Schéma Directeur des ressources du SAGE GTI

ETUDE POUR LA DEFINITION D'UNE SOLUTION DE SUBSTITUTION POUR ALIMENTER EN EAU POTABLE LE SECTEUR SUD-OUEST DU SAGE GTI

RAPPORT PHASE 1C

ARTELIA Ville et Transport
Agence de Strasbourg
15 Avenue de l'Europe
67 300 SCHILTIGHEIM
Tel. : +33 (0)3 88 04 04 00
Fax : +33 (0)3 88 56 90 20

CONSEIL DEPARTEMENTAL DES VOSGES
Direction de l'Appui aux Collectivités et de l'Environnement

DATE : MARS 2017 **REF : 4 63 2774**

Date	août 17	N° Affaire	4.63.2774	Pole	URB	Version		B		

ARTELIA 15 Avenue de l'Europe 67 300 Schiltigheim - France Tél. : 03 88 27 50 81 Fax : 03 88 56 90 20	Etabli par	Vérifié par	Date du contrôle
	Pauline SCHWALLER	Benoit DUMOUT	août 17
anteagroup 427 Rue Lavoisier 54710 LUDRES Tél. : 03 83 44 81 44 Fax : 03 83 44 45 36	Bénédicte LE BOURSICAUD		août 17

SOMMAIRE

Rappel du contexte de la mission 10
1. CONCLUSIONS DES PHASES 1A&1B 10
2. SOLUTIONS D'APPROVISIONNEMENT 14
3. DEROULEMENT DE L'ETUDE 14

Solution de susbtition n°1 : interconnexion avec le SIE VRAINE ET XAINTOIS 16

4. ETUDE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 18
4.1. DESCRIPTION DES OUVRAGES DU SYNDICAT 18
4.1.1. Source de la Chavée 18
4.1.2. Puits de Roche 19
4.1.3. Source Gérard 20
4.1.4. Infrastructure AEP du secteur Ouest du Syndicat 21
4.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE DE LA RESSOURCE 22
4.2.1. Contexte géologique et structural 22
4.2.1.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCAL 22
4.2.1.2. CONTEXTE STRUCTURAL 22
4.2.2. Contexte hydrogéologique 25
4.2.2.1. SOURCE DE LA CHAVEE 25
4.2.2.2. PUITS DE ROCHE 25
4.2.2.3. SOURCE GERARD 26
4.2.3. Contexte pédologique : formations de recouvrement 26
4.2.4. Productivité des ouvrages existants 26
4.2.4.1. SOURCE DE LA CHAVEE 26
4.2.4.2. PUITS DE ROCHE 27
4.2.4.3. SOURCE GERARD 28
4.2.5. Qualité des eaux de la ressource 28
4.2.5.1. SOURCE DE LA CHAVEE 28
4.2.5.2. PUITS DE ROCHE 29
4.2.5.3. SOURCE GERARD 29
4.3. BASSINS D'ALIMENTATION DES CAPTAGES ET OCCUPATION DES SOLS 32
4.3.1. Source de la Chavée 32
4.3.1.1. BASSIN D'ALIMENTATION 32
4.3.1.2. OCCUPATION DES SOLS 32
4.3.1.3. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE 33
4.3.1.4. RISQUES POTENTIELS DE POLLUTION 33
4.3.2. Puits de roche 34
4.3.2.1. BASSIN D'ALIMENTATION 34
4.3.2.2. OCCUPATION DES SOLS 34
4.3.2.3. RISQUES DE POLLUTION 34
4.3.3. Source Gérard 35
4.3.3.1. BASSIN D'ALIMENTATION 35
4.3.3.2. OCCUPATION DES SOLS 35
4.3.3.3. RISQUES DE POLLUTION 35
4.4. IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LES MILIEUX AQUATIQUES 38
4.4.1. Impact du prélèvement sur les milieux naturels 38
4.4.1.1. ZONES NATURA 2000 38
4.4.1.2. ESPACES NATURELS REMARQUABLES 38
4.4.2. Impact du prélèvement sur le milieu aquatique 40
4.4.2.1. DEBIT INTER-ANNUEL ET DEBIT D'ETIAGE 40
4.4.2.2. DEBIT INTER-ANNUEL 40
4.5. SENSIBILITE DE LA RESSOURCE POTENTIELLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE 42
4.5.1. Impact de l'évolution climatique 42
4.5.2. Sensibilité de la ressource Vraine et Xaintois 42

4.6. CONCLUSION SUR LA RESSOURCE 43
4.7. ETUDE DES NOUVEAUX OUVRAGES DE PRODUCTION 43
4.7.1. Pré-dimensionnement des ouvrages de prélèvement 43
4.7.2. Pré-dimensionnement de la station de traitement 44
5. PROPOSITION DE TRACES DE RESEAUX POUR L'ACHEMINEMENT DE L'EAU DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 46
5.1. SECTEURS DESERVIS ET POINT DE DESSERTE 46
5.2. PROPOSITION DE TRACE DES RESEAUX 48
5.2.1. Tracé de la conduite de transfert 50
5.2.2. Tracé des conduites de distribution 50
5.2.2.1. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE 50
5.2.2.2. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE 50
5.2.2.3. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL 50
5.3. FONCTIONNEMENT DE L'INTERCONNEXION 56
5.3.1. Durée d'interconnexion 56
5.3.2. Volumes caractéristiques 56
5.3.3. Saisonnalité 56
5.4. DIMENSIONNEMENT DU TRANSFERT D'EAU DEPUIS LA STATION DE TRAITEMENT JUSQU'AU RESERVOIR CENTRAL 59
5.4.1. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Haute (HH) 59
5.4.2. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Basse (HB) 61
5.5. DIMENSIONNEMENT DE LA DISTRIBUTION D'EAU DEPUIS LE RESERVOIR CENTRAL JUSQU'AUX COLLECTIVTES 63
5.5.1. Répartition des volumes distribués 63
5.5.2. Dimensions des conduites de distribution 64
5.6. IMPLANTATION DES COMPTEURS DE VENTE ET D'ACHAT D'EAU 65
6. ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT 67
Solution de susbtition n°2 : Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle 69
7. ETUDE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 71
7.1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE DE LA RESSOURCE 71
7.1.1. Contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique local 71
7.1.1.1. DESCRIPTION DU RESERVOIR AQUIFERE 71
7.1.1.2. PIEZOMETRIE, ALIMENTATION 72
7.1.2. Productivité des ouvrages existants 75
7.1.2.1. PUITS AEP 75
7.1.2.2. ANCIENS PUITS AEI « BOUSSAC » 75
7.1.3. Qualité des eaux de la nappe alluviale 78
7.1.3.1. SECTEUR GRIPPORT / CHAMAGNE 78
7.1.3.2. SECTEUR DE CHARMES 78
7.1.3.3. SECTEUR DE LANGLEY 79
7.1.3.4. SECTEUR DE VINCEY 79
7.1.3.5. SECTEUR DE PORTIEUX 80
7.1.3.6. SECTEUR DE NOMEXY 80
7.1.3.7. SECTEUR DE THAON-LES-VOSGES 80
7.1.3.8. MOSELLE 81
7.2. ANALYSE DES CONTRAINTES ET RECHERCHE DE SITES POTENTIELLEMENT FAVORABLES POUR L'IMPLANTATION DE PUITS AEP 89
7.2.1. Démarche adoptée 89
7.2.2. Sites potentiellement favorables identifiés 90
7.2.3. Espaces naturels remarquables 92
7.2.4. Comparaison des sites 93
7.3. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 107
7.4. IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LES MILIEUX AQUATIQUES 107

7.5. EVALUATION DE LA SENSIBILITE DE LA RESSOURCE POTENTIELLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE 107
7.6. CONCLUSIONS SUR LA RESSOURCE 108
7.7. ETUDE DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION 109
7.7.1. Localisation et nombre de puits 109
7.7.2. Pré-dimensionnement de la station de traitement 109
8. PROPOSITION DE TRACES DE RESEAUX POUR L'ACHEMINEMENT DE L'EAU DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 110
8.1. SECTEURS DESERVIS ET POINT DE DESSERTE 110
8.2. PROPOSITION DE TRACE DES RESEAUX 112
8.2.1. Tracé des conduites d'adduction 113
8.2.2. Tracé de la conduite de transfert 115
8.2.3. Tracé des conduites de distribution 115
8.2.3.1. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE 115
8.2.3.2. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE 115
8.2.3.3. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL 115
8.3. FONCTIONNEMENT DE L'INTERCONNEXION 121
8.3.1. Durée d'interconnexion 121
8.3.2. Volumes caractéristiques 121
8.3.3. Saisonnalité 121
8.4. DIMENSIONNEMENT DU TRANSFERT D'EAU DEPUIS LA STATION DE TRAITMENT JUSQU'AU RESERVOIR CENTRAL 124
8.4.1. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Haute (HH) 124
8.4.2. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Basse (HB) 126
8.5. DIMENSIONNEMENT DE LA DISTRIBUTION D'EAU DEPUIS LE RESERVOIR CENTRAL JUSQU'AUX COLLECTIVTES 128
8.5.1. Répartition des volumes distribués 128
8.5.2. Dimensions des conduites de distribution 129
8.6. IMPLANTATION DES COMPTEURS DE VENTE ET D'ACHAT D'EAU 130
9. ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT 132

Solution de susbtition n°3 : Exploitation de la nappe des GTI du secteur Sud-Est 134

10. ETUDE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 136
10.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE LA RESSOURCE 136
10.1.1. Cadre géologique et structural 136
10.1.1.1. LITHO-STRATIGRAPHIE 142
10.1.1.2. NATURE DU SUBSTRATUM SOUS ALLUVIAL DES COURS D'EAU DU SECTEUR 143
10.1.2. Contexte hydrogéologique 143
10.1.2.1. GEOMETRIE DE L'AQUIFERE 143
10.1.2.2. ALIMENTATION, PIEZOMETRIE 144
10.1.2.3. EVOLUTION ET FLUCTUATIONS PIEZOMETRIQUES 146
10.1.2.4. EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS LA NAPPE DES GTI DU SECTEUR SUD-EST 148
10.1.3. Contexte hydrologique et milieu aquatique 148
10.1.3.1. BASSINS VERSANT CONCERNES, DEBITS ET QUALITE DES EAUX 148
10.1.3.2. ETAT ECOLOGIQUE ET CHIMIQUE DES COURS D'EAU 148
10.1.3.3. RELATIONS NAPPE DES GTI / COURS D'EAU 149
10.1.3.4. SENSIBILITE DU MILIEU AQUATIQUE 150
10.1.3.5. ESPACES NATURELS REMARQUABLES 150
10.1.4. Productivité des ouvrages existants 153
10.1.4.1. FORAGES DE VALFROICOURT (SIE DES ABLEUVENETTES) 153
10.1.4.2. FORAGE DE GELVECOURT (SIE DES ABLEUVENETTES) 153
10.1.4.3. FORAGE DE VILLE SUR ILLON 154
10.1.4.4. FORAGE D'ESCLES (SIE DES MONT-FAUCILLES) 154
10.1.5. Qualité des eaux brutes 154
10.2. EVALUATION DE LA RESSOURCE DISPONIBLE SUR LE SECTEUR SUD-EST 157

10.3. EVALUATION DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE PAR MODELISATION 158
10.3.1. Présentation de la modélisation effectuée par le BRGM 158
10.3.1.1. EXTENSION ET ACTUALISATION DU MODELE 158
10.3.1.2. SCENARIOS MODELISES 159
10.3.1.3. REMARQUES CONCERNANT LE CALAGE ET LES SIMULATIONS EFFECTUEES 160
10.3.2. Résultats 160
10.3.3. Propositions pour le scénario d'action à modéliser 161
10.4. ANALYSE DE LA VULNERABILITE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 161
10.5. SENSIBILITE DE LA RESSOURCE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE 162
10.6. CONCLUSIONS SUR LA RESSOURCE GTI SUD-EST 163
10.7. ETUDE DES NOUVEAUX OUVRAGES DE PRODUCTION 164
10.7.1. Localisation proposée pour les nouveaux forages 164
10.7.2. Pré-dimensionnement des ouvrages de production 167
10.7.3. Pré-dimensionnement de la station de traitement 167
11. PROPOSITION DE TRACES DE RESEAUX POUR L'ACHEMINEMENT DE L'EAU DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 168
11.1. SECTEURS DESERVIS ET POINT DE DESSERTE 168
11.2. PROPOSITION DE TRACE DES RESEAUX 170
11.2.1. Tracé des conduites d'adduction 171
11.2.2. Tracé de la conduite de transfert 173
11.2.3. Tracé des conduites de distribution 173
11.2.3.1. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE 173
11.2.3.2. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE 173
11.2.3.3. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL 173
11.3. FONCTIONNEMENT DE L'INTERCONNEXION 176
11.3.1. Durée d'interconnexion 176
11.3.2. Volumes caractéristiques 176
11.3.3. Saisonnalité 176
11.4. DIMENSIONNEMENT DU TRANSFERT D'EAU DEPUIS LA STATION DE TRAITMENT JUSQU'AU RESERVOIR CENTRAL 179
11.4.1. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Haute (HH) 179
11.4.2. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Basse (HB) 181
11.5. DIMENSIONNEMENT DE LA DISTRIBUTION D'EAU DEPUIS LE RESERVOIR CENTRAL JUSQU'AUX COLLECTIVTES 183
11.5.1. Répartition des volumes distribués 183
11.5.2. Dimensions des conduites de distribution 184
11.6. IMPLANTATION DES COMPTEURS DE VENTE ET D'ACHAT D'EAU 185
12. ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT 187
SYNTHESE comparative des solutions 189

TABLEAUX

TABL. 1 - CAPTAGES DU SIE DE LA VRAINE ET DU XAINTOIS 18
TABL. 2 - MOYENNE DES RESULTATS D'ANALYSES D'EAU BRUTE DES CAPTAGES DU SIE VRAINE ET XAINTOIS SUR LA PERIODE 1988-2015 31
TABL. 3 - ESPACES NATURELS CONCERNEES PAR LES RESSOURCES 38
TABL. 4 - DEBITS INTERANNUELS, DEBITS AUTORISES ET VOLUMES PRELEVES ACTUELS ET FUTURS 40
TABL. 5 - IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LE DEBIT MOYEN DU VAIR EN HH ET HB 40
TABL. 6 - IMPACT DES PRELEVEMENTS DE POINTE SUR LE DEBIT D'ETIAGE SEVERE DU VAIR EN HH ET HB 41
TABL. 7 - QUALITE DES EAUX DU VAIR A SOULOSSE-ST-ELOPHE 41
TABL. 8 - REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS ENTRE LES RESSOURCES DU SIE VRAINE ET XAINTOIS EN HYPOTHESE HAUTE 44
TABL. 9 - REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS ENTRE LES RESSOURCES DU SIE VRAINE ET XAINTOIS EN HYPOTHESE BASSE 44
TABL. 10 - BESOINS DES COLLECTIVITES ET VOLUMES PRELEVABLES PAR RESSOURCE 56
TABL. 11 - REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS PAR RESSOURCE - HH 57
TABL. 12 - REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS PAR RESSOURCE - HB 57
TABL. 13 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HH 58
TABL. 14 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HB 58
TABL. 15 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HH 59
TABL. 16 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HB 61
TABL. 17 - BESOINS JOURNALIERS MOYENS ET DE POINTE DES COLLECTIVITES A DESSERVIR 63
TABL. 18 - SAISONNALITE DES VOLUMES DISTRIBUES AUX COLLECTIVITES - HH 64
TABL. 19 - SAISONNALITE DES VOLUMES DISTRIBUES AUX COLLECTIVITES - HB 64
TABL. 20 - COUTS D'INVESTISSEMENT DE LA SOLUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » EN HYPOTHESE HAUTE 67
TABL. 21 - COUTS D'INVESTISSEMENT DE LA SOLUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » EN HYPOTHESE HAUTE 68
TABL. 22 - CARACTERISTIQUES ET PRODUCTIVITE DES PUITS AEP ENTRE CHAMAGNE ET THAON-LES-VOSGES 77
TABL. 23 - QUALITES DES EAUX DE LA NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE 81
TABL. 24 - ESPACES NATURELS REMARQUABLES IDENTIFIES DANS LA VALLEE DE LA MOSELLE ENTRE CHAMAGNE ET THAON-LES-VOSGES 92
TABL. 25 - COMPARAISON DES AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE CHAQUE SECTEUR IDENTIFIE 93
TABL. 26 - BESOINS DES COLLECTIVITES ET VOLUMES PRELEVABLES PAR RESSOURCE 121
TABL. 27 - REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS PAR RESSOURCE - HH 122
TABL. 28 - REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS PAR RESSOURCE - HB 122
TABL. 29 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HH 123
TABL. 30 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HB 123
TABL. 31 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HH 124
TABL. 32 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HB 126
TABL. 33 - BESOINS JOURNALIERS MOYENS ET DE POINTE DES COLLECTIVITES A DESSERVIR 128
TABL. 34 - SAISONNALITE DES VOLUMES DISTRIBUES AUX COLLECTIVITES - HH 129
TABL. 35 - SAISONNALITE DES VOLUMES DISTRIBUES AUX COLLECTIVITES - HB 129
TABL. 36 - COUTS D'INVESTISSEMENT DE LA SOLUTION TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE »EN HYPOTHESE HAUTE 132
TABL. 37 - COUTS D'INVESTISSEMENT DE LA SOLUTION TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE »EN HYPOTHESE HAUTE 133
TABL. 38 - LISTE DES ZNIEFF DE TYPE 1 SUR LE SECTEUR D'ETUDE 150
TABL. 39 - CONCENTRATION MOYENNE DES PRINCIPAUX PARAMETRES SUR LES FORAGES DU SECTEUR AU COURS DES 10 DERNIERES ANNEES 155
TABL. 40 - BALANCE PRELEVEMENTS / RECHARGE DE LA NAPPE DES GTI DES SECTEURS SUD-OUEST ET SUD-EST 158
TABL. 41 - IMPACTS CALCULES SUR LES ZONES DE DRAINAGE DES SECTEURS SUD-EST ET SAONE AMONT (SOURCE BRGM) 160
TABL. 42 - BESOINS DES COLLECTIVITES ET VOLUMES PRELEVABLES PAR RESSOURCE 176
TABL. 43 - REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS PAR RESSOURCE - HH 177
TABL. 44 - REPARTITION MENSUELLE DES PRELEVEMENTS PAR RESSOURCE - HB 177
TABL. 45 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HH 178
TABL. 46 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HB 178
TABL. 47 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HH 179
TABL. 48 - EVOLUTION DU BESOIN DE POINTE SUR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION EN HB 181
TABL. 49 - BESOINS JOURNALIERS MOYENS ET DE POINTE DES COLLECTIVITES A DESSERVIR 183
TABL. 50 - SAISONNALITE DES VOLUMES DISTRIBUES AUX COLLECTIVITES - HH 184
TABL. 51 - SAISONNALITE DES VOLUMES DISTRIBUES AUX COLLECTIVITES - HB 184
TABL. 52 - COUTS D'INVESTISSEMENT DE LA SOLUTION « EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI SUD-EST » EN HYPOTHESE HAUTE 187
TABL. 53 - COUTS D'INVESTISSEMENT DE LA SOLUTION « EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI SUD-EST» EN HYPOTHESE HAUTE 188

