 et Znieff 2) ainsi que les zones les plus urbanisées qui pourraient être une gêne pour l'implantation d'un forage AEP autant pour leur présence actuelle que pour leurs potentielles développement futur.

Comme on peut le voir les premières zones naturelles sensibles sont situées entre 2,2 et 3 km des positions proposées. L'implantation des forages n'aura pas d'impact et le prélèvement ne le devrait pas également. Ceci sera vérifié après un test de pompage sur les ouvrages.

Les zones urbanisées les plus proches des forages de reconnaissance sont situées :

- Pour le F2, le premier village (Monjoli) est situé à 900 mètres et la première habitation à 400 mètres de l'implantation préconisée ;
- Pour le F1, le premier village (Dompierre-sur-Chalaronne) est situé à 560 mètres et la première habitation qui est une ferme est à 100 mètres de l'implantation préconisée ;
- Pour le F4, le premier village (Collonge) est situé à 600 mètres et la première habitation à 450 mètres de l'implantation préconisée ;
- Pour le F3, le premier village (Simandre) est situé à 1 Km et la première habitation à 400 mètres de l'implantation préconisée ;
- Pour le F5, le premier village (Montceaux et Chaneins) est situé à 1,5 Km.

Les villes/villages situées à proximité des forages étant peu développés et la distance assez importante, les zones urbanisées ne devraient pas avoir d'impact sur la qualité de l'aquifère. A ceci s'ajoute la présence d'une couverture argileuse qui limite l'infiltration.



Carte de localisation des zonages environnemtales

Figure 51 : Carte des zonages environnementaux

8.2.2. Piézométrie couplée au potentiel d'infiltration des sols (IDPR)

La seconde carte en présente une carte piézométrique de la nappe des cailloutis et les mouvements de nappes associés à cette piézométrie. Ces informations sont superposées à l'IDPR qui reflète le potentiel d'infiltration des sols par les eaux de surface, les zones présentées en orange et rouge auront un bon potentiel d'infiltration des eaux de surface, au contraire les zones représentées en bleu auront un faible potentiel d'infiltration. Les zones à fort potentiel d'infiltration sont les secteurs qui rechargent préférentiellement la nappe de cailloutis sous-jacente.

Comme on peut le voir, sur ce secteur la nappe des cailloutis se déplace globalement du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Les forages proposés se situent au niveau d'axes d'écoulement. Cette direction combinée à l'IDPR montre une zone d'infiltration et donc de recharge assez étendue et globalement continue. Les zones en bleues sont plutôt situées en amont au niveau des zones d'étangs.

8.2.3. Occupation du sol corrélée à la zone d'infiltration principale

La troisième carte en présente l'occupation du sol (zones agricoles, zones forestières et zones urbanisées) en corrélation avec la zone d'infiltration principale (déduite de l'IDPR).

L'occupation du sol en surface sur la zone d'infiltration des captages est constituée majoritairement :

- Pour les forages N°1 et N°2 de zones agricoles et de quelques zones forestières. Cependant la commune de Châtillon-sur-Chalaronne est présente sur l'axe de direction du flux de la nappe des cailloutis, de plus elle est située sur une zone qui présente un bon potentiel d'infiltration. La majeure partie des eaux de surface va cependant être drainée directement par la Chalaronne qui traverse la commune. Le forage F2 est plus excentré et potentiellement moins sujet à une diminution de la qualité des eaux liée aux infiltrations sur le secteur de Chatillon.
- Pour les forages F3, F4 et F5, les zones à haut potentiel d'infiltration sont majoritairement constituées de zones agricoles, on retrouve aussi quelques zones forestières, surtout pour dans l'entourage immédiat du forage N°4. La commune la plus proche à être sur l'axe de direction du flux de la nappe des cailloutis est la commune de Baneins. Une grande partie des eaux de surfaces semble être drainée par le Moignans et ses affluents présents au niveau de la Commune.