FIGURES

FIG. 1. BESOINS DE POINTE A HORIZON 30 ANS SUR LES GTI DU SECTEUR SUD-OUEST 10
FIG. 2. POURCENTAGE DE PRELEVEMENT DANS LES GTI DU SECTEUR SUD-OUEST DES GRANDS CONSOMMATEURS 11
FIG. 3. BILAN DES PRELEVEMENTS DANS LES GTI SOUS COUVERTURE SUR LES SECTEURS DU SAGE, PAR UGE ET COLLECTIVITE NOUVELLE 13
FIG. 4. VUE PHOTOGRAPHIQUES DE LA SOURCE DE LA CHAVEE 19
FIG. 5. VUES PHOTOGRAPHIQUES DU PUITS DE ROCHE 20
FIG. 6. VUE PHOTOGRAPHIQUE DE LA SOURCE GERARD 21
FIG. 7. SCHEMA DE LA STRUCTURE DE L'AEP DU SECTEUR OUEST DU SYNDICAT 21
FIG. 8. COUPE GEOLOGIQUE DE PRINCIPE 23
FIG. 9. EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE AU 1/50 000EME DE LA REGION DE CHATENOIS 24
FIG. 10. PRECIPITATIONS MENSUELLES A LA STATION DE NANCY-OCHEY 27
FIG. 11. EVOLUTION DE LA TENEUR EN NITRATES DE LA SOURCE DE LA CHAVEE 28
FIG. 12. OCCUPATION DES SOLS SUR LE BASSIN D'ALIMENTATION DE LA SOURCE DE LA CHAVEE 33
FIG. 13. OCCUPATION DES SOLS SUR LE BASSIN D'ALIMENTATION DU PUITS DE ROCHE 34
FIG. 14. OCCUPATION DES SOLS SUR LE BASSIN D'ALIMENTATION DE LA SOURCE GERARD 35
FIG. 15. BASSINS D'ALIMENTATION DES RESSOURCES SUR FOND DE CARTE GEOLOGIQUE ET VULNERABILITE 36
FIG. 16. OCCUPATION DES SOLS AU NIVEAU DES BASSINS D'ALIMENTATION DE CHAQUE RESSOURCE 37
FIG. 17. ZONES NATURA 2000 ET ZONES NATURELLES REMARQUABLES DANS LE SECTEUR DES RESSOURCES ETUDIEES 39
FIG. 18. LOCALISATION DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION ET DES COLLECTIVITES A SUBSTITUER 46
FIG. 19. PROPOSITION D'IMPLANTATION DU RESERVOIR CENTRAL ET SCHEMA DE DISTRIBUTION VERS LES RESERVOIRS EXISTANTS DE BULGNEVILLE, CONTREXEVILLE ET VITTEL 47
FIG. 20. TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » 49
FIG. 21. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » AU 1 :25 000 – PLAN 1 52
FIG. 22. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » AU 1 :25 000 – PLAN 2 53
FIG. 23. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » AU 1 :25 000 – PLAN 3 54
FIG. 24. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » AU 1 :25 000 – PLAN 4 55
FIG. 25. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE TRANSFERT DE LA SOLUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » EN HYPOTHESE HAUTE 60
FIG. 26. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE TRANSFERT DE LA SOLUTION « INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS » EN HYPOTHESE BASSE 62
FIG. 27. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE 64
FIG. 28. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE 65
FIG. 29. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL 65
FIG. 30. SYNOPTIQUES DES COLLECTIVITES DESSERVIES PAR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 66
FIG. 31. EXTRAIT DE CARTE GEOLOGIQUE AU 1/50 000EME - VALLEE ALLUVIALE DE LA MOSELLE SECTEUR NORD (DE CHAMAGNE A PORTIEUX) 73
FIG. 32. EXTRAIT DE CARTE GEOLOGIQUE AU 1/50 000EME - VALLEE ALLUVIALE DE LA MOSELLE SECTEUR SUD (DE PORTIEUX A THAON-LES-VOSGES) 74
84
FIG. 33. CARTE DE SYNTHESE DE LA QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE ALLUVIALE 84
FIG. 34. QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE ALLUVIALE. ZOOM 1 85
FIG. 35. QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE ALLUVIALE. ZOOM 2 86
87
FIG. 36. QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE ALLUVIALE. ZOOM 87
FIG. 37. QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE ALLUVIALE. ZOOM 4 88
FIG. 38. CARTE DES CONTRAINTES SUR FOND IGN, SECTEUR CHAMAGNE 95
FIG. 39. CARTE DES CONTRAINTES SUR VUE PHOTOGRAPHIQUE AERIENNE SECTEUR CHAMAGNE 96
FIG. 40. CARTE DES CONTRAINTES SUR FOND IGN, SECTEUR CHARMES-ESSEGNEY 97
FIG. 41. CARTE DES CONTRAINTES SUR VUE PHOTOGRAPHIQUE AERIENNE SECTEUR CHARMES-ESSEGNEY 98
FIG. 42. CARTE DES CONTRAINTES SUR FOND IGN, SECTEUR PORTIEUX 99
FIG. 43. CARTE DES CONTRAINTES SUR VUE PHOTOGRAPHIQUE AERIENNE, SECTEUR PORTIEUX 100
FIG. 44. CARTE DES CONTRAINTES SUR FOND IGN, SECTEUR PORTIEUX – CHATEL-SUR-MOSELLE 101
FIG. 45. CARTE DES CONTRAINTES SUR VUE PHOTOGRAPHIQUE AERIENNE, PORTIEUX – CHATEL-SUR-MOSELLE 102
FIG. 46. CARTE DES CONTRAINTES SUR FOND IGN, SECTEUR NOMEXY 103
FIG. 47. CARTE DES CONTRAINTES SUR VUE PHOTOGRAPHIQUE AERIENNE, SECTEUR NOMEXY 104
FIG. 48. CARTE DES ESPACES NATURELS REMARQUABLES – SECTEUR CHAMAGNE - LANGLEY 105
FIG. 50. CARTE DES ESPACES NATURELS REMARQUABLES – SECTEUR LANGLEY / NOMEXY 106
FIG. 51. LOCALISATION DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION ET DES COLLECTIVITES A SUBSTITUER 111
FIG. 52. PROPOSITION D'IMPLANTATION DU RESERVOIR CENTRAL ET SCHEMA DE DISTRIBUTION VERS LES RESERVOIRS EXISTANTS DE BULGNEVILLE, CONTREXEVILLE ET VITTEL 112
FIG. 53. TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE » 114

FIG. 54. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE »AU 1 :25 000 – PLAN 1 116
FIG. 55. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE »AU 1 :25 000 – PLAN 2 117
FIG. 56. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE »AU 1 :25 000 – PLAN 3 118
FIG. 57. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE »AU 1 :25 000 – PLAN 4 119
FIG. 58. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION « TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE »AU 1 :25 000 – PLAN 5 120
FIG. 59. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE TRANSFERT DE LA SOLUTION « TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE » EN HYPOTHESE HAUTE 125
FIG. 60. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE TRANSFERT DE LA SOLUTION « TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE » EN HYPOTHESE BASSE 127
FIG. 61. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE 129
FIG. 62. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE 130
FIG. 63. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL 130
FIG. 64. SYNOPTIQUES DES COLLECTIVITES DESSERVIES PAR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 131
FIG. 65. CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DU SECTEUR SUD DE LA FAILLE DE VITTEL ET TRAITS DE COUPES GEOLOGIQUES 137
FIG. 66. COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE AB 138
FIG. 67. COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE CD 139
FIG. 68. ISOHYPSES DU MUR DES GTI (SOURCE BRGM) 140
FIG. 69. EXTRAITS DES CARTES GEOLOGIQUES AU 1/50 000EME DE VITTEL ET D'EPINAL SUR LE SECTEUR SUD-EST 141
FIG. 70. ESQUISSE PIEZOMETRIQUE SUR LE SECTEUR SUD-EST 145
FIG. 71. EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE DANS LES GTI SOUS COUVERTURE DANS LE SECTEUR SUD-EST DEPUIS 2004 147
FIG. 72. FLUCTUATIONS SAISONNIERES SUR LE PIEZOMETRE DE VALFROICOURT ENTRE 2010 ET 2012 147
FIG. 73. EVOLUTION DES VOLUMES TOTAUX ANNUELS PRELEVES DE 1968 A 2010 DANS LE SECTEUR SUD EST (EN MILLIERS DE M^3/AN) (SOURCE DES DONNEES : BRGM, MODELE DE LA NAPPE DES GTI VERSION 2012) 148
FIG. 74. CAMPAGNE DE JAUGEAGES DIFFERENTIELS DU 20/09/2016 SUR LE MADON ET L'ILLON (SOURCE BRGM) 149
FIG. 75. CARTE DES CONTRAINTES ET ENJEUX DU SECTEUR SUD-EST 152
FIG. 76. INFILTRATION MOYENNE INTERANNUELLE CALCULEE SUR LES AFFLEUREMENTS GRESEUX DU SECTEUR SUD-EST (SOURCE BRGM) 157
FIG. 77. PROPOSITION DE LOCALISATION DU FORAGE F1 165
FIG. 78. PROPOSITION DE LOCALISATION DU FORAGE F2 166
FIG. 79. LOCALISATION DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION ET DES COLLECTIVITES A SUBSTITUER 169
FIG. 80. PROPOSITION D'IMPLANTATION DU RESERVOIR CENTRAL ET SCHEMA DE DISTRIBUTION VERS LES RESERVOIRS EXISTANTS DE BULGNEVILLE, CONTREXEVILLE ET VITTEL 170
FIG. 81. TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION «EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI SUD-EST » 172
FIG. 82. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION «EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI SUD-EST »AU 1 :25 000 – PLAN 1 174
FIG. 83. DETAIL DU TRACE GENERAL DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION «EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI SUD-EST »AU 1 :25 000 – PLAN 2 175
FIG. 84. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE TRANSFERT DE LA SOLUTION « EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI SUD-EST » EN HYPOTHESE HAUTE 180
FIG. 85. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE TRANSFERT DE LA SOLUTION « EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI SUD-EST » EN HYPOTHESE BASSE 182
FIG. 86. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE 184
FIG. 87. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE 185
FIG. 88. PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL 185
FIG. 89. SYNOPTIQUES DES COLLECTIVITES DESSERVIES PAR LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION 186

GLOSSAIRE

AEP : Alimentation en Eau Potable

AEI : Alimentation en Eau Industrielle

AERM : Agence de l'Eau Rhin Meuse

AERMC : Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

AP : Arrêté Préfectoral

ARS : Agence Régionale de Santé

BRGM : Bureau de Recherche Géologique et Minière

BSS : Base de données du Sous-Sol

CLE : Commission Locale de l'Eau

DDT : Direction Départementale des Territoires

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DUP : Déclaration d'Utilité Publique

EDL : Etat Des Lieux

GTI : Grès du Trias Inférieur

ILC : Indice Linéaire de Consommation

ILP : Indice Linéaire de Perte

NWSE : Nestlé Waters Supply Est

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SIE : Syndicat Intercommunal d'Eau

SIG : Système d'Information Géographique

SISPEA : Système d'Information des Services Publics d'Eau et d'Assainissement

UGE : Unité de Gestion de l'Eau

Rappel du contexte de la mission

1. CONCLUSIONS DES PHASES 1A&1B

La piézométrie de la nappe des grès a baissé de plusieurs dizaines de mètres au cours des 50 dernières années dans le secteur Sud-Ouest du SAGE GTI. En effet, l'alimentation de l'aquifère est limitée en raison de faible surface d'affleurement de grès disponible à l'infiltration et de la prépondérance des écoulements à contre-pendage sur ces zones d'affleurement, vers le bassin de la Saône. En outre, la présence de la faille de Vittel joue un rôle de barrière hydraulique aux écoulements, isolant ainsi ce réservoir aquifère du reste de la nappe.

Ainsi, dans le secteur Sud-Ouest du SAGE GTI, les prélèvements d'eau sont actuellement supérieurs à la recharge de la nappe, d'où une diminution de la ressource exploitable.

L'exploitation des volumes prélevés à l'échelle des collectivités du SAGE GTI pour les différents usages de l'eau a permis de mettre en évidence que :

- Le secteur Sud-Ouest présente les prélèvements d'eau les plus importants dans les GTI sous couverture, **soit 3,09 Mm^3/an en 2014** ;
- Les deux collectivités suivantes comptabilisent près de **50% des prélèvements** dans les GTI du secteur Sud-Ouest : SIE de Bulgnéville (qui alimente la fromagerie Ermitage) et Vittel ;
- L'industriel NWSE prélève près de **900 000 m^3/an soit 30 % des prélèvements** dans les GTI du secteur Sud-Ouest ;
- Les besoins de pointe à satisfaire se produisent en été (Contrexéville et Vittel) et/ou en hiver (SIE de Bulgnéville et SIE Anger) selon les collectivités.

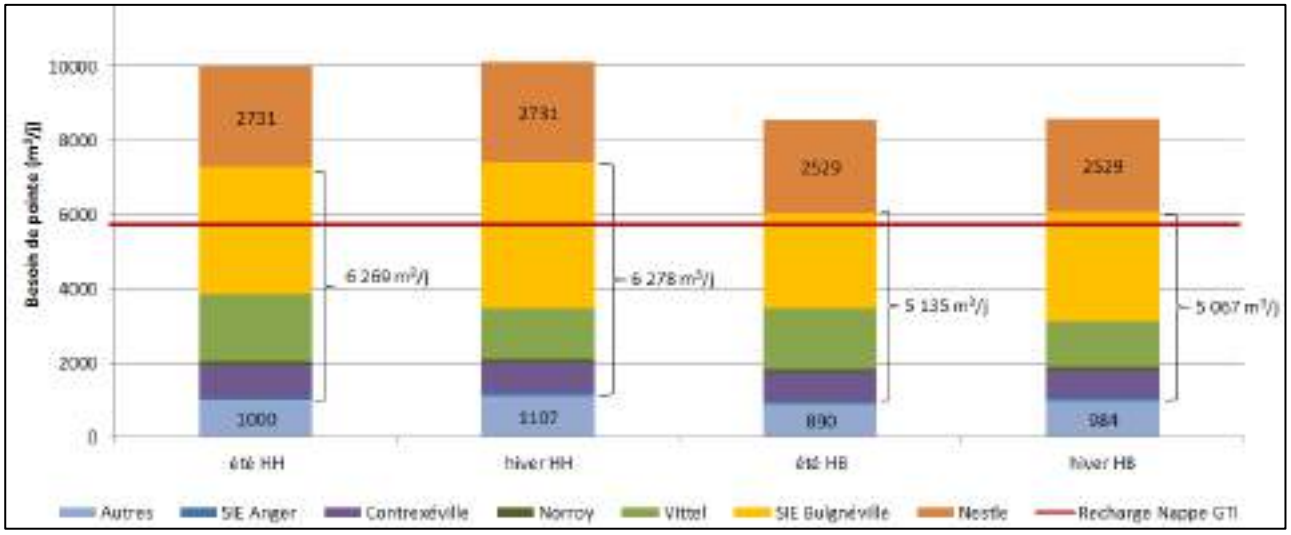


Fig. 1. Besoins de pointe à horizon 30 ans sur les GTI du secteur Sud-Ouest

Les prospectives quant aux prélèvements annuels à horizon 30 ans en hypothèses haute (HH) et basse (HB) prévoient une augmentation des volumes de 2% par rapport à 2010 en HH et une diminution des volumes de 20% en HB (soit un volume de 2,8 m^3/an à 3,4 m^3/an), sur le secteur Sud-Ouest du SAGE GTI. Il est à noter que la projection de l'évolution des prélèvements entre 2010 et 2014 à l'horizon 2030 tend vers l'hypothèse basse de prélèvements.

Pour rappel, les hypothèses haute et basse de prélèvement ont été calculées selon les principes suivants :

Hypothèse Haute (HH)	Hypothèse Basse (HB)
• Demande domestique: baisse (-11%) • Demande touristique: hausse: Thermalisme (+15%) Parc Naturel Régional (+30%) • Demande industrielle: Ermitage (+40%), Nestlé (+9%) • Demande agricole: hausse pour les grandes cultures, stabilité pour l'élevage	• Demande domestique: baisse (-18%) • Demande touristique: hausse: Thermalisme (+5%) PNR (+15%) • Demande industrielle: Stabilité (0% • Demande agricole: hausse pour les grandes cultures (+20%), baisse pour l'élevage (-12%)

Vittel, Contrexéville et les SIE de Bulgnéville et de l'Anger représentent 68% des prélèvements dans la nappe des GTI du secteur Sud-Ouest, et constituent les prélèvements dans les GTI de la nouvelle Communauté de Communes de Vittel. Ces prélèvements comprennent les volumes distribués à la Fromagerie Ermitage qui achète de l'eau au SIE de Bulgnéville. La fromagerie représente ainsi 17% des prélèvements dans les GTI sous couverture.

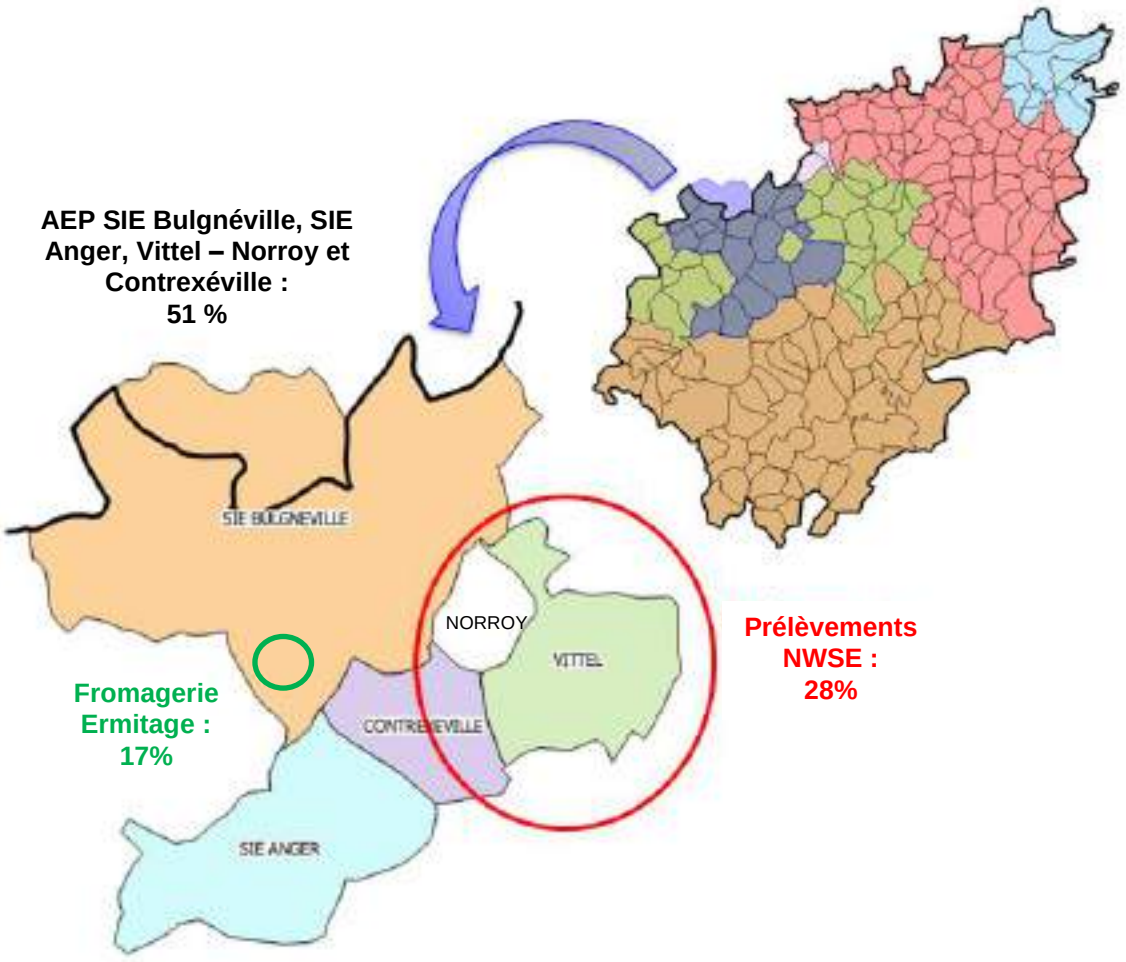


Fig. 2. Pourcentage de prélèvement dans les GTI du secteur Sud-Ouest des grands consommateurs

En comparant les prélèvements dans les GTI du Sud-Ouest à la recharge de la nappe dans ce secteur, les simulations effectuées par le BRGM sur le modèle hydrogéologique mis à jour en 2010, pour deux scénarii d'évolution de prélèvement et de recharge, montrent qu'il faudrait compenser un déficit de 0,6 et 1,35 millions de m^3/an.

Suite à l'annonce de Nestle sur la réduction de leur hypothèse haute de prélèvement à horizon 30 ans, les valeurs haute et basse de déficit à compenser retenues dans le cadre de l'étude sont :
0.5 à 1.0 Mm^3/an (*à valider par le bureau de la CLE puis par la CLE*).

Etant donné que les mesures d'économies d'eau n'aboutiraient qu'à 22% de réduction du déficit à combler à l'horizon 2030 (Cf. EDL SAGE), une solution de substitution à partir d'une nouvelle ressource doit être trouvée afin de combler le déficit des GTI et de satisfaire les besoins de pointes des collectivités, soit en moyenne 5 200 m^3/j en HB à 6 300 m^3/j en HH à substituer.

Le secteur clé à substituer se concentre sur le périmètre Vittel, Contrexéville, SIE de Bulgnéville et de l'Anger, pour les raisons suivantes :

- La Communauté de Communes de Vittel représente 68% des prélèvements, soit avec les forages de NWSE, 96 % des prélèvements dans les GTI du secteur Sud-Ouest ;
- Des travaux sur les ouvrages AEP sont d'ores et déjà à prévoir sur ces collectivités :
  - 4 forages sont en mauvais état et non réhabilitables : le forage F1 du SIE de Bulgnéville (dont le remplacement est prévu par le forage F3), ainsi que les forages F3, F6 et F7 de la Ville de Vittel. Ces forages sont les plus anciens et il est urgent de substituer ces ressources.
  - Les réservoirs du SIE Bulgnéville ne présentent pas une capacité de stockage suffisante et un nouveau réservoir est à prévoir à moyen terme d'après l'étude diagnostique (2010).

En parallèle, des diminutions de prélèvements de la société NWSE sont prévues dans les années à venir. En effet, NWSE a entrepris depuis quelques années de réduire sa part de prélèvement dans les GTI dédiée au process industriel et de la réserver pour l'embouteillage d'eau de source Bonne Source. Entre 2010 et 2014, les prélèvements par NWSE sur le secteur Sud-Ouest étaient relativement constants autour d'un volume proche de l'hypothèse basse de prélèvement émise par le BRGM. Par ailleurs, la mise en service d'un forage dans les calcaires du Muschelkalk pour l'eau industrielle et potable, ainsi que le transfert d'eau depuis le site de Contrexéville vers le site de Vittel, permettra à terme à NWSE de stopper définitivement ses prélèvements sur le forage d'Outrancourt.

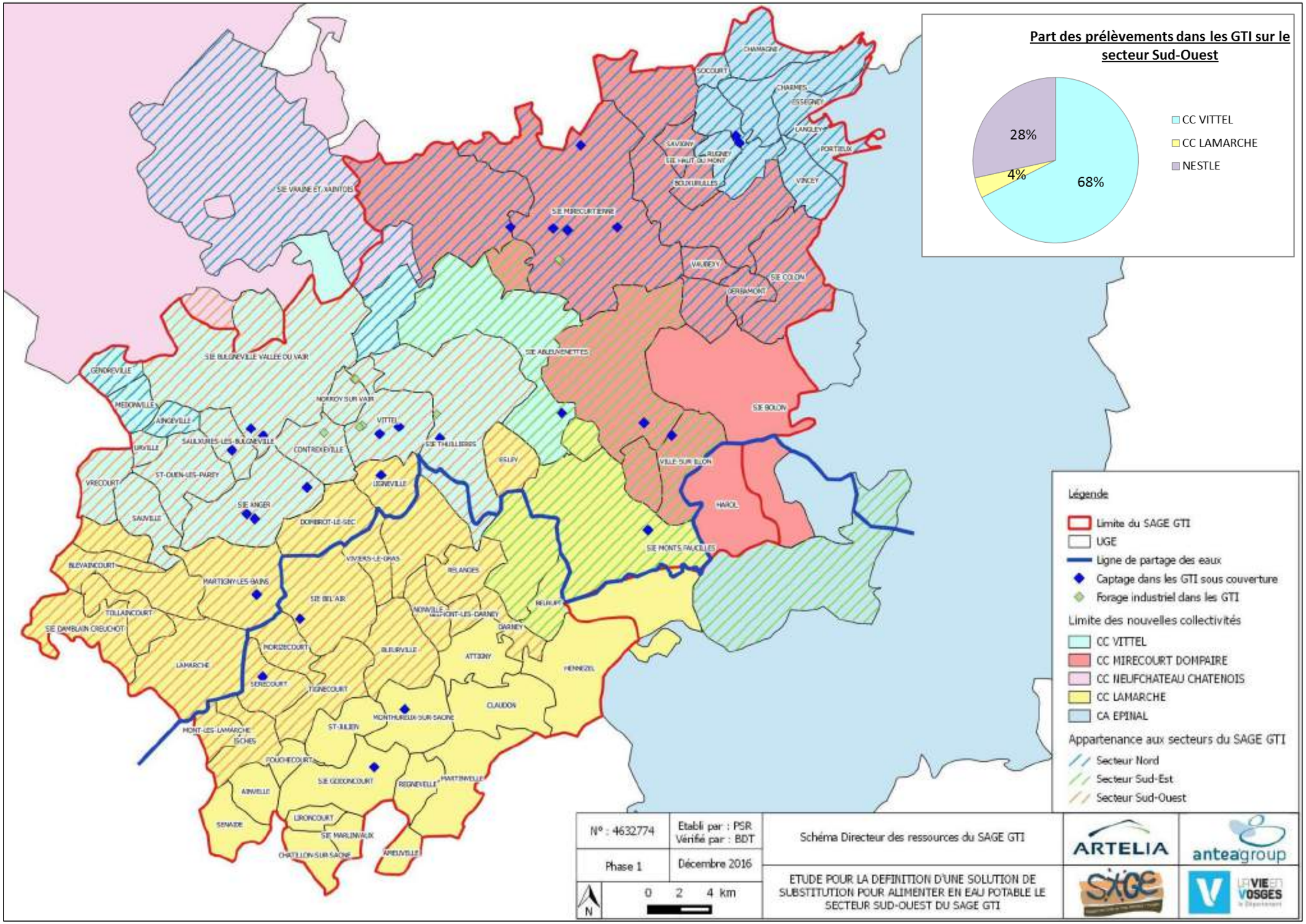


Fig. 3. Bilan des prélèvements dans les GTI sous couverture sur les secteurs du SAGE, par UGE et collectivité nouvelle

2. SOLUTIONS D'APPROVISIONNEMENT

Trois solutions de substitutions sont envisagées :

- Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois,
- Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle,
- Exploitation de la nappe des GTI du secteur Sud-Est.

Deux grands principes sont à respecter dans l'étude des solutions de substitution :

- Modulation saisonnière, panachage et échelonnement temporel,
- Conserver une fourchette de variation du volume à transférer.

3. DEROULEMENT DE L'ETUDE

Le déroulement de la mission sera donc le suivant :

- Phase 1.A : Analyse et restitution des données AEP
- Phase 1.B : Etat des lieux : problématique de la nappe des GTI et enjeux de l'AEP
- Phase 1.C : Etude des solutions de substitution
  - Etude des ressources de substitution potentielles,
  - Proposition de tracé de réseaux pour l'acheminement de l'eau des ressources de substitution
- Phase 2.A : Etude détaillée pour le choix de la (des) solutions de substitution la (les) plus adaptées
- Phase 2.B : Préconisation d'interconnexions et travaux complémentaires pour la sécurisation de l'AEP hors solution de substitution

Une analyse juridique sera menée conjointement à ces phases.

Le rapport suivant présente la phase 1C de l'étude.

SOLUTION DE SUSBTITION N°1 : INTERCONNEXION AVEC LE SIE VRAINE ET XAINTOIS

4. ETUDE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION

4.1. DESCRIPTION DES OUVRAGES DU SYNDICAT

Le Syndicat des eaux de la Vraine et du Xaintois dispose de 6 captages pour son alimentation en eau potable :

Tabl. 1 - Captages du SIE de la Vraine et du Xaintois

Captage	Volume prélevé 2014 (m^3/an)	Volume autorisé (DUP) (m^3/an)	Volume théoriquement disponible (m^3/an)
SOURCE LA CHAVEE	415 385	1 752 000	1 336 615
SOURCE LA GOULE	62 531	133 955	71 424
SOURCE GERARD	155 343	47 085	3 523 492
PUITS DE ROCHE		2 317 750	
PRISE D'EAU DU VAIR		1 314 000	
FORAGE DE BAUDRICOURT	204 212	438 000	*Prélèvement dans les GTI*

La source de la Chavée ainsi que le Puits de Roche dans lequel se déverse la source Gérard et le prélèvement dans le Vair, constituent une ressource en eau très importante qui pourrait être exploitée comme ressource de substitution.

Cette ressource concerne l'aquifère des calcaires du Dogger (et se localise hors périmètre du SAGE GTi, à environ 6 kilomètres au Nord-Est de Neufchâteau.

Des périmètres de protection ont été définis pour la source de la Chavée par la DUP en date du 11/06/1998 et pour les autres captages par la DUP du 14/09/2009.

4.1.1. Source de la Chavée

La source de la Chavée, référencée dans la BSS sous l'indice 303-1x-013, émerge sur le ban de la commune d'Attignéville, en limite Nord-Est du village. Il s'agit d'une source de débordement de la nappe des calcaires du Dogger.

La chambre de concentration des eaux se situe dans le bâtiment d'une ancienne station de pompage. Elle est accessible par l'intermédiaire d'une échelle dont l'accès est fermé par une plaque en inox. Les eaux sont drainées par l'intermédiaire de deux galeries en forme de « T » comportant un caniveau axial. Il s'agit de galeries voûtées visitables construites en béton et en pierres de taille, partiellement recouvertes de dalles en béton permettant un accès hors des épisodes de crues. La longueur totale des galeries n'est pas connue précisément mais serait d'au moins 40 m. De gros orifices ont été aménagés au tiers supérieur de la branche verticale du T pour assurer la collecte de l'eau. La partie principale de production provient de la branche horizontale du « T » disposée au pied du massif rocheux et qui comporte d'autres orifice. L'essentiel du débit provient des deux extrémités de cette galerie.

La construction date des années 1940 et l'ensemble apparaît en bon état.

Le débit non capté ressort au trop plein et rejoint le Vair via le réseau d'assainissement communal.

Fig. 4. Vue photographiques de la source de la Chavée

Les eaux captées sont acheminées gravitairement vers la station de traitement de Removille via une conduite DN250 de capacité maximale 200 m^3/h.

Le Syndicat dispose d'une autorisation de prélèvement de 200 m^3/h ou 4 800 m^3/j sur ce captage.

4.1.2. Puits de Roche

Le puits de Roche, référencé dans la BSS sous l'indice 03031X0016, est situé sur le ban de la commune de Removille, en contrebas de la D3 reliant Removille à Attignéville, à proximité immédiate de l'usine de traitement.

Il s'agit d'un ouvrage de 6 m de profondeur constitué de buses de 2 m de diamètre réalisé avant 1960. Sa coupe géologique et technique n'a pas été retrouvée dans les archives. Il pourrait s'agir, d'après le rapport d'hydrogéologue agréé d'une source captée par puits, reliée à des drains. Elle est d'ailleurs dénommée sur certains documents « source du Puits de Roche ».

Deux canalisations débouchent gravitairement dans l'ouvrage : l'une venant de la source Gérard, la seconde de la prise d'eau du Vair située à 25 m. La conduite venant du Vair est fermée par une vanne qui n'est ouverte qu'en période d'étiage. Pour limiter les apports d'eau du Vair, ressource de qualité dégradée, le Syndicat des Eaux essaye durant cette période de maintenir autant que possible le niveau dynamique constant et à une cote légèrement au-dessus du débouché de la conduite gravitaire.

L'ouvrage est situé sur une plateforme surélevée, de façon à protéger la tête de puits des inondations. Ces aménagements ont été effectués récemment et l'ouvrage apparaît en bon état.

Le puits est équipé de 3 pompes avec variateur dont une de secours, chacune ayant un débit nominal de 100 m^3/h.

Fig. 5. Vues photographiques du puits de Roche

Les eaux pompées sont refoulées vers la station de traitement située à environ 30 m. Le trop plein du puits se déverse gravitairement en contrebas du monticule et rejoint le Vair par un petit chenal.

Le prélèvement journalier autorisé est de 6 350 m^3/j 365 j/an, sans précision de débit horaire. Il correspond à environ 20 h de pompage au débit de 317,5 m^3/h.

4.1.3. Source Gérard

La source Gérard, référencée dans la BSS sous l'indice 03031X014, se situe sur le ban communal de VOUXEY-IMBRECOURT. Elle est localisée à 180 m en rive gauche du Vair et à environ 200 m du puits de Roche, en bordure de la RD27.

La source, captée depuis 1960, est une source de débordement de la nappe des calcaires du Bajocien inférieur.

Le captage, qui se situe dans un espace clôturé, est accessible par une porte étanche et sous clef.

La source est captée directement au niveau de l'affleurement des calcaires du Bajocien L'eau s'écoule dans une petite galerie de 2 mètres de long avant d'aboutir dans un réceptacle.

Les eaux sont acheminées gravitairement vers le puits de Roche. Le trop plein de ce captage rejoint le Vair.

Le prélèvement maximum journalier autorisé est de 129 m^3/j, correspondant à 24 h à 5,4 m^3/h.

Fig. 6. Vue photographique de la source Gérard

4.1.4. Infrastructure AEP du secteur Ouest du Syndicat

L'ensemble des sources du syndicat sont acheminées à la station de traitement de Removille de capacité 200 m^3/h. Cette station présente un traitement complet des eaux brutes : coagulation, floculation, décantation, filtration sur sable, CAG et désinfection.