8.2.4. Impact sur les cours d'eau

La nappe des cailloutis pouvant être une des sources d'alimentation des cours d'eau, il est important de regarder si le toit de la nappe correspond à l'altitude des cours d'eau. Tous les secteurs sélectionnés possèdent une couche « imperméable » entre 10 et 30 m d'épaisseur. Ils ne sont pas situés aux abords des cours d'eau, mais entre 350 et 1 400 m. Les cours d'eau ont l'altitude du toit de l'aquifère très rapidement après leur source. Il est difficile d'apprécier si l'exploitation peut avoir ou non, un impact

sur les cours d'eau étant donné que l'aquifère des cailloutis apparaît réparti de façon très hétérogène dans l'espace, voir en chenaux.

Le forage F2 est plus éloigné des cours d'eau, avec le Bief de Vernisson, qui est à 1,4 km en amont, à 1,3 km du Bief du Glennes et à 552 m du Bief Bourbon. Le F1 est entouré par deux bras du Bief du Glennes situé à 400 et 850 m.

Le forage F3 est situé à 450 m d'un cours d'eau temporaire et à 1 km du permanent. Le F4 est situé à plus de 850 m du premier petit cours d'eau.

Le forage F5 est situé à proximité de La Calonne et l'aquifère potentiel serait à 50 m de profondeur, soit 50 m en dessous de la Calonne. Ce forage apparait avoir potentiellement le moins d'impact sur le réseau superficiel, toutefois les caractéristiques aquifères apparaissent moins intéressantes.

L'impact sur les cours d'eau est difficile à identifier avant d'avoir effectué des mesures (dont des pompages), cependant la hiérarchisation suivante peut être celle-ci par rapport à cet unique critère : F5, F2, F4, F1, F3 et F5.

8.2.5. Impact sur les forages exploités existants

Sur la zone inspectée, il y a uniquement deux points de captages AEP qui se situent au Sud de Saint-Etienne-sur-Chalaronne (Figure 55). Ce sont des captages de type source, le forage de plus proche F3 se situe à 1,8 – 2 km de distance. Les sources émergent à 200 m d'altitude et le forage F3 se situe à 245 m. La géophysique a montré que l'épaisseur de couverture argileuse au niveau de F3 est de l'ordre de 40 m, soit le toit des cailloutis à 205 m d'altitude. La couche des Cailloutis au niveau de F3 est située à une altitude inférieure à celles des sources. Le forage ne devrait pas avoir d'impact sur les sources en cas d'exploitation du forage F3 (distance et profondeur de l'aquifère). Cependant, il sera nécessaire de suivre les sources en cas de pompages d'essai pour le vérifier. A l'extérieur de la zone, le captage AEP le plus proche est celui de Sulignat, soit à 2,4 km au Nord. Au vu de la distance, l'impact d'une exploitation au niveau du forage F2 devrait être insignifiant. Si des pompages d'essai sont effectués un suivi sur ces forages pourra permettre de le vérifier.

Il y a deux forages d'irrigation au Sud de la zone inspectée, à plus de 8,5 km de F3 (forage le plus proche). Il n'y aura pas d'impact sur ceux-ci. Les autres forages existants ne sont pas utilisés et ont une profondeur faible. Ils n'atteignent pas l'aquifère des Cailloutis.