Les eaux traitées sont ensuite envoyées au réservoir de la Madone avant distributions aux communes.

Le schéma suivant présente la structure de l'infrastructure AEP du secteur Ouest du Syndicat, avec indication des volumes autorisés et des volumes prélevés en 2014 par ressource.

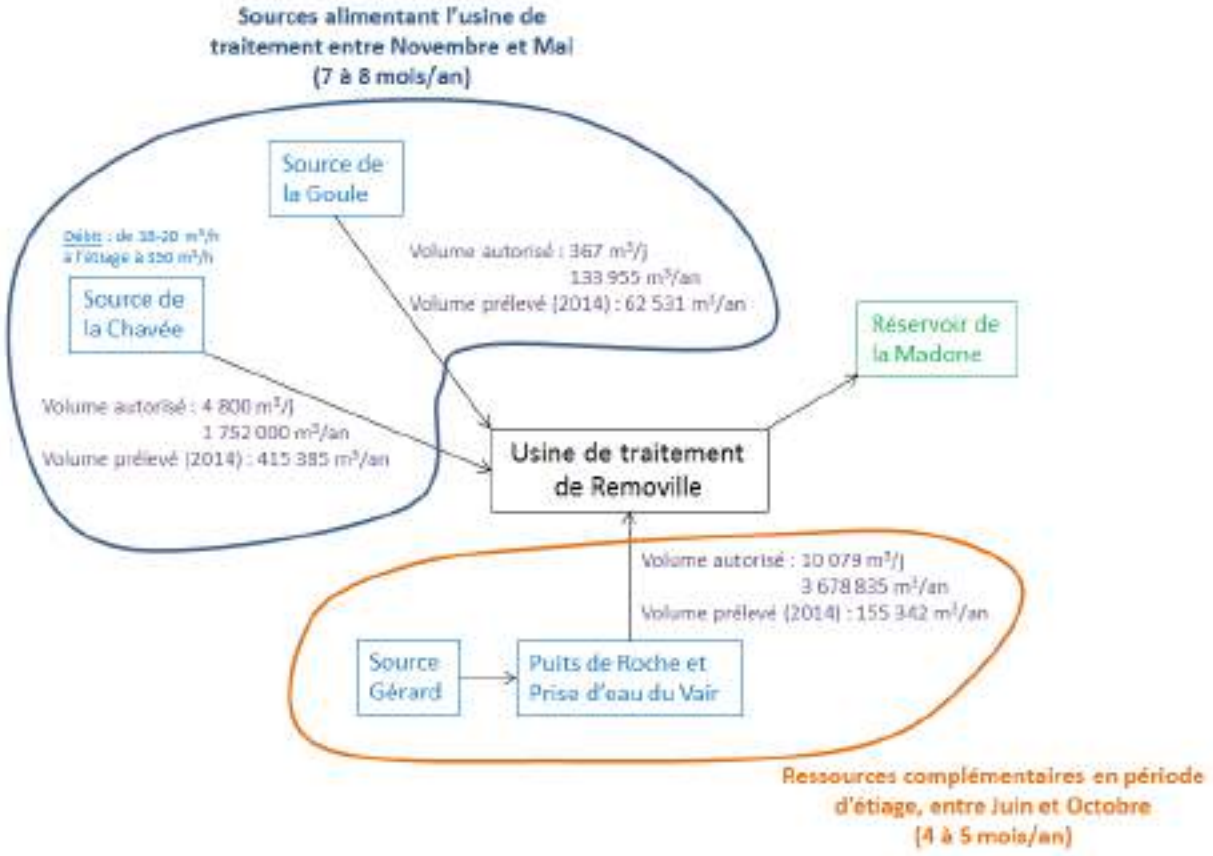


Fig. 7. Schéma de la structure de l'AEP du secteur Ouest du Syndicat

4.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE DE LA RESSOURCE

4.2.1. Contexte géologique et structural

4.2.1.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCAL

Un extrait de la carte géologique au 1/50 000ème de Châtenois est donné sur la Fig. 9.

La succession des terrains rencontrés dans le secteur est la suivante, des formations les plus récentes aux plus anciennes :

Alluvions récentes (Fz) : le fond des vallées et notamment celle du Vair sont tapissées par des argiles brune et beige avec cailloutis et blocs calcaires qui peuvent atteindre localement une épaisseur de 6 à 7 mètres.

Bajocien supérieur (j1c) : puissante d'une quarantaine de mètres, cette formation est caractérisée par de multiples changements de faciès. Au sommet ($j1c^3$), il est possible de distinguer un massif de calcaires compacts. Au centre ($j1c^2$) un complexe de calcaires d'apparence terreuse, oolithiques et marneux. A la base ($j1c^1$), deux sous-étages sont différenciables : un massif de calcaires compacts et à sa base une mince séquence de calcaires oolithiques argileux et marneux.

Bajocien moyen et inférieur (j1b-a) : le bajocien moyen est puissant d'une quarantaine de mètres, il est hétérogène mais très résistant marquant ainsi le paysage par des pentes abruptes et des corniches. Le bajocien inférieur correspond quant à lui à un sous-étage à faciès complexe d'une puissance de 35 à 40 mètres dont la succession est la suivante :

- 15 à 20 mètres de calcaires sableux oolithiques ferrugineux et la présence de galets et nodules calcaires roulés,
- 10 à 12 mètres de calcaires à Entroques et ferrugineux
- et enfin 9 à 10 mètres de calcaires oolithiques assez compacts.

Toarcien (l5) : cette formation puissante de 70 à 75 mètres est essentiellement marneuse. Au sommet, on rencontre des marnes argileuses avec des passés calcareux, sableux et gréseux pouvant s'apparenter aux grès supra-liasiques ; au centre, des marnes grises argilo-sableuses micacées et parfois ferrugineuses ; et enfin à la base une séquence schisteuse caractéristique et constante dans toute la Lorraine, les schistes cartons.

Aalénien (l6) : cette formation n'est pas présente dans la succession des terrains au niveau des différentes ressources et constitue lacune stratigraphique.

Domérien supérieur (l4c) : les grès médiolasiques ont une puissance de 12 à 18 mètres est sont représentés par un massif de calcaires plus ou moins gréseux ou argileux souvent très durs.

Domérien inférieur (l4b) : cette formation d'une puissance de 90 mètres environ est constituée par les argiles et marnes à Amaltheus. Cette séquence est essentiellement imperméable.

4.2.1.2. CONTEXTE STRUCTURAL

Généralement les formations géologiques sur le plateau lorrain présentent un pendage de 3 à 4 % en direction du Nord-Ouest. Ces unités sont affectées par des plissements et des failles.

Le puits de Roche et la source Gérard sont localisés dans le Graben de Roche. Il s'agit d'un compartiment affaissé de quelques centaines de mètres de large délimité par deux failles de plusieurs dizaines de kilomètres d'orientation Sud-Ouest/Nord-Est. L'abaissement de ce compartiment met en contact latéralement les calcaires du Bajocien avec les marnes du Toarcien.

Le schéma structural selon une coupe Sud-ouest/Nord-est est reporté ci-dessous. Le trait de coupe est reporté sur la figure page 24.

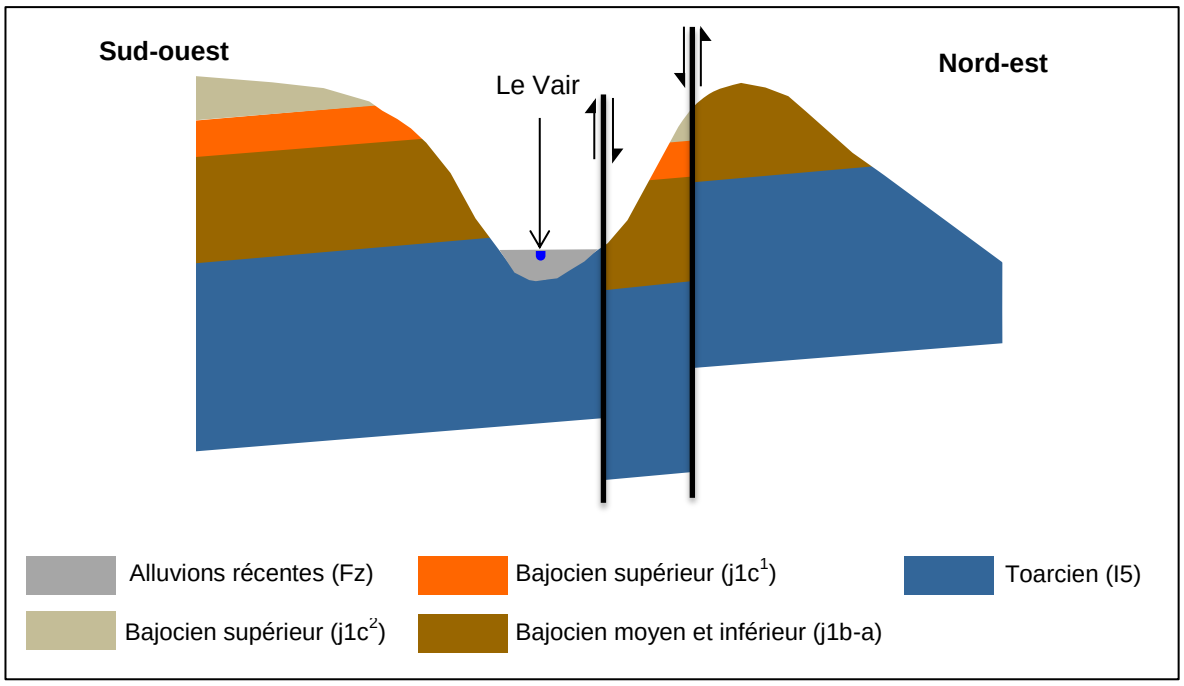


Fig. 8. Coupe géologique de principe

Une prospection géophysique a permis la localisation de ces failles. Le positionnement des calcaires du Bajocien inférieur et moyen entre les marnes imperméables du Toarcien délimite un réservoir aquifère important.

La source de la Chavée est localisée en dehors de cette structure, en bordure du plateau d'Attignéville, à environ 1 kilomètre au Nord-ouest des captages de Removille.

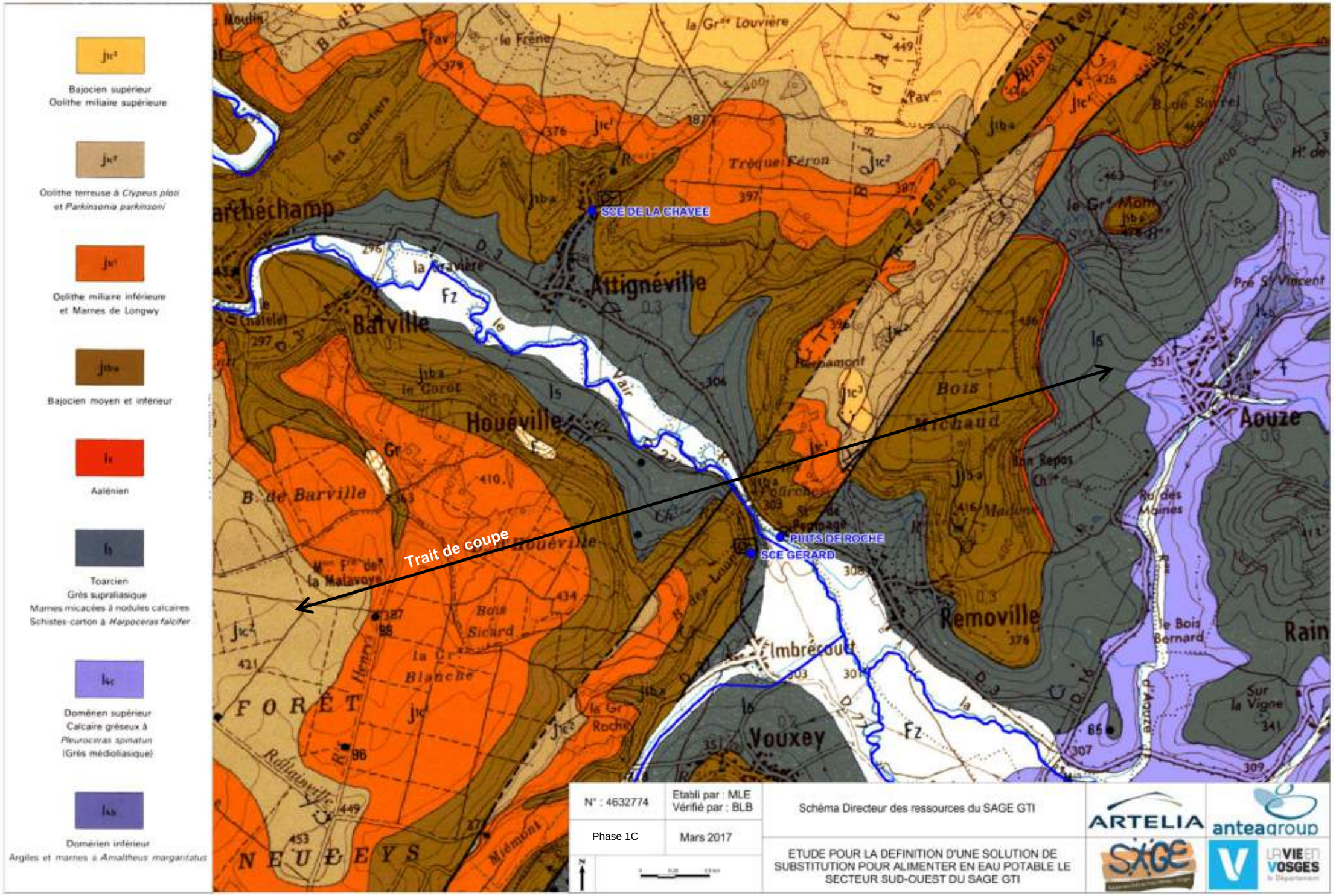


Fig. 9. Extrait de la carte géologique au 1/50 000ème de la région de Châtenois

4.2.2. Contexte hydrogéologique

Deux niveaux aquifères sont répertoriés dans le secteur et se constituent à la faveur des écrans peu perméables des argiles du Toarcien et des marnes du Bajocien moyen. L'importance de ces deux aquifères est inégale. L'aquifère principal est contenu dans les calcaires de base du Bajocien inférieur, le second dans les horizons du Bajocien supérieur. Ces deux aquifères ont une perméabilité de fissure et sont caractérisés par des écoulements rapides. Ils sont séparés par un écran marneux de faible épaisseur qui limite le phénomène de drainage des eaux de la nappe du Bajocien supérieur vers le Bajocien moyen et inférieur. Cependant les traçages ont montré qu'une communication existe entre ces deux aquifères à la faveur de failles.

4.2.2.1. SOURCE DE LA CHAVEE

La source de la Chavée est une émergence issue du plateau calcaire Bajocien et Bathonien d'Attignéville au contact des formations peu perméables du Toarcien. La vallée du Vair, qui délimite au Sud du plateau a fortement entaillé ce massif calcaire, portant à l'affleurement ces horizons marneux.

Des profils géophysiques ont mis en évidence l'existence d'une zone fortement fissurée sur le plateau en amont de la source vers le Nord-Est, dans le prolongement de la combe Hagrée mais aucun système karstique important ne semble s'être développé. Les vitesses de circulations déterminées par traçages sont inférieures à 30 m/h (source : étude de vulnérabilité du captage, GEOSUM – mars 1995).

Les structures faillées identifiées sur le plateau d'Attignéville (cf. figure de la page 36) jouent un rôle de drain à travers les calcaires du Bajocien et conditionnent les directions d'écoulement.

4.2.2.2. PUITS DE ROCHE

La coupe géologique du puits n'est pas connue mais l'ouvrage traverserait les alluvions argileuses du Vair jusqu'aux calcaires.

L'excellente productivité du puits, confirmée par les résultats d'un pompage d'essai et les caractéristiques physico-chimiques de l'eau laissent supposer que l'ouvrage capte principalement les calcaires du Bajocien. La contribution des alluvions du Vair qui sont très argileuses au débit pompé est donc vraisemblablement très faible.

La localisation du puits de Roche au sein du graben explique sa forte productivité. En effet l'abaissement du bloc positionne les calcaires du Bajocien entre les marnes imperméables du Toarcien délimitant ainsi un réservoir aquifère très important dans lequel les eaux sont canalisées. L'alimentation s'effectue probablement assez loin dans le graben à travers les calcaires fracturés et la nappe devient légèrement en charge sous les alluvions dans la vallée du Vair.

Cette géométrie est visible sur la figure de la page 23 Les failles délimitant le graben et celles localisées en son sein jouent un rôle de drain.

La ressource en eau captée par le puits est donc issue d'un réservoir calcaire très fracturé avec drainage selon une direction tectonique**.**

Les données piézométriques, lorsque les pompes sont à l'arrêt, montrent que le Vair draine la nappe en période de moyenne à basses eaux. Par contre, dans l'état actuel des connaissances, on ne sait pas s'il existe une communication naturelle entre le Vair via ses berges et l'aquifère calcaire sollicité par le Puits de Roche, et donc si le puits de Roche est vulnérable aux pollutions du Vair.

4.2.2.3. SOURCE GERARD

La source Gérard est issue des calcaires du Bajocien inférieur et émerge au contact des marnes du Toarcien. La position de la source à contre pendage en fait une source de débordement, ce qui, avec la faible extension du bassin d'alimentation, explique les débits limités de l'ouvrage notamment en période d'étiage.

4.2.3. Contexte pédologique : formations de recouvrement

Les sols du plateau calcaire du Bajocien sont homogènes et constitués de sols bruns calciques superficiels, limoneux à argilo-limoneux, caillouteux à très caillouteux. Leur épaisseur est réduite et comprise entre 15 et 30 cm. La perméabilité de ce type de sol est élevée et en relation directe avec le pourcentage de cailloux.

Localement sur les affleurements des marnes du Bajocien supérieur, les sols bruns peuvent être plus épais avec une épaisseur comprise entre 20 et 40 centimètres.

Les fortes pentes à couvert forestier présentent des sols colluviaux caillouteux à terre interstitielle abondante avec des épaisseurs très variables de 30 cm à plus de 1 mètre.

Entre les horizons pédologiques et la roche calcaire saine se localise une frange d'altération dont l'épaisseur et la nature sont fonction de la morphologie du site et de la formation géologique sous-jacente. Les formations dont le recouvrement est peu épais et pauvre en argile sont les calcaires oolithiques du Bajocien supérieur et les calcaires à polypiers du Bajocien moyen et inférieur.

Compte-tenu de la faible épaisseur de recouvrement, de sa perméabilité plutôt élevée, et de la perméabilité de fissure de l'aquifère, la vulnérabilité intrinsèque des ressources est importante.

4.2.4. Productivité des ouvrages existants

4.2.4.1. SOURCE DE LA CHAVEE

Les débits d'étiage journaliers de la source ont été suivis en 1991 et 1993, à priori au débouché de la conduite gravitaire à la station de Removille. (source : définition des périmètres et mesures de protection de la source de la Chavée à Attignéville – F. NOELLE – Juin 1997).

En 1991, qui était une année sèche, le débit d'étiage minimal enregistré était de 18 m^3/h (5 l/s) pour un débit minimum moyen hebdomadaire de 20 m3/h.

Durant l'année 1993, le débit minimum d'étiage était de 21,6 m^3/h (6 l/s) Durant ces deux années, le débit s'est maintenu en-dessous de 70 m3/h durant 4 mois en moyenne.

Le débit moyen de la source de la Chavée est estimé à environ 200 m^3/h (F. NOELLE – Juin 1997) et le débit pourraient atteindre 350 m^3/h en hautes eaux (source : étude GEOSUM : étude de vulnérabilité du captage d'eau potable de la source Chavée à Attignéville – Mars 1995 –).

Une mesure complémentaire en juin 1997 (période de moyennes eaux) a montré que la source débitait encore 200 m^3/h (Définition des périmètres et mesures de protection de la source de la Chavée à Attignéville – F. NOELLE – Juin 1997).

La chronique des précipitations mensuelles (cf. figure ci-dessous) montre cependant que la mesure réalisée le 3 juin 1997 a été effectuée après un mois de mai particulièrement pluvieux avec 88 mm de pluie soit 23% de plus que la normale.

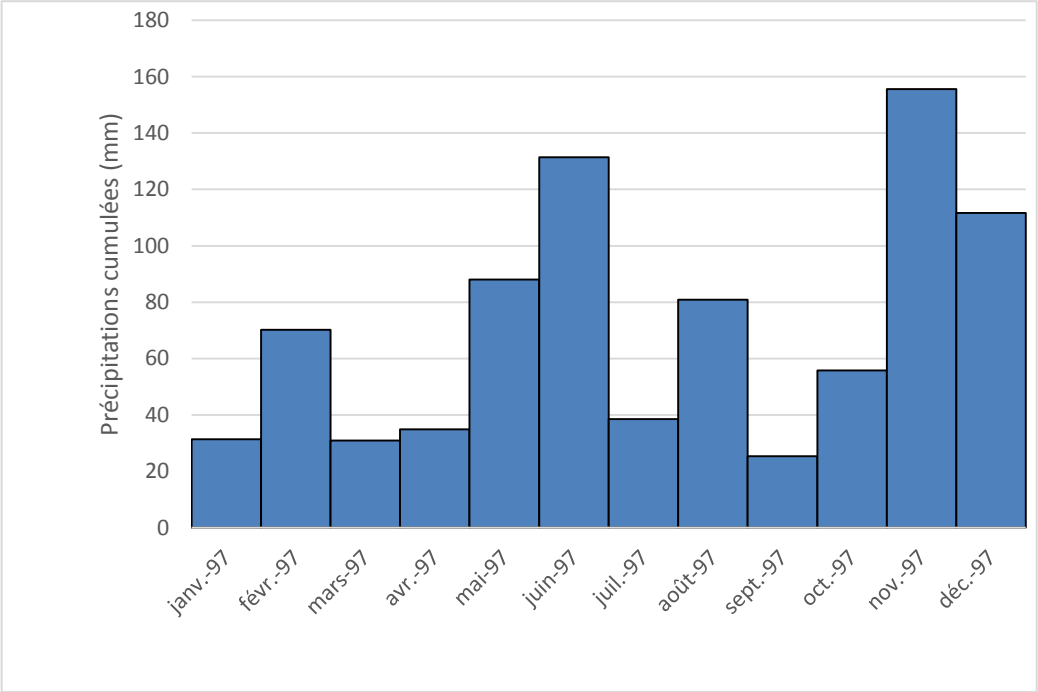


Fig. 10. Précipitations mensuelles à la station de Nancy-Ochey

On peut donc considérer les débits suivants pour la source de la Chavée :

- **Etiage : débit minimal de 18 à 20 m^3/h, quelques jours consécutifs, puis débit variant entre 30 et 70 m3/h durant 4 mois en basses eaux,**
- **Moyennes eaux : 200 m^3/h**
- **Hautes eaux : jusqu'à 350 m^3/h**

Seules des mesures de débit ont été réalisées en étiage. Il conviendra d'aménager et d'installer un dispositif de mesure et d'enregistrement continu des débits sur la galerie d'amenée ces eaux, ainsi que sur le trop plein pour disposer de chronique annuelle. Elle permettra d'établir une corrélation avec la pluviométrie.

4.2.4.2. PUITS DE ROCHE

Peu de données sont disponibles concernant la productivité du puits.

Un essai de pompage avait été effectué en Juillet 1998 au débit de 120 m^3/h durant 8 heures. Le rabattement obtenu en fin de pompage n'était que de 8 cm, ce qui donne un débit spécifique très important.

Les pompes, au nombre de trois peuvent débiter en moyenne 100 m^3/h chacune, soit une capacité de production globale de 300 m^3/h dont 284 m^3/h pour le seul puits de Roche si l'on déduit l'apport moyen de la source Gérard (débit moyen estimé à 16 m^3/h). Ce débit de 300 m3/h a été retenu comme débit moyen pour la définition des périmètres de protection.

En étiage le puits de Roche pourrait fournir 100 m^3/h d'après le rapport sur la « Définition des périmètres de protection des sources de la Goule, Gérard, du puits de Roche et de la prise d'eau directe dans le Vair – C. CACHET – 23 octobre 2001 ».

D'après les données disponibles qui sont peu nombreuses, le débit d'étiage serait de 100 m^3/h et le débit moyen 284 m^3/h (300 m^3/h avec la source Gérard).

Ces données doivent être vérifiées par la réalisation de nouveaux essais de débit notamment en étiage. Un suivi qualitatif devra être mis en œuvre lors de ces essais pour préciser l'origine de l'eau.

4.2.4.3. SOURCE GERARD

La seule donnée disponible sur la source Gérard date de 1948. A cette époque la source débitait 5,4 m^3/h en période d'étiage soit 1,5 l/s. Le débit moyen de la source Gérard a été estimé à 16,2 m^3/h. Ces données sont issues du rapport sur la « Définition des périmètres de protection des sources de la Goule, Gérard, du puits de Roche et de la prise d'eau directe dans le Vair – C. CACHET – 23 octobre 2001.

4.2.5. Qualité des eaux de la ressource

Les résultats d'analyses d'eau brute sont extraits de la base de données de l'ARS sur la période 1988-2015. Les valeurs moyennes pour les trois captages étudiés sont données dans le tableau à la page 31.

4.2.5.1. SOURCE DE LA CHAVEE

Les paramètres organoleptiques sont conformes pour l'aspect, l'odeur et la couleur. La turbidité est en moyenne inférieure aux seuils de 1 NFU avec une valeur de 0,28 NFU.

L'eau présente en moyenne un pH naturel in situ de 7,48, elle est dure (TH de 29 °F), à l'équilibre calco-carbonique (ΔpH = 0), moyennement minéralisée (C25°C = 557 µS/cm), à dominante bicarbonatée (HCO3- = 296 mg/l) calcique (Ca2+ = 107,3 mg/l). Les teneurs en chlorures et sulfates sont faibles et respectivement de 9 mg/l et 17,7 mg/l.

La concentration moyenne en nitrates est plutôt élevée, autour de 28,3 mg/l. Cette valeur est stable pour la période 1988 à 2015.

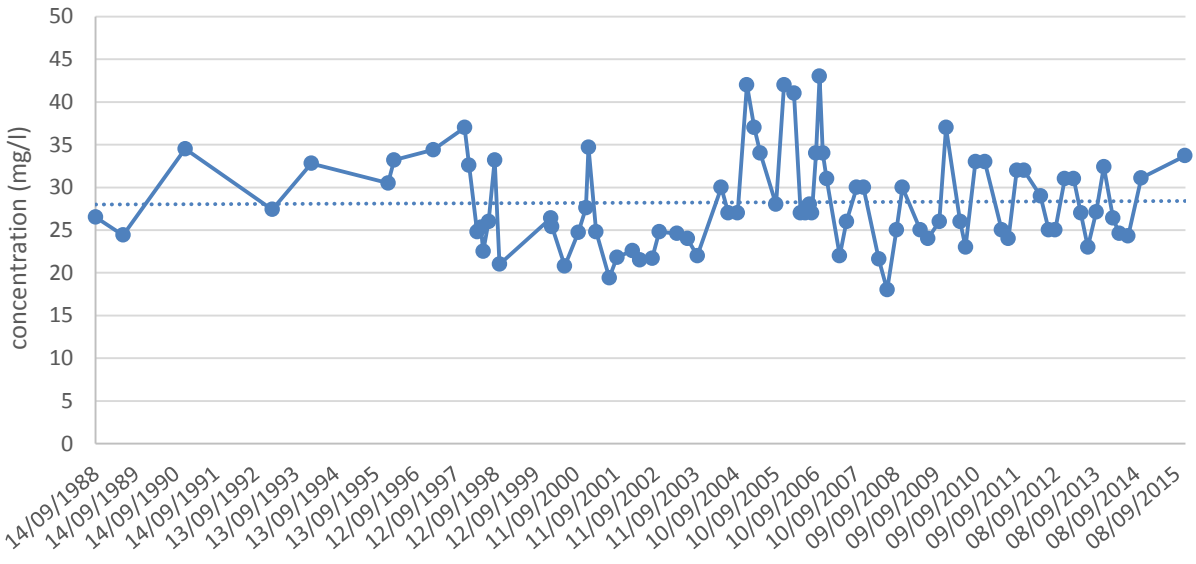


Fig. 11. Evolution de la teneur en nitrates de la source de la Chavée

Les teneurs en fer, manganèse et aluminium sont faibles. Les substances indésirables présentent toutes des valeurs très inférieures aux limites ou référence de qualité. En ce qui concerne les micropolluants, les valeurs sont inférieures aux seuils de qualité même si des traces sont détectées comme les pesticides.

4.2.5.2. PUITS DE ROCHE

Les paramètres organoleptiques sont conformes pour l'aspect, l'odeur et la couleur. La turbidité est en moyenne très supérieure aux seuils de 1 NFU avec une valeur de 20,63 NFU.

L'eau est légèrement basique (pH de 7,50 unités), elle est jugée dure (TH de 34 °F), à l'équilibre calco-carbonique (ΔpH = 0,05), minéralisée (C25°C = 659 µS/cm), à dominante bicarbonatée (HCO3- = 331 mg/l) calcique (Ca2+ = 122,3 mg/l). Les teneurs en chlorures et sulfates sont faibles et respectivement de 12,3 mg/l et 36,4 mg/l.

La concentration moyenne en nitrates est faible avec une valeur de 16,6 mg/l.

La teneur en aluminium est assez élevée avec une teneur de 179,2 µg/l pour une référence de qualité pour une eau de consommation humaine fixée à 200 µg/l. Les teneurs en manganèse sont également importantes avec une valeur moyenne de 35,4 µg/l pour une référence de qualité pour une eau de consommation humaine fixée à 50 µg/l. La teneur moyenne en fer dépasse la référence de qualité pour une eau destinée à la consommation humaine fixée à 200 µg/l mais ceci est lié à quelques pics de forte concentration.

Les substances indésirables et les micropolluants présentent toutes des valeurs très inférieures aux limites ou référence de qualité.

Les caractéristiques des eaux pompées dans le puits de Roche diffèrent de celles des sources de la Chavée et Gérard qui sont probablement liées aux apports du Vair.

4.2.5.3. SOURCE GERARD

La source Gérard possède un faciès chimique similaire à celui de la source de la Chavée.

Les paramètres organoleptiques sont conformes pour l'aspect, l'odeur et la couleur. La turbidité est en moyenne inférieure aux seuils de 1 NFU avec une valeur de 0,28 NFU.

L'eau présente en moyenne un pH naturel in situ de 7,43 unités, elle est jugée dure (TH de 30 °F), à l'équilibre calco-carbonique (ΔpH = 0,25), moyennement minéralisée (C25°C = 570 µS/cm), à dominante bicarbonatée (HCO3- = 336 mg/l) calcique (Ca2+ = 112,3 mg/l). Les teneurs en chlorures et sulfates sont faibles et respectivement de 6,3 mg/l et 17,9 mg/l.

La concentration moyenne en nitrates est faible avec une valeur de 13,0 mg/l.

Les teneurs en fer, manganèse et aluminium sont faibles. Les substances indésirables, et les micropolluants présentent toutes des valeurs très inférieures aux limites ou référence de qualité.

L'eau brute des sources de la Chavée et Gérard présente une très bonne qualité physico-chimique à part les teneurs en nitrates notables mais qui restent stables pour la Chavée.

La qualité de l'eau du Puits de Roche est meilleure en nitrates mais globalement, de moins bonne qualité car sous influence du Vair (vanne ouverte lors des prélèvements, vanne non étanche ou communication naturelle).

L'eau du Vair est très minéralisée avec une charge en sulfates élevée (conductivité > 1000 µS/cm à 25°C, 250 à 280 mg/l de sulfates, ce qui est supérieur aux limites de qualité des eaux brutes.

On évitera donc d'utiliser la ressource du Vair pour la substitution qui est par ailleurs très vulnérable aux pollutions.

Tabl. 2 - Moyenne des résultats d'analyses d'eau brute des captages du SIE Vraine et Xaintois sur la période 1988-2015

Numéro BSS	Nom de l'ouvrage	X	Y	pH	Conductivité à 25°C	TH	TAC (°F)	Turbidité (NFU)	Hydrogénocarbonates (mg/l)	Chlorures (mg/l)	Sulfates (mg/l)	Nitrates (mg/l)	Nitrites (mg/l)	Aluminium (µg/l)	Calcium (mg/l)
03031X0013/HY	SCE DE LA CHAVEE	857 299	2 382 341	7,48	557	29	24	0,28	296	9,0	17,7	28,3	0,00	48,2	107,3
03031X0014/HY	SCE GERARD	858 445	2 379 868	7,43	570	30	27	0,28	336	6,3	17,9	13,0	0,00	25,0	112,3
03031X0016/HY	PUITS DE ROCHE	858 655	2 379 988	7,50	659	34	27	20,63	331	12,3	36,4	16,6	0,02	179,2	122,3

Numéro BSS	Nom de l'ouvrage	Potassium (mg/l)	Magnésium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Ammonium (mg/l)	COT (mg/l)	Indice phénol (mg/l)	Indice hydrocarbure (mg/l)	Somme de 6 HAP (µg/l)	Fer (µg/l)	Manganèse (µg/l)	Cuivre (µg/l)	Zinc (µg/l)	Phosphore total (mg/l)	Fluorure anion (mg/l)
03031X0013/HY	SCE DE LA CHAVEE	0,28	4,7	2,8	0,00	1,03	0,00	0,00	0,00	0,84	5,00	0,00	0,00	0,07	0,07
03031X0014/HY	SCE GERARD	0,21	5,9	2,9	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	25,14	3,43	0,00	0,00	0,12	0,06
03031X0016/HY	PUITS DE ROCHE	1,43	12,0	6,6	0,02	1,45	0,00	0,00	0,00	455,58	35,38	0,00	0,01	0,30	0,11

Numéro BSS	Nom de l'ouvrage	Arsenic (µg/l)	Cadmium (µg/l)	Cyanures totaux (µg/l)	Chrome (µg/l)	Mercure (µg/l)	Nickel (µg/l)	Plomb (µg/l)	Antimoine (µg/l)	Somme des pesticides totaux (µg/l)	Somme Tétrachloroéthylène et Trichloroéthylène (µg/l)	Dichloroéthane-1,2 (µg/l)	Benzo(a)pyrène (µg/l)
03031X0013/HY	SCE DE LA CHAVEE	1,29	0,015		0,00	0,00	0,25	2,33	0,00	0,025	0,000	0,000	0,000
03031X0014/HY	SCE GERARD	0,00	0,014		0,00	0,00	1,23	0,00	0,00	0,009	0,000	0,000	0,000
03031X0016/HY	PUITS DE ROCHE	0,00	0,038		0,00	0,00	0,23	3,20	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000

4.3. BASSINS D'ALIMENTATION DES CAPTAGES ET OCCUPATION DES SOLS

4.3.1. Source de la Chavée

4.3.1.1. BASSIN D'ALIMENTATION

Le bassin d'alimentation de la source de la Chavée a été déterminé à partir de l'analyse du contexte structural et des résultats de traçages effectués dans le cadre de trois études :

- Liaison autoroutière Lorraine-Bourgogne,
- Etude géologique préalable à un épandage de lisier,
- Etude d'impact pour l'ouverture de la carrière Calin.

La limite Est du bassin est constituée par le graben et la limite Nord borde la faille séparant le plateau d'Attignéville de la dépression de Tranquille-Graux. L'axe anticlinal qui traverse le plateau d'Attignéville constitue la ligne de partage des eaux entre le bassin versant de la Chavée et la partie Ouest du plateau du Bajocien en direction d'Autigny-le-Tour. Cette limite a été retenue pour la partie Ouest.

L'aire d'alimentation la plus probable de la source de la Chavée s'étend sur une partie du plateau d'Attignéville et présente une surface de 8,65 km^2. Le tracé est reporté sur la figure page 36.