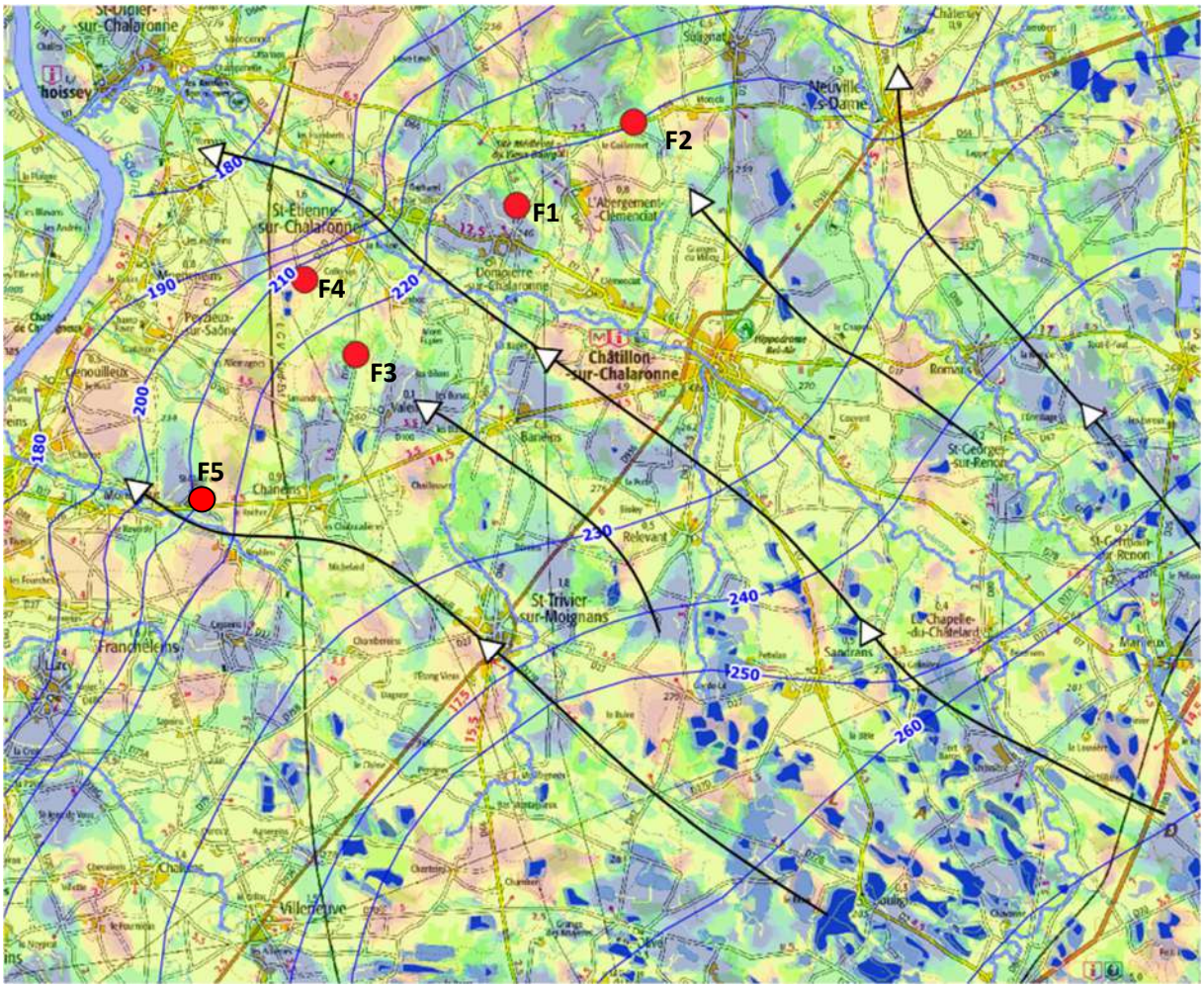


Figure 52 : Carte piézométrique et de l'infiltration des sols au niveau des piézomètres