Ces données sont issues du rapport GEOSUM de mars 1995 et de la carte à l'Annexe III du rapport sur la « Définition des périmètres et mesures de protection de la source de la Chavée à Attignéville – F. NOELLE – 27 juin 1997. A noter que la surface totale diffère entre le rapport de GEOSUM et le rapport de M. NOELLE. La surface retenue correspond à celle du rapport de M. NOELLE qui est le seul élément cartographique disponible et délimitant le bassin d'alimentation.

4.3.1.2. OCCUPATION DES SOLS

L'environnement immédiat de la source de la Chavée est semi-urbain (partie Haute du village d'Attignéville).

L'environnement proche et éloigné correspond au plateau d'Attignéville parcouru par des routes (D27 et D29) et des chemins d'exploitation agricoles ou forestiers. Des fermes isolées sont également présentes (fermes de Boinville, de la Hayevaux et Marchal).

La majorité de l'aire d'alimentation est couverte par des forêts (Bois d'Harchéchamp et Bois d'Attignéville), soit 48,6 % de sa surface et des champs cultivés (37,8 %). La surface restante est occupée par des prairies (12,9%) et le village d'Attignéville (0,7%).

La concentration en nitrates traduit l'impact de l'activité agricole sur la source de la Chavée.

Une carte de l'occupation des sols du bassin d'alimentation de la source de la Chavée est reportée sur la figure de la page 37 et synthétisé dans le tableau ci-dessous :

Occupation des sols	Surface (ha)	Proportion
BLE TENDRE	91	10%
COLZA	31	4%
MAIS GRAIN ET ENSILAGE	4	0%
ORGE	176	20%
PRAIRIES PERMANENTES	27	3%
PRAIRIES TEMPORAIRES	28	3%
PRAIRIE AUTRE	57	7%
TOURNESOL	5	1%
AUTRES CEREALES	21	2%
FORETS	420	49%
TISSU URBAIN DISCONTINU	6	1%
Total	**865**	**100%**

Fig. 12. Occupation des sols sur le bassin d'alimentation de la source de la Chavée

4.3.1.3. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE

La vulnérabilité de la ressource a été déterminée à partir de l'analyse de trois critères (source rapport GEOSUM de mars 1995) :

- La fracturation et la perméabilité des calcaires ;
- Le recouvrement et la fissuration de surface ;
- Les axes drainants définis par la présence de failles.

Trois classes de vulnérabilité ont été ainsi définies : très fortes, fortes et faibles. La délimitation de ces zones de vulnérabilité est reportée sur la figure page 36.

4.3.1.4. RISQUES POTENTIELS DE POLLUTION

L'étude réalisée par GEOSUM en 1994 recensait dix dépôts de fumier, onze carrières ou anciennes carrières, trois anciennes décharges ou décharges sauvages et une citerne d'azote liquide sur le bassin d'alimentation de la source de la Chavée. Rappelons que depuis le captage a fait l'objet d'une protection réglementaire qui règlemente ou interdit certaines activités à risque de pollution potentielle.

Le risque de pollution est accru dans les carrières ou anciennes carrières du fait de l'absence totale de couverture et d'une communication directe avec l'aquifère fissuré des calcaires. Ce constat est également vérifié à proximité des axes de drainage de l'aquifère et plus particulièrement au niveau des structures identifiées dans le bassin d'alimentation de la source de la Chavée.

Les risques de pollutions accidentelles pourraient être liés à l'exploitation de la forêt et à l'exploitation des champs.

4.3.2. Puits de roche

4.3.2.1. BASSIN D'ALIMENTATION

Deux essais de traçage réalisés dans le secteur n'ont pas permis de conclure sur les relations entre le puits de Roche et le plateau d'Attignéville.

Cependant le contexte géologique et structural laisse à penser que le puits de Roche est alimenté en majorité par le massif des calcaires du Bajocien situé au Nord-est et limité par les failles du graben constituant ainsi un réservoir aquifère important.

Le bassin d'alimentation retenu pour le puits est délimité à l'Ouest par la faille du graben, à l'Est par cette faille ainsi que l'affleurement des marnes du Toarcien et au Nord par une faille de direction générale Ouest-Est. Sa surface couvre 5,76 km^2. Les limites de ce bassin correspondent à celles retenues dans l'avis d'HA (C. CACHET d'octobre 2001).

4.3.2.2. OCCUPATION DES SOLS

L'ouvrage, implanté dans la plaine alluviale du Vair se situe dans une zone de prairie.

L'environnement rapproché et éloigné du captage est couvert en majorité par des forêts (Bois Michaud, Bois de Bure) qui représentent 55 % de sa surface et de prairie (25%). Les cultures ne représentent que 20 % de sa surface du bassin d'alimentation. Le bassin d'alimentation est également parcouru par des chemins communaux et des chemins d'exploitation.

La cartographie de l'occupation des sols du bassin d'alimentation du puits de Roche est reportée sur la figure de la page 37.

L'occupation des sols sur le bassin d'alimentation du puits de Roche est donnée dans le tableau suivant :

Occupation des sols	Surface	Proportion
BLE TENDRE	49	9%
COLZA	6	1%
MAIS GRAIN ET ENSILAGE	4	1%
ORGE	53	9%
PRAIRIES PERMANENTES	109	19%
PRAIRIES TEMPORAIRES	6	1%
PRAIRIE AUTRE	30	5%
AUTRES CEREALES	4	1%
FORETS	315	55%
Total	**575**	**100%**

Fig. 13. Occupation des sols sur le bassin d'alimentation du puits de Roche

La pollution diffuse par les nitrates est plus faible que sur la source de la Chavée. Contrairement à la source de la Chavée, les structures drainantes sont majoritairement localisées en forêt.

4.3.2.3. RISQUES DE POLLUTION

Les risques de pollutions accidentelles pourraient être liés à l'exploitation de la forêt et à l'exploitation des champs.

Comme la source de la Chavée, ce captage a fait l'objet d'une protection réglementaire qui règlemente ou interdit certaines activités à risque de pollution potentielle.

4.3.3. Source Gérard

4.3.3.1. BASSIN D'ALIMENTATION

Le bassin d'alimentation de la source Gérard correspond au graben de Roche. Il est donc délimité à l'Ouest et à l'Est par les deux failles. Ce compartiment constitue à lui seul un réservoir aquifère important.

La surface du bassin d'alimentation de la source Gérard couvre 0,90 km^2 d'après les données du rapport de l'hydrogéologue agréé M. CAUDRON en date d'avril 2003.

4.3.3.2. OCCUPATION DES SOLS

L'environnement immédiat du captage est forestier.

L'environnement rapproché et éloigné du captage est couvert en majorité par des forêts (Bois des Loups), soit sur 60 % de sa surface et par des champs cultivés sur 26 % de sa surface. Le reste est recouvert par des prairies (14 %). Le bassin d'alimentation est également parcouru par des chemins communaux et des chemins d'exploitation.

La cartographie de l'occupation des sols du bassin d'alimentation de la source Gérard est reportée sur la figure de la page 37.

L'occupation des sols sur le bassin d'alimentation de la source Gérard est donnée dans le tableau suivant :

Occupation des sols	Surface (ha)	Proportion
BLE TENDRE	3	4%
COLZA	7	7%
ORGE	5	6%
PRAIRIES PERMANENTES	6	7%
PRAIRIES TEMPORAIRES	7	7%
AUTRES CEREALES	8	9%
FORETS	54	60%
Total	**90**	**100%**

Fig. 14. Occupation des sols sur le bassin d'alimentation de la source Gérard

La faible concentration en nitrates traduit le faible impact des zones cultivées sur le captage.

4.3.3.3. RISQUES DE POLLUTION

Les risques de pollutions accidentelles pourraient être liés à l'exploitation de la forêt et à l'exploitation des champs.

Comme la source de la Chavée et le puits de Roche, ce captage a fait l'objet d'une protection réglementaire qui règlemente ou interdit certaines activités à risque de pollution potentielle.

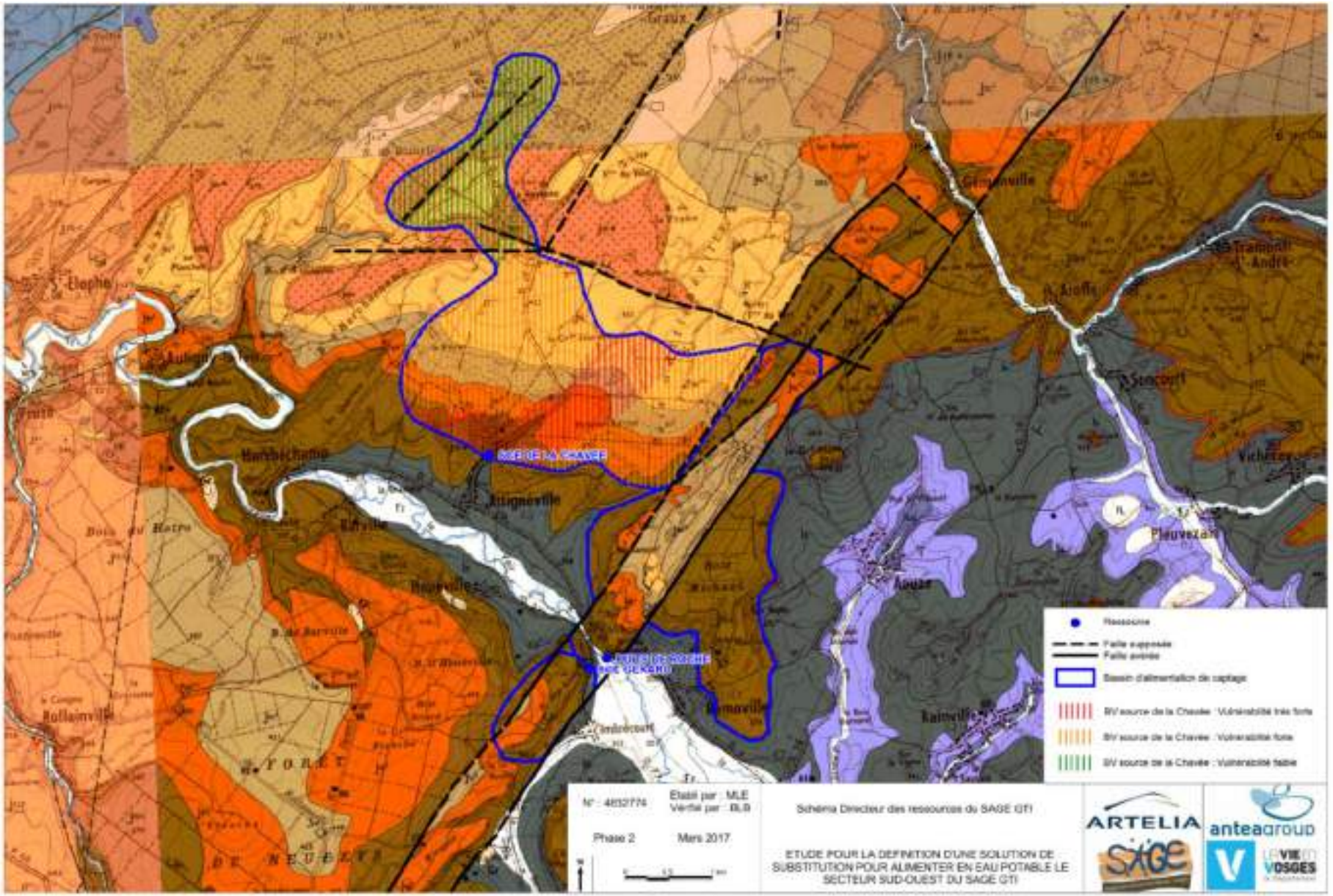


Fig. 15. ***Bassins d'alimentation des ressources sur fond de carte géologique et vulnérabilité***

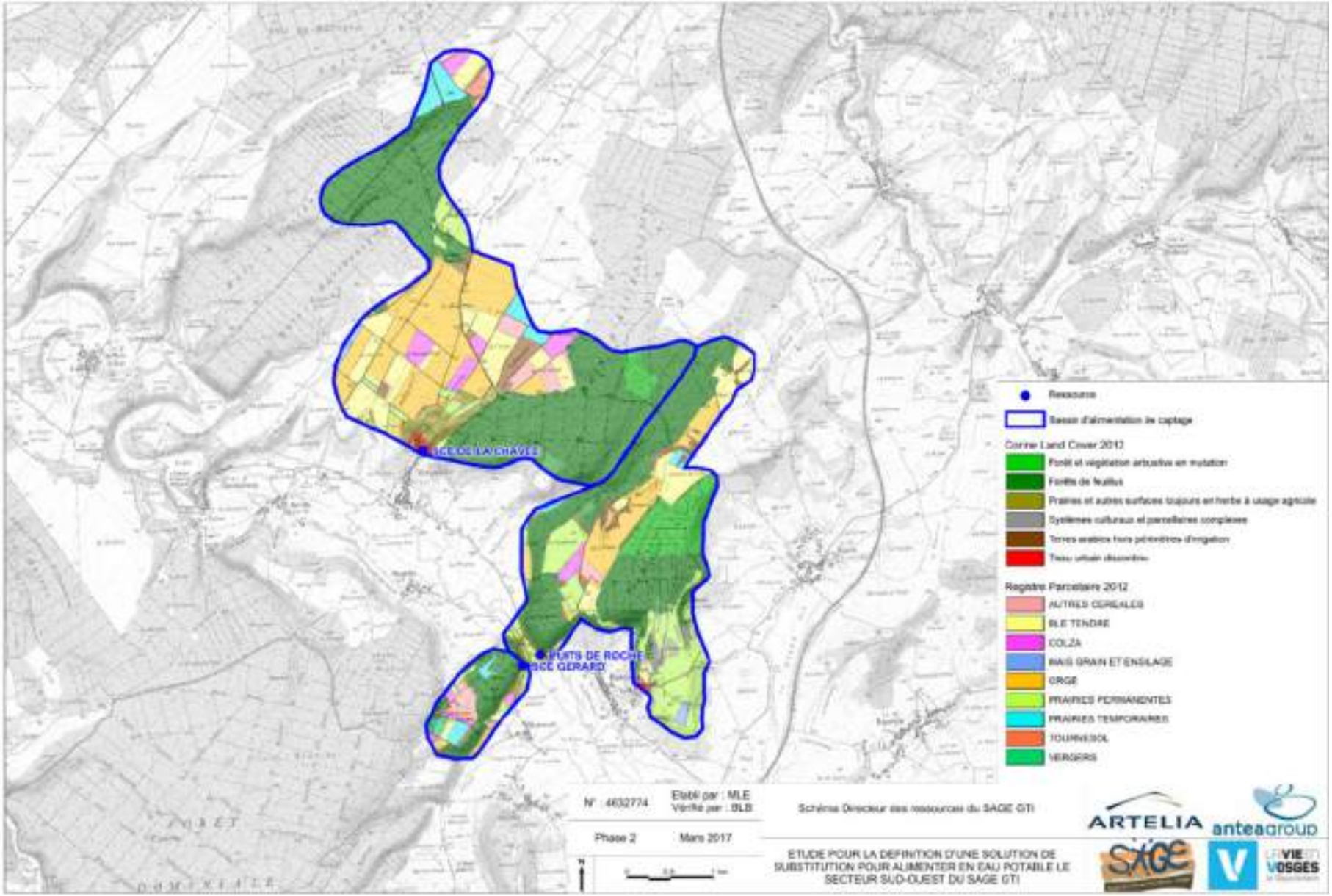


Fig. 16. Occupation des sols au niveau des bassins d'alimentation de chaque ressource

4.4. IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LES MILIEUX AQUATIQUES

4.4.1. Impact du prélèvement sur les milieux naturels

Les espaces naturels remarquables répertoriés dans le secteur des ressources sont reportés sur la figure Fig. 19.

4.4.1.1. ZONES NATURA 2000

Les zones Natura 2000 se situent en dehors des bassins d'alimentation de chaque ressource. La zone Natura 2000 la plus proche se situe à 1,5 km à l'ouest du bassin d'alimentation de la source Gérard et n'est donc pas impactée par le prélèvement dans l'aquifère des calcaires.

4.4.1.2. ESPACES NATURELS REMARQUABLES

Plusieurs espaces naturels sensibles sont inclus dans les bassins d'alimentation des captages. Ils sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tabl. 3 - Espaces naturels concernées par les ressources

Bassin d'alimentation de captage	ZNIEFF 1	ZNIEFF 2	CEN	SIC
Source de la Chavée	410030259 Pelouses vers Le Potelon à Attignéville 410030239 Carrière vers la combe à Attignéville	-	FR1501425 Le Potelon	-
Puits de Roche	-	410010385 Pays de Neufchâteau	-	-
Source Gérard	410030243 Forêt de Neufeys et gite a chiroptères à Vouxey	410010385 Pays de Neufchâteau	-	-

Les sources de la Chavée et Gérard constituant un exutoire naturel de l'aquifère des calcaires du Bajocien, le régime des eaux souterraines ne sera pas modifié suite aux prélèvements. Sur ce principe, le régime hydraulique au droit des espaces naturels ne sera donc pas modifié. L'impact du prélèvement est donc nul.

Le puits de Roche se localise au droit de la ZNIEFF de type 2 « Pays de Neufchâteau », le prélèvement au droit du puits n'est pas en lien direct avec les eaux superficielles et ne modifiera donc pas le fonctionnement de la prairie incluse dans ce secteur. Le prélèvement complémentaire n'aura pas d'impact sur ces milieux.

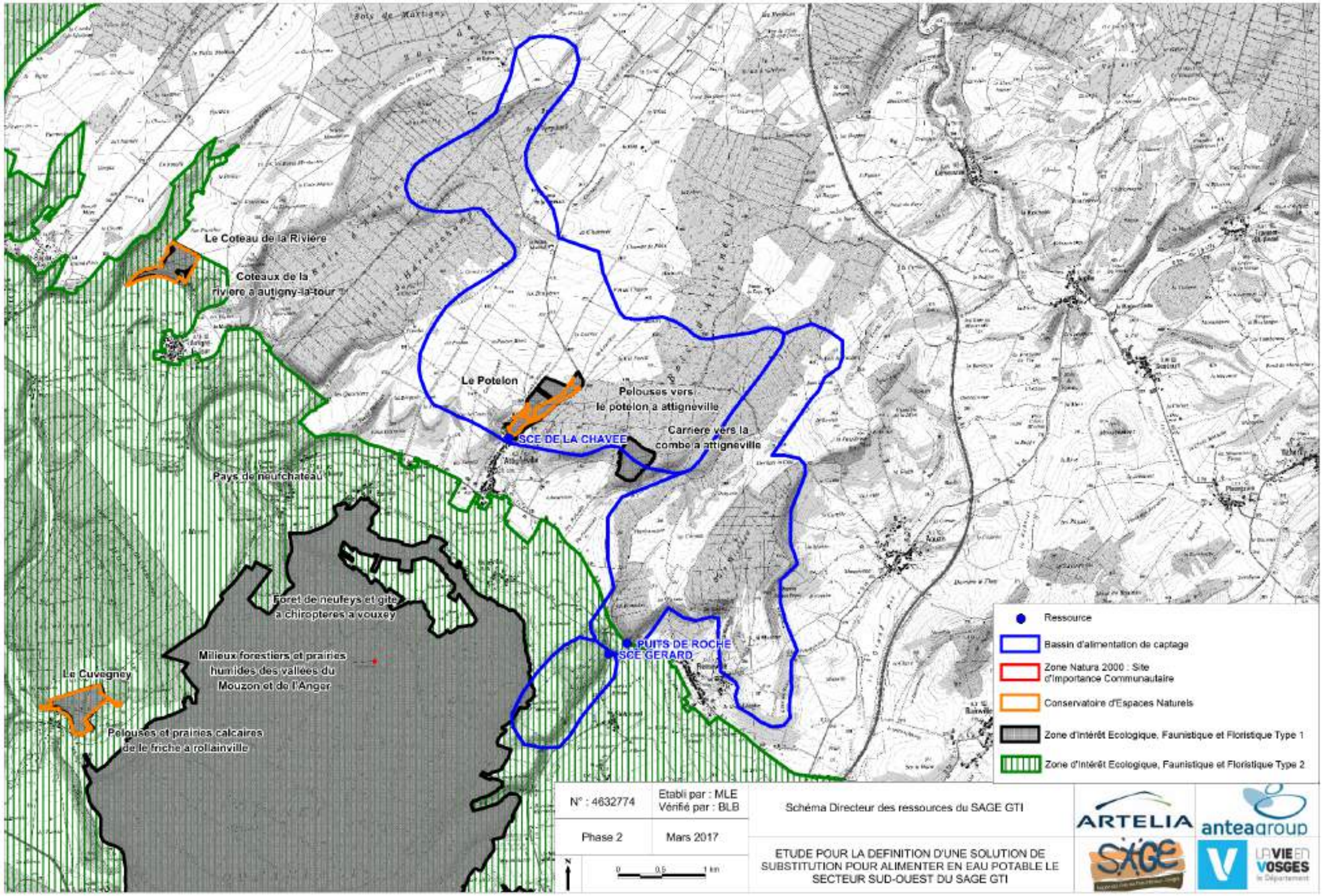


Fig. 17. Zones Natura 2000 et zones naturelles remarquables dans le secteur des ressources étudiées

4.4.2. Impact du prélèvement sur le milieu aquatique

4.4.2.1. DEBIT INTER-ANNUEL ET DEBIT D'ETIAGE

Les données de débit prises en compte pour évaluer les impacts sur le milieu aquatique sont issues de la station sur le Vair de Soulosse-sous-Saint-Elophe (B1282010), localisée à 6 km au Nord-Ouest d'Attignéville, soit en aval des captages.

4.4.2.2. DEBIT INTER-ANNUEL

Le débit interannuel du Vair sur la période 1969-2017 est de 4,93 m3/s soit un volume annuel moyen de 155 472 480 m3/an. Ce débit intègre les prélèvements du SIE de la Vraine et du Xaintois sur les captages (débits qui rejoindraient le milieu naturel en l'absence de prélèvements) et le rejet des trop-pleins sur cette même période.

Les volumes moyens annuels prélevés au niveau de la source de la Chavée, de la source Gérard et du puits de Roche, et les prélèvements supplémentaires envisagés pour les hypothèses basses et hautes sont les suivants :

Tabl. 4 - Débits interannuels, débits autorisés et volumes prélevés actuels et futurs

	Débit moyen (m^3/h)	Débit annuel moyen (m^3/an)	Débit autorisé (m^3/an)	Moyenne des prélèvements sur la période 2010-2015 (m^3/an)	Prélèvements additionnels futurs Hypothèse basse (m^3/an)	Prélèvements additionnels futurs Hypothèse haute (m^3/an)
Source de la Chavée	200	1 752 000	1 752 000	461 352	500 000	1 000 000
Puits de Roche et Source Gérard	300	2 628 000	2 364 835	139 020		
Total	500	4 380 000	4 116 835	600 372	500 000	1 000 000

Si l'on fait l'hypothèse, que la totalité du débit supplémentaire prélevé, y compris celui sur le puits de Roche, est soustrait au Vair, l'impact du prélèvement supplémentaire serait le suivant pour les hypothèses hautes et basses :

Tabl. 5 - Impact des prélèvements sur le débit moyen du Vair en HH et HB

	Hypothèse basse	Hypothèse Haute
Impact des prélèvements sur le débit moyen du Vair (%)	-0,322%	-0,643%

L'impact des prélèvements moyens annuels sur le module du Vair sera négligeable.

4.4.2.2.1. Débit d'étiage

Le QMNA5 mesuré à cette station est de **0,410 m^3/s.**

Le débit moyen mensuel minimum sur la période 1969 à 2017 a été mesuré en juillet 1976 au débit de 0,254 m^3/s.

De façon sécuritaire, on compare ce débit d'étiage très sévère, aux besoins de pointe journalière pour les hypothèses hautes et basses (respectivement 1359 m^3/j et 1239 m^3/j), dans le tableau ci-après :

Tabl. 6 - Impact des prélèvements de pointe sur le débit d'étiage sévère du Vair en HH et HB

	Hypothèse basse	Hypothèse Haute
Impact des prélèvements de pointe sur le débit d'étiage sévère du Vair (%)	-5,646%	-6,193%

En période d'étiage sévère les prélèvements pourront avoir un impact significatif sur le débit du Vair puisqu'il verra son débit diminuer de plus de 5% du fait de la réduction des apports.

4.4.2.2.2. Qualité du Vair

La qualité des eaux du Vair sur la période 2013-2015 à la station de Soulosse-sous-Saint-Elophe est donnée dans le tableau suivant pour les principaux paramètres :

Tabl. 7 - Qualité des eaux du Vair à Soulosse-St-Elophe

	Tempér-ature (°C)	pH	Conductivité à 25°C	Chlorures (mg/l)	Sulfates (mg/l)	Nitrates (mg/l)	Nitrites (mg/l)	Ammonium (mg/l)	COT (mg/l)
Le Vair à Soulosse-St-Elophe	21,2	7,85	1005	41,8	255	14	0,09	0,09	5,6
	Cuivre (µg/l)	**Zinc (µg/l)**	**Phos-phore total (mg/l)**	**Arsenic (µg/l)**	**Cadmium (µg/l)**	**Chrome (µg/l)**	**Mercure (µg/l)**	**Nickel (µg/l)**	**Plomb (µg/l)**
	5,6	1	8,4	0,09	1,63	0,0145	<1	<0,05	1,53

4.4.2.2.3. Débit interannuel

La source de la Chavée et le puits de Roche constituent une ressource de meilleure qualité que le Vair. Le trop-plein de la source et le drainage de la ressource de Roche par le Vair assurent une dilution des principaux paramètres physico-chimiques.

L'impact du prélèvement (fourchette haute et basse) sur la qualité de l'eau du Vair se traduira par une augmentation des teneurs de certains paramètres comme les sulfates, du fait d'une dilution moindre. En moyenne annuelle, cette augmentation restera faible, comprise entre 0,3 et 0,64%.

4.4.2.2.4. Débit d'étiage

L'impact du prélèvement futur (fourchette haute et basse) en période d'étiage sur les teneurs en sulfates impliquera une augmentation des concentrations de 6 à 6,6%.

En période d'étiage sévère les prélèvements auront un impact quantifiable sur la qualité du Vair marquée notamment par une augmentation de la conductivité et des teneurs en sulfates.

4.5. SENSIBILITE DE LA RESSOURCE POTENTIELLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

4.5.1. Impact de l'évolution climatique

Les différents modèles climatiques prévoient une augmentation de la température d'environ 3°C à l'horizon 2070, avec les conséquences probables suivantes :

1. remontée de l'isotherme 0°C plus en altitude entraînant une réduction de la couverture neigeuse en quantité (hauteur de neige) et en durée d'enneigement,

2. accentuation des contrastes saisonniers :

   - augmentation des précipitations hivernales, sous forme de pluies préférentiellement, favorisant un accroissement des crues. Celles liées à la fonte des neiges se produiraient plutôt en hiver qu'au printemps,

   - réduction des précipitations estivales donc des infiltrations favorisées par une augmentation de l'évapotranspiration.

Il en résulte, d'après l'étude EXPLORE du BRGM (cf. rapport RP 61483-FR) :

- une baisse de la recharge des aquifères estimée entre 10 et 20% sur la Lorraine,
- une diminution du débit moyen mensuel des cours d'eau comprise entre 10 et 40% dans le Nord de la France avec une répartition annuelle des débits modifiée de la façon suivante :
  - baisse du débit d'étiage variant entre 30 et 70 %
  - stagnation voire légère baisse des débits hivernaux

4.5.2. Sensibilité de la ressource Vraine et Xaintois

L'accentuation des contrastes saisonniers affectera principalement les sources de débordement, comme la source de Goule, Gérard ou de la Chavée qui verront leur débit exploitable réduit de manière significative en étiage, et dans une moindre mesure le puits de Roche.

Pour pallier à ce manque de ressource, il sera nécessaire de prélever dans le Vair pour satisfaire les besoins de substitution. L'impact sur le débit du Vair, qui connaîtra par ailleurs une forte diminution du débit d'étiage liée au réchauffement climatique, sera accru.

4.6. CONCLUSION SUR LA RESSOURCE

Le Puits de Roche et la Source de la Chavée fournissent **une ressource en eau très importante mais qui est très sensible aux étiages**. D'après les données disponibles, cette ressource pourrait fournir un débit compris entre 130 m^3/h en étiage et plus de 650 m^3/h en hautes eaux. La productivité des captages n'est néanmoins pas connue avec précision, notamment celle du puits de Roche en étiage : **des investigations complémentaires sont nécessaires pour préciser les débits exploitables** (essais de débit, instrumentation de la source).

Le principe d'utilisation de cette ressource en substitution consistera à prélever en priorité sur la source de la Chavée qui est de bonne qualité, puis sur le Puits de Roche, et de manière exceptionnelle sur le Vair. Compte-tenu de la nécessité de renouveler le volume d'eau dans la canalisation (cf. répartition des prélèvements envisagés), il sera probablement nécessaire de prélever dans le Vair au moins 2 mois par an à un débit de l'ordre de 30 m^3/h 20 h par jour pour satisfaire les besoins de pointe de l'hypothèse haute et de l'ordre de 26 m^3/h 20 h par jour satisfaire les besoins de pointe de l'hypothèse basse. Or, le Vair est une ressource vulnérable et de mauvaise qualité. La solution alternative serait de prélever ces débits complémentaires sur le forage de Baudricourt soit dans les GTi du secteur Nord.

La ressource est une nappe libre issue d'un **aquifère calcaire fissuré voir karstique donc sa vulnérabilité intrinsèque est élevée**. En revanche, **la vulnérabilité spécifique est plutôt faible**, surtout pour le puits de Roche situé dans un environnement essentiellement forestier et de prairie. La source de la Chavée est davantage marquée par un environnement agricole.

L'eau de la source de la Chavée est de bonne qualité malgré des teneurs en nitrates plutôt élevées. La qualité des eaux du puits de Roche est sous l'influence du Vair.

Les prélèvements envisagés sur cette ressource sont déjà autorisés. Tous ces captages ont fait l'objet d'une DUP et donc bénéficient d'une protection réglementaire.

Le prélèvement complémentaire correspondant à un débit soustrait au Vair qui draine ces ressources, n'aurait pas d'impact significatif sur le débit moyen du Vair, aussi bien pour l'hypothèse basse que pour l'hypothèse haute. Par contre, cet impact sera significatif en étiage sévère (il pourra atteindre 5 à 6%) et il sera accentué avec le changement climatique.

4.7. ETUDE DES NOUVEAUX OUVRAGES DE PRODUCTION

4.7.1. Pré-dimensionnement des ouvrages de prélèvement

Dans le cas de l'exploitation des sources du SIE Vraine et Xaintois, il n'y a pas de nouveaux ouvrages de prélèvements à créer.

Les débits issus de la source de la Chavée, de la Goule et du Puits de Roche seront d'avantage prélevés, notamment hors période d'étiage.

Les tableaux suivants présentent les débits horaires qu'il faudrait prélever aux droits des captages AEP du Vraine et du Xaintois pour satisfaire les besoins de pointe combinés du SIE Vraine et Xaintois et des collectivités du Sud-Ouest dont les besoins sont à substituer.

La répartition proposée induit un prélèvement dans le Vair en août et septembre. En effet, à l'étiage, le puits de Roche pourrait fournir 100 m^3/h.

Il pourrait être envisagé de prélever d'avantage au forage de Baudricourt pendant ces deux mois d'étiage, afin de limiter les prélèvements dans le Vair.

Tabl. 8 - Répartition mensuelle des prélèvements entre les ressources du SIE Vraine et Xaintois en Hypothèse Haute

		Hypothèse HAUTE							
Mois	Jours	Besoin de pointe sur la nouvelle ressource (m3/j)	Besoin de pointe SIE VX (m3/j)	Besoin de pointe total à satisfaire à partir des sources du SIE V&X (m3/j)	CHAVEE	PUITS ROCHE	GOULE	FORAGE DE BAUDRICOURT	Durée prélèvements forage
Autorisation					200	420	15	100 m3/h pendant 12h	
Janvier	31	4656	2750	7406	200	125	15	100	6
Février	28	4656	2750	7406	200	125	15	100	6
Mars	31	4656	2750	7406	200	125	15	100	6
Avril	30	4656	2750	7406	200	132	8	100	6
Mai	31	4656	2750	7406	200	134	6	100	6
Juin	30	1459	2750	4209	100	75	5	100	6
Juillet	31	1459	2750	4209	60	116	4	100	6
Août	31	1459	2750	4209	30	147	3	100	6
Septembre	30	1459	2750	4209	30	147	3	100	6
Octobre	31	1459	2750	4209	60	117	3	100	6
Novembre	30	4656	2750	7406	100	234	6	100	6
Décembre	31	4656	2750	7406	200	130	10	100	6
Total	365	**32788**	**33000**	72885					

Tabl. 9 - Répartition mensuelle des prélèvements entre les ressources du SIE Vraine et Xaintois en Hypothèse Basse

		Hypothèse BASSE							
Mois	Jours	Besoin de pointe BVCA sur la nouvelle ressource (m3/j)	Besoin de pointe propre du SIE VX (m3/j)	Besoin de pointe total à satisfaire à partir des sources du SIE V&X (m3/j)	CHAVEE	PUITS ROCHE	GOULE	FORAGE DE BAUDRICOURT	Durée prélèvements forage
Autorisation					200	420	15	100 m3/h pendant 12h	
Janvier	31	3414	2541	5955	200	53	15	100	6
Février	28	3414	2541	5955	200	53	15	100	6
Mars	31	3414	2541	5955	200	53	15	100	6
Avril	30	1439	2541	3980	161	0	8	100	6
Mai	31	1439	2541	3980	163	0	6	100	6
Juin	30	1439	2541	3980	100	64	5	100	6
Juillet	31	1439	2541	3980	60	105	4	100	6
Août	31	1439	2541	3980	30	136	3	100	6
Septembre	30	1439	2541	3980	30	136	3	100	6
Octobre	31	1439	2541	3980	60	106	3	100	6
Novembre	30	1439	2541	3980	100	63	6	100	6
Décembre	31	1439	2541	3980	162	0	7	100	6
Total	365	**32788**	**30494**	53686					

4.7.2. Pré-dimensionnement de la station de traitement

Le SIE de la Vraine et du Xaintois dispose d'une station de traitement de 200 m^3/h.

Les besoins de pointe combinés du SIE Vraine et Xaintois et du secteur Sud-Ouest à substituer sont de :

- 340 m^3/h dans le cas de l'hypothèse haute de déficit à horizon 30 ans,
- 270 m^3/h dans le cas de l'hypothèse basse de déficit à horizon 30 ans.

Une station de traitement complémentaire devra donc être créée à côté de la station existante de Removille, d'une capacité de :

- **200 m^3/h pour l'hypothèse haute de déficit,**
- **100 m^3/h pour l'hypothèse basse de déficit.**

Tout comme la station existante, la station de traitement à créer disposera d'un traitement complet :

- **Injection CAP,**
- **coagulation -floculation,**
- **décantation,**
- **filtration sur sable,**
- **désinfection.**

Les stations pourront fonctionner en parallèle. L'eau traitée en sortie des deux stations sera d'une part, acheminée au réservoir de la Madone, et d'autre part, refoulée vers le secteur Sud-Ouest via une conduite de transfert.

5. PROPOSITION DE TRACES DE RESEAUX POUR L'ACHEMINEMENT DE L'EAU DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION

5.1. SECTEURS DESERVIS ET POINT DE DESSERTE

La solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » consiste à exploiter d'avantage les ressources en eau de ce syndicat, afin de substituer une partie des besoins en eau du secteur Sud-Ouest du SAGE GTI, à hauteur de 1 Mm^3/an en hypothèse haute et de 0,5 Mm^3/an en hypothèse basse de prélèvements à horizons 30 ans.