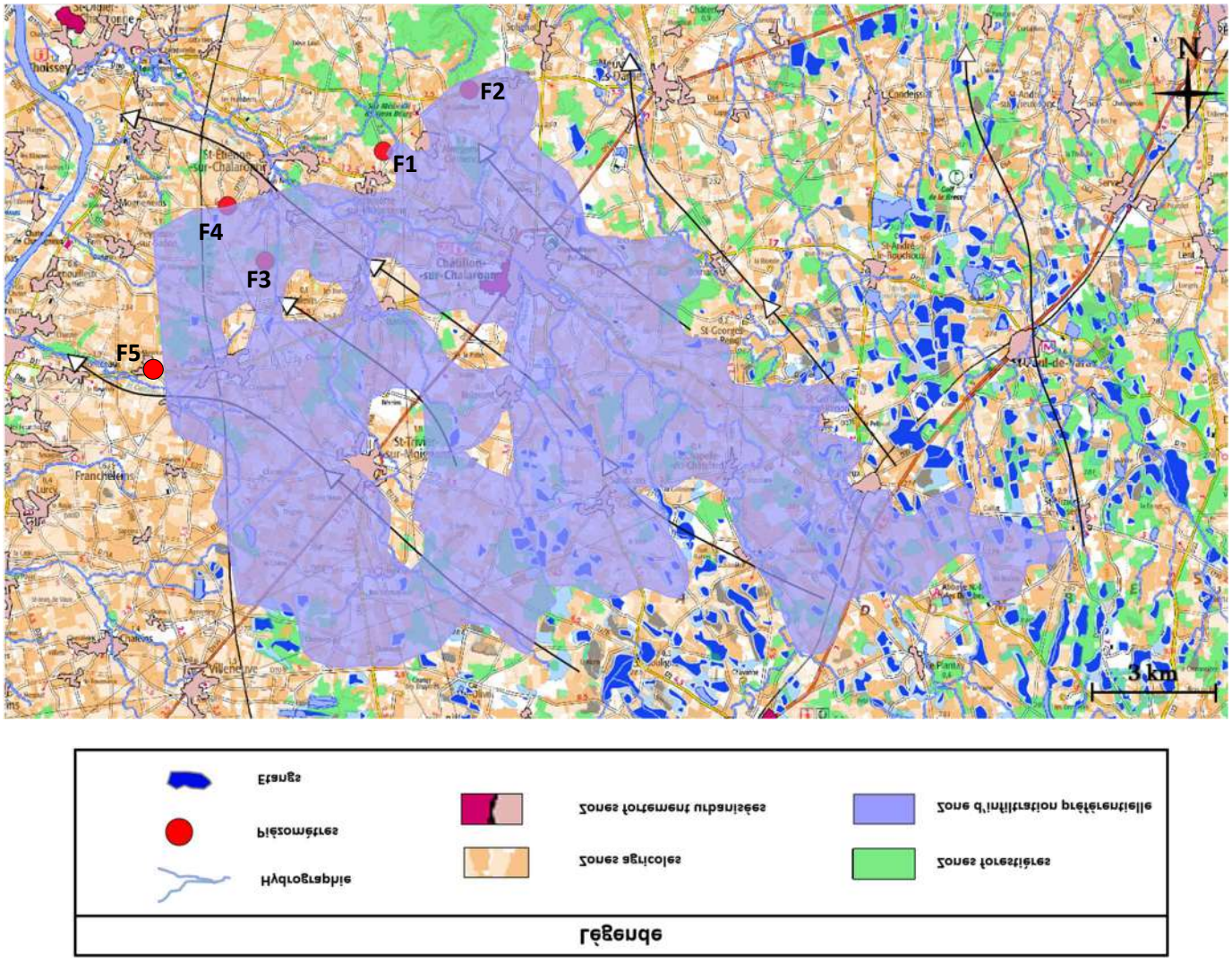


Figure 53 : Occupation du sol couplée à la zone d'infiltration préférentielle qui alimente potentiellement les futurs piézomètres

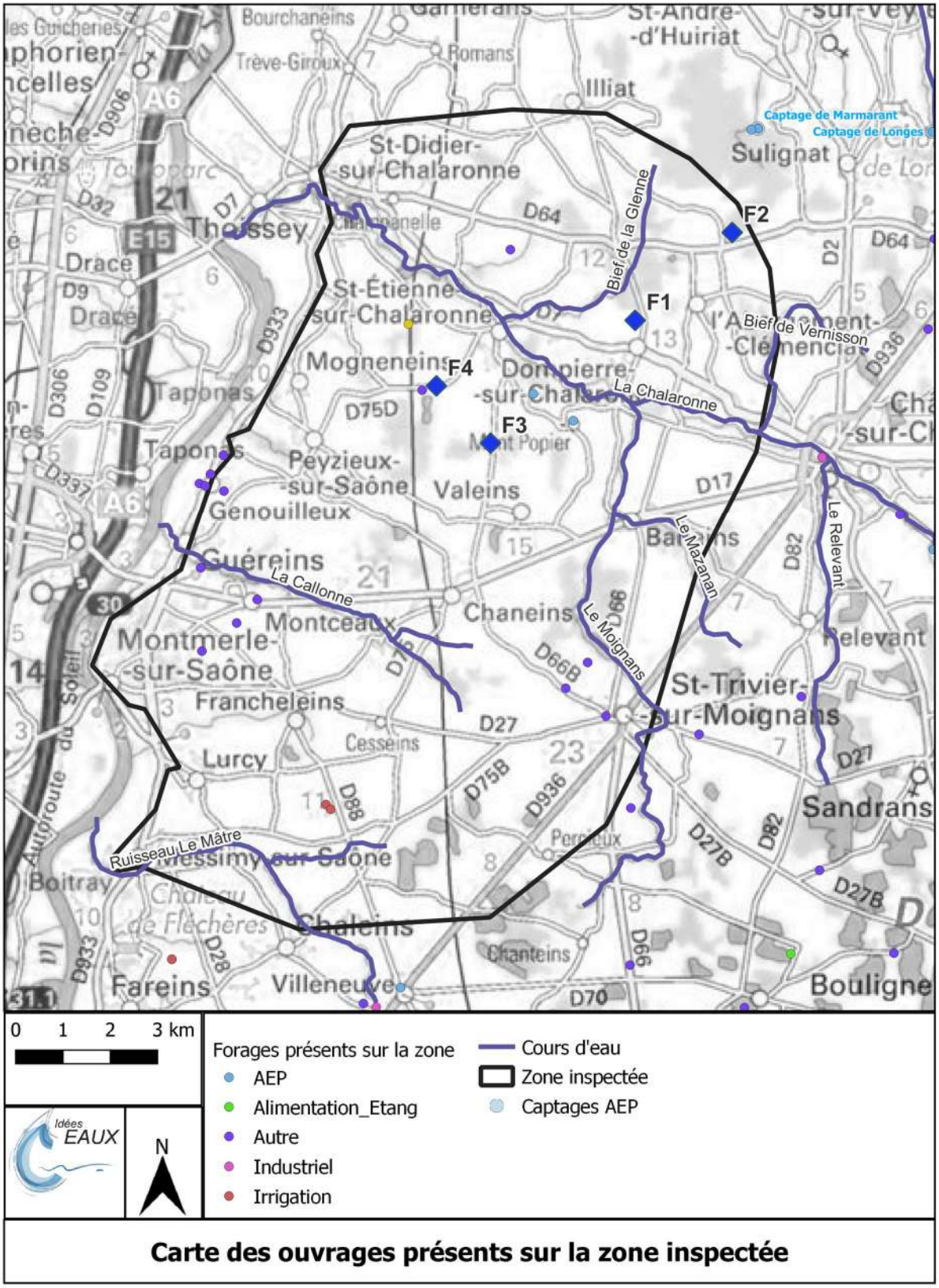


Figure 54 : Carte des ouvrages présents sur la zone inspectée

8.3. Hiérarchisation finale et proposition d'emplacements, des forages de reconnaissance

La Figure 55**,** ci-dessous, présente une carte avec des propositions de positions pour implanter des forages de reconnaissance. Ces positions sont classées par ordre de pertinence, c'est-à-dire que les premiers numéros seront situés sur les zones les plus étendues et les plus propices à rencontrer une bonne série aquifère (selon les données de résistivités).

Après validation par le Copil des forages de reconnaissance choisis, une enquête de terrain sera effectuée pour identifier les parcelles les plus adéquates. Des demandes d'autorisation seront envoyées aux propriétaires des parcelles. Les points GPS précisés avec les propositions de position sont donc donnés uniquement à titre indicatif.

Le tableau, ci-dessous, présente des caractéristiques que nous proposons pour chaque ouvrage. Il faut prendre en compte que pour les essais de pompage qui suivront la mise en place des piézomètres, le débit des essais va être contraint par le diamètre du tubage. Pour un équipement en 112-125mm, nous pourrons installer une pompe 4 '' et tester les ouvrages jusqu'à 20 m^3/h. Pour un équipement en 163-180, nous pourrons installer une pompe 6'' et pousser les essais jusqu'à 60 m^3/h.

Nom	Ordre de priorité	Portion en tube plein	Portion en tubage crépiné	Diamètre foration	Equipement
F1	1	De 0 à 40 m	De 40 à 120 m	245 mm 311 mm	PVC 112-125 mm PVC 163-180 mm
F2	2	De 0 à 20 m	De 20 à 90 m	245 mm 311 mm	PVC 112-125 mm PVC 163-180 mm
F3	3	De 0 à 40 m	De 40 à 120 m	245 mm 311 mm	PVC 112-125 mm PVC 163-180 mm
F4	4	De 0 à 20 m	De 40 à 80 m	245 mm 311 mm	PVC 112-125 mm PVC 163-180 mm

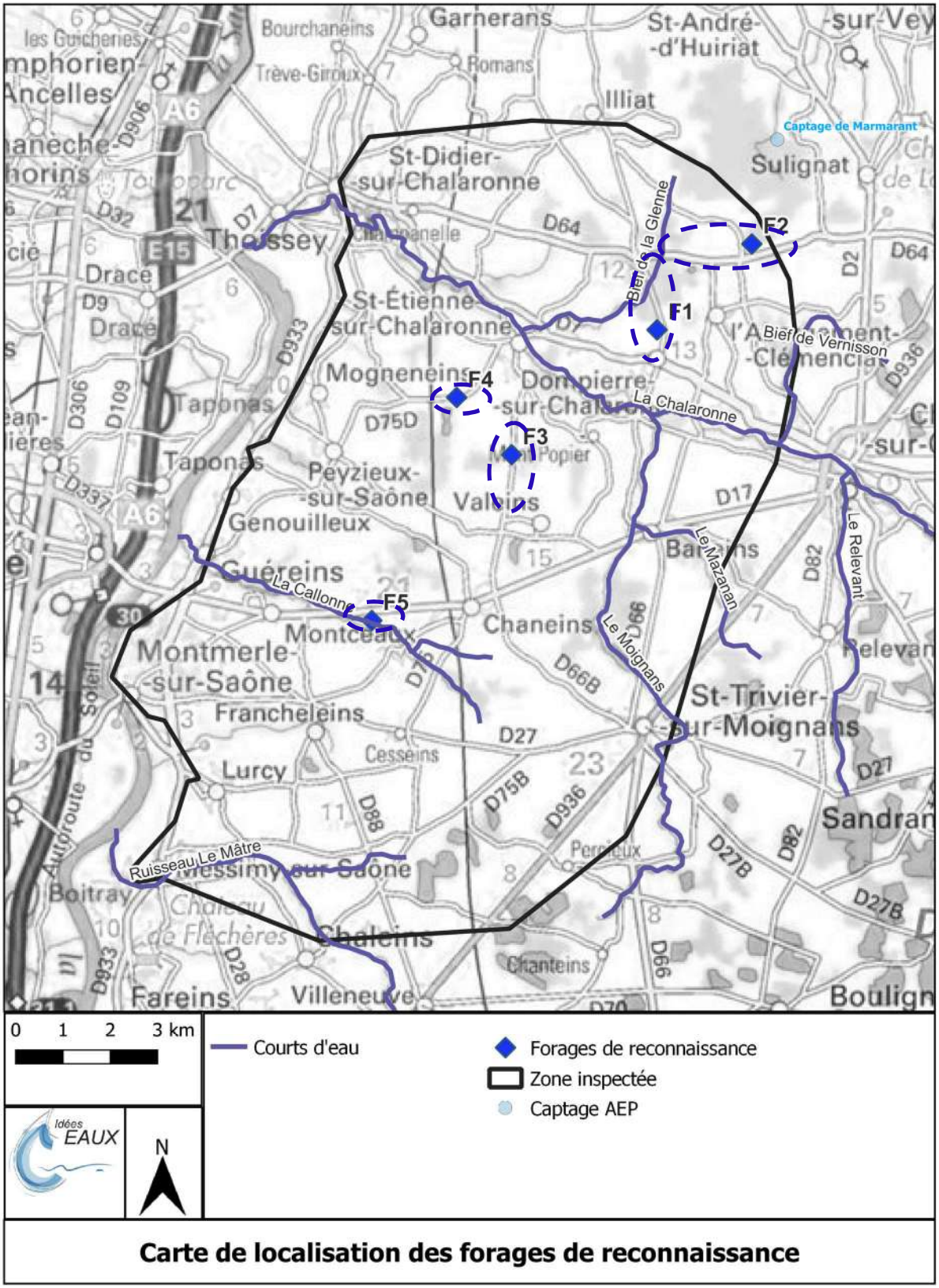
F5	**5**	De 0 à 50 m	De 50 à 100 m	245 mm 311 mm	PVC 112-125 mm PVC 163-180 mm

Après la phase d'implantation des piézomètres, des essais de productivités seront réalisés.

Dans un premier temps, avant les essais de productivité, des sessions d'arrêt-démarrage du système de pompage permettront de développer l'ouvrage et donc de le débarrasser des particules fines qui pourrait en limiter la capacité de la nappe aux abords du captage par un colmatage de la porosité.

Dans un second temps, des essais de pompages par paliers et longues durées seront réalisés pour déterminer les limites des ouvrages ainsi que les paramètres hydrodynamiques de la nappe aux abords des piézomètres. Pendant ces essais, des analyses de type « première adduction » seront réalisées pour déterminer la qualité de l'eau. Les paramètres physiques tel que la turbidité et la conductivité seront aussi suivis tout au long des essais.

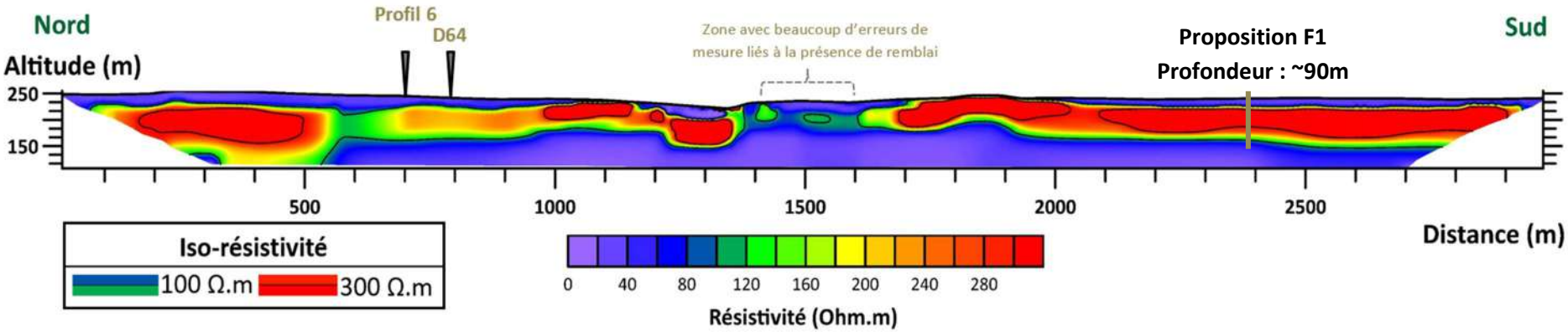
Une diagraphie de type GFTC (Gamma ray-Flux-Température-Conductivité) pourra aussi être réalisée pour déterminer avec précision où sont situées les arrivées d'eau dans le captage. Nous pourrons aussi préciser les limites lithologiques grâce au gamma-ray. Cette diagraphie sera déterminante pour situer la position des tubages crépinés et pleins de l'équipement définitif des ouvrages (si les essais sont concluants).



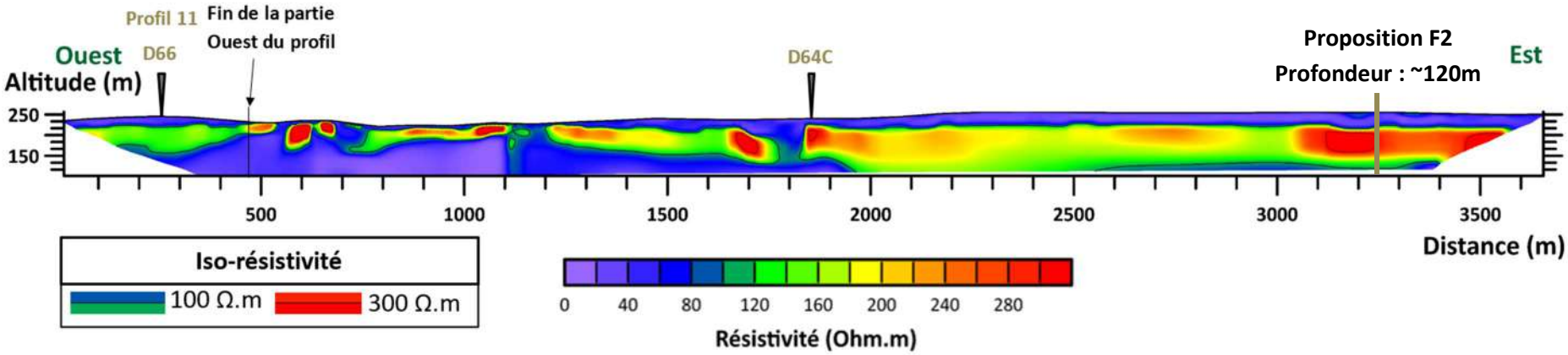
Carte de localisation des forages de reconnaissance

Figure 55 : Localisation des forages de reconnaissance proposés

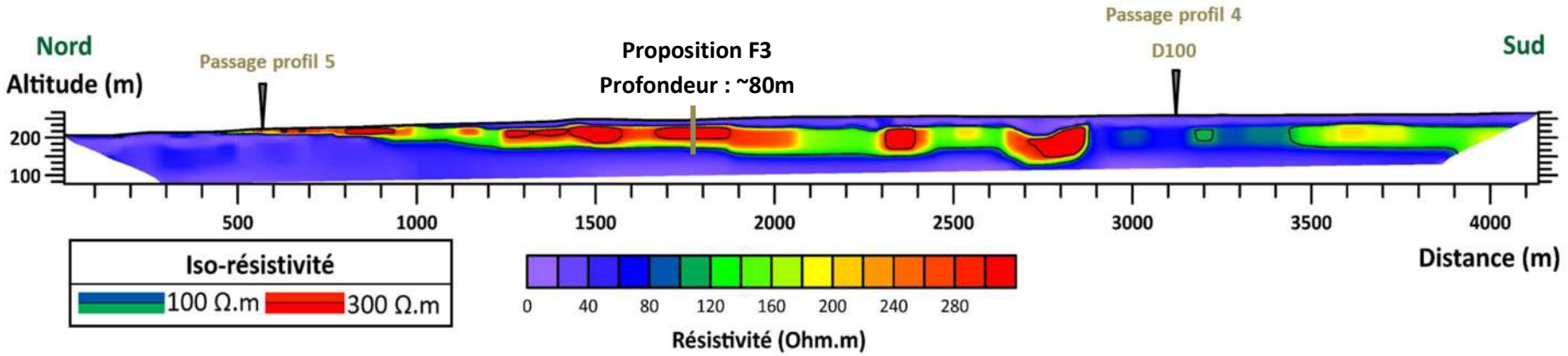
1- **Forage F1** sur **le profil 11.**



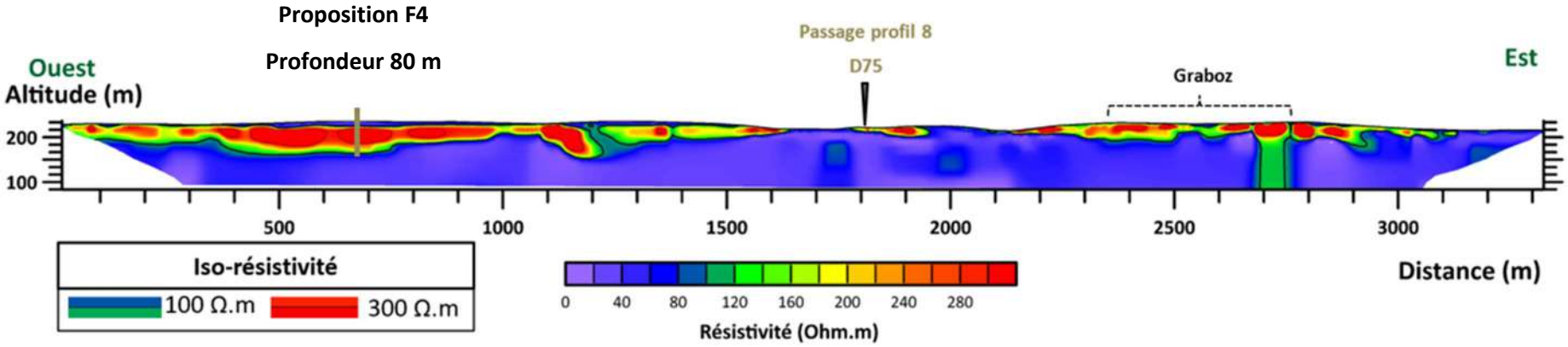
2- **Point F2** sur la **partie Est du profil 6**.



3- Point F3 sur **le profil 9.**



4- Point F4 sur le profil 5 partie centrale.



5- Point F5 sur **le profil 8.**