Le secteur à substituer correspond aux cinq collectivités suivantes :

- SIE de Bulgnéville,
- Vittel, alimentant la commune de Norroy,
- Contrexéville,
- SIE de l'Anger.

Le schéma suivant localise le SIE Vraine et Xaintois, ainsi que les collectivités dont la ressource en eau est à substituer partiellement.

Fig. 18. Localisation de la ressource de substitution et des collectivités à substituer

Les principes de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » sont :

- **Augmenter les prélèvements sur la source de la Chavée et le Puits de Roche** (dont source Gérard et Vair) à hauteur de 1 Mm^3/an en hypothèse haute et de 0,5 Mm^3/an en hypothèse basse de prélèvements à horizon 30 ans.
- **Renforcer la capacité de la station de traitement existante de Removille** afin de satisfaire les besoins de pointes combinés du SIE Vraine et Xaintois et du secteur Sud-Ouest à substituer.
- **Acheminer l'eau depuis la station de traitement de Removille à un réservoir de stockage central**, situé en point haut entre Bulgnéville, Contrexéville et Vittel. L'emplacement idéal de ce réservoir est le point haut au sud du Bois Collin, sur le banc communal de Contrexéville.
- **Distribuer l'eau depuis le réservoir central vers les réservoirs existants des collectivités à substituer** :
  - Réservoir de Bulgnéville de 600 m^3,
  - Réservoir de Contrexéville de 1000 m^3, interconnecté au SIE Anger,
  - Réservoir de Vittel de 1200 m^3, interconnecté à Norroy.

Le schéma suivant présente la proposition d'implantation du réservoir central ainsi que le schéma de distribution vers les réservoirs existants.

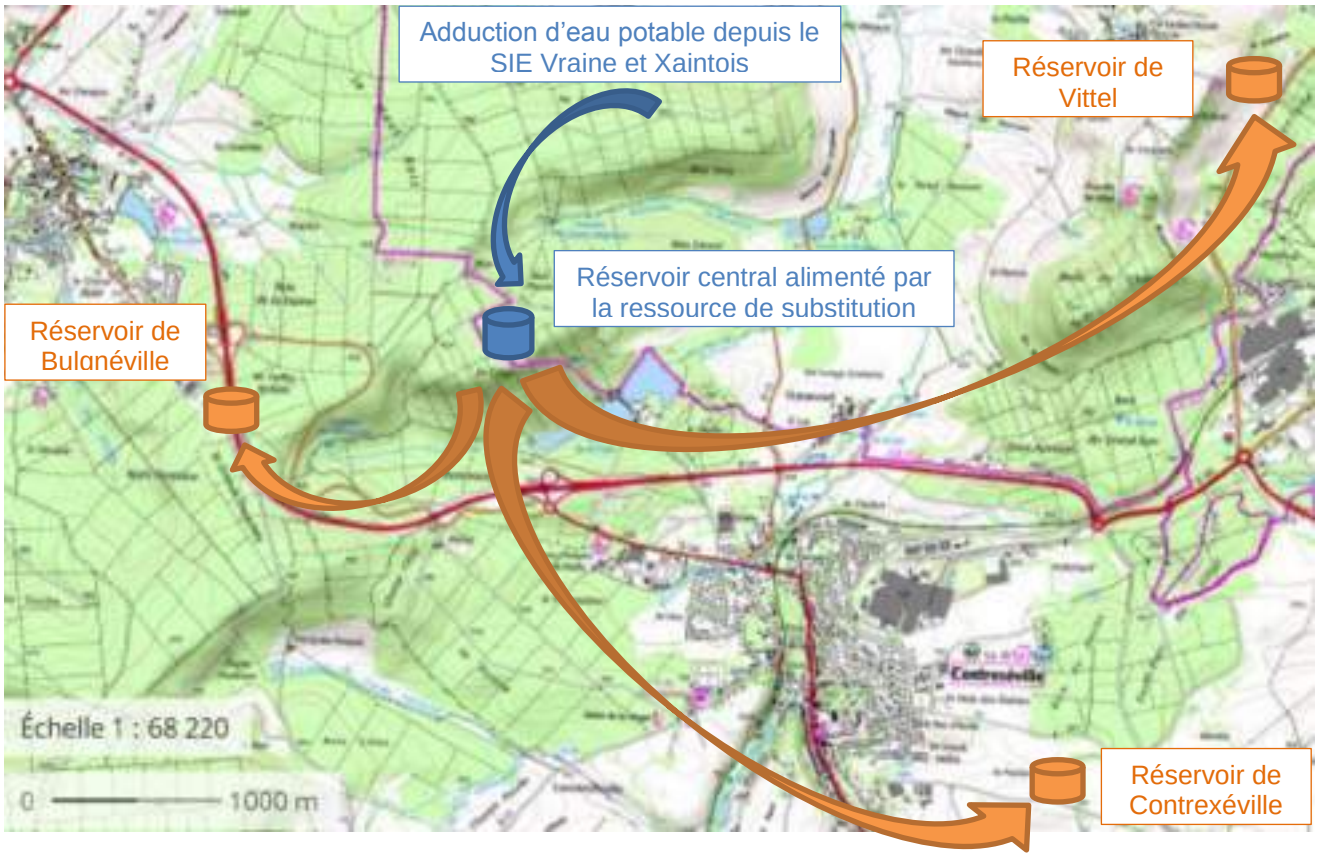


Fig. 19. Proposition d'implantation du réservoir central et schéma de distribution vers les réservoirs existants de Bulgnéville, Contrexéville et Vittel

5.2. PROPOSITION DE TRACE DES RESEAUX

La réflexion sur le tracé des réseaux est portée à deux niveaux :

- Le tracé de la conduite de transfert, acheminant l'eau de la station de traitement de la ressource de substitution jusqu'au réservoir central ;
- Le tracé des conduites de distributions depuis le réservoir central jusqu'aux réservoirs existants des collectivités à substituer (cf. Figure 5).

Le tracé des réseaux de transferts et de distribution tient compte :

- De l'implantation de la ressource de substitution et de sa station de traitement d'eau potable,
- Des points de desserte retenus,
- De la topographie et de l'occupation du sol,
- Des impacts environnementaux, contraintes d'urbanismes, etc.

A ce stade de l'étude, afin de proposer un tracé réaliste intégrant un maximum de contraintes, les conduites d'eau potable ont été tracées en respectant de préférence les principes suivants :

- Suivre les axes routiers, notamment les Routes Départementales :
  - les routes en déblais-remblais permettent de limiter les dénivelés à franchir,
  - les acquisitions et / ou servitudes de passage seront imitées,
  - les conduites peuvent être posées dans l'accotement de la voirie, avec une installation de chantier facilitée.
- Emprunter des traversées de cours d'eau, voies de chemin de fer et autoroutes existantes ;
- Lorsque le tracé s'écarte de la voirie (à travers des zones urbanisés, champs ou bois), suivre de préférence des conduites existantes :
  - servitude de passage existante / accès existants,
  - garanti à priori la faisabilité du tracé.
- Eviter autant que possible la traversée d'espaces naturels sensibles : Zone Natura 2000, Zone Humide Remarquable, ZNIEFF, etc.

La proposition de tracé est présentée sous la forme d'un fuseau, donnant une idée du profil en long tout en gardant une enveloppe d'incertitude.

En plus des collectivités à substituer, la solution de substitution proposée traverse les 7 communes suivantes :

SIE Vraine et Xaintois	Secteur Sud-Ouest	Commune hors SAGE
Removille	Dombrot-sur-Vair	
Balleville	Belmont-sur-Vair	Houécourt
Viocourt	Mandres-sur-Vair	

A l'exception de la commune de Houécourt, les communes traversées par la solution de substitution sont les communes consommatrices des ressources en eau du SIE de la Vraine et du Xaintois. Aussi, il n'y a pas d'autres collectivités à secourir sur le tracé de cette solution.

La figure suivante présente le tracé général de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois ».

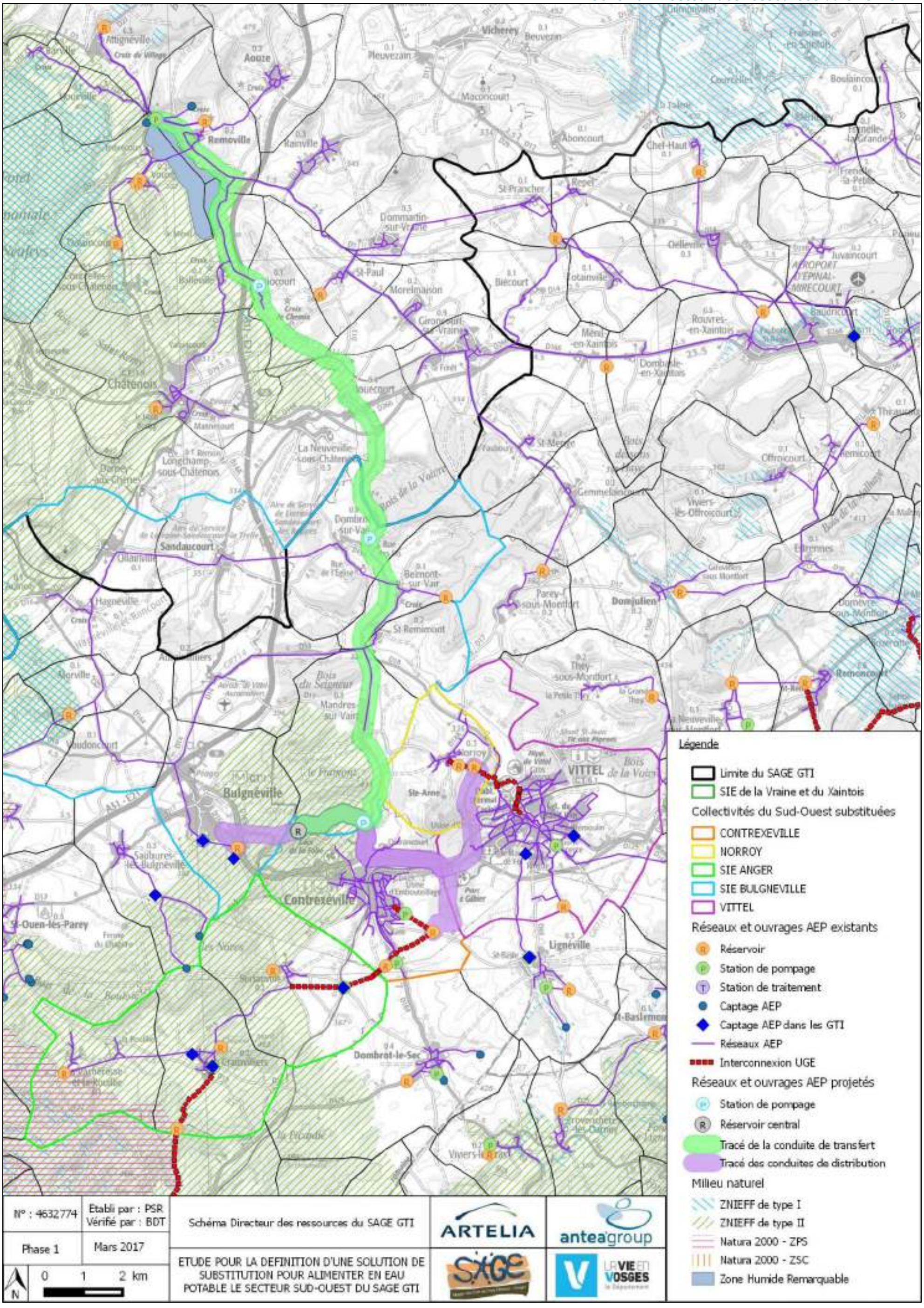


Fig. 20. Tracé général de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois »

5.2.1. Tracé de la conduite de transfert

Le tracé de la conduite de transfert de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » démarre de la station de traitement de Removille, jusqu'au réservoir central à créer
(cf. figures pages suivantes).

La canalisation traverse successivement les UGE suivantes : le SIE Vraine & Xaintois, la commune de Houécourt, le SIE de Bulgnéville et Contrexéville.

La conduite longe les axes routiers suivants : les routes départementales RD3, RD16, RD13, puis le chemin forestier qui monte au bois de la Côte.

La conduite de transfert longe et traverse les zones naturelles suivantes :

- Longe la ZNIEFF Type II n° 410010385 : Pays de Neufchâteau,
- Longe la Zone Humide Remarquable : Prairies à la confluence Vair-Vraine,
- Traverse la ZNIEFF Type II n° 410030456 : Voge et Bassigny.

5.2.2. Tracé des conduites de distribution

Le tracé des conduites de distribution de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » démarrent du réservoir central jusqu'aux réservoirs existants des collectivités à desservir (cf. figures pages suivantes) :

- Réservoir de Bulgnéville de 600 m^3,
- Réservoir de Contrexéville de 1000 m^3, interconnecté au SIE Anger,
- Réservoir de Vittel de 1200 m^3, interconnecté à Norroy.

5.2.2.1. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE

La conduite de distribution vers le réservoir de Bulgnéville traverse le bois de la Côte jusqu'à rejoindre la RD164, emprunte le pont au-dessus de la RD165 puis rejoint le bassin par la route de Contrexéville.

5.2.2.2. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE

La conduite de distribution vers le réservoir de Contrexéville (interconnecté avec le SIE de l'Anger) :

- Emprunte le même tracé que la conduite de transfert le long du chemin forestier, jusqu'au carrefour avec la RD13.
- Longe la RD13 puis la RD165,
- Le tracé traverse ensuite la Forêt-Parc de Vittel puis remonte vers le réservoir de Contrexéville au lieu-dit Le Poirier Henri.

5.2.2.3. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL

La conduite de distribution vers le réservoir de Vittel (alimentant également la commune de Norroy) :

- Emprunte le même tracé que la conduite de transfert le long du chemin forestier, jusqu'au carrefour avec la RD13.

- Longe la RD13, la RD165, la RD429, la RD18 puis rejoint le bassin de Vittel.

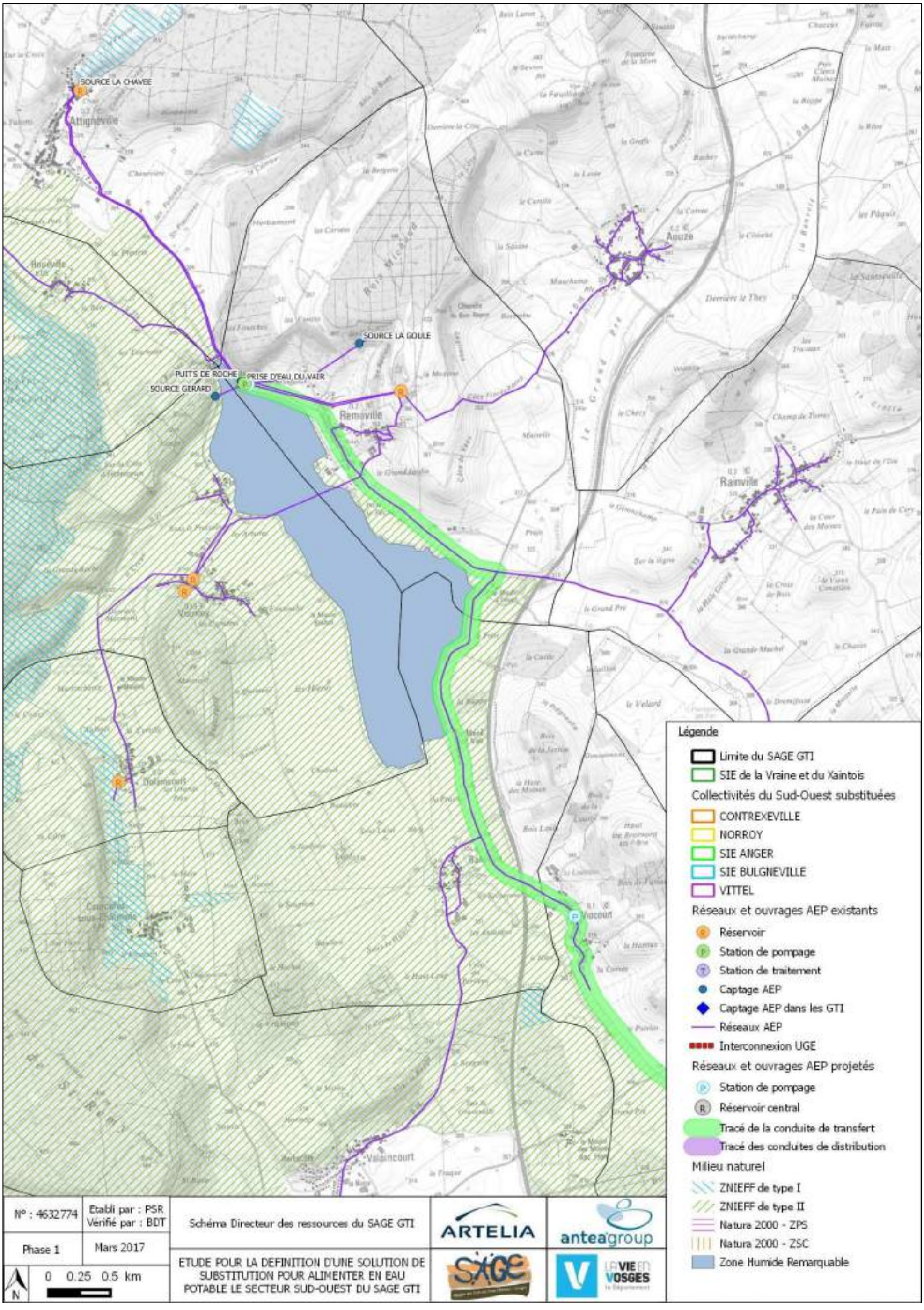


Fig. 21. Détail du tracé général de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » au 1 :25 000 – Plan 1

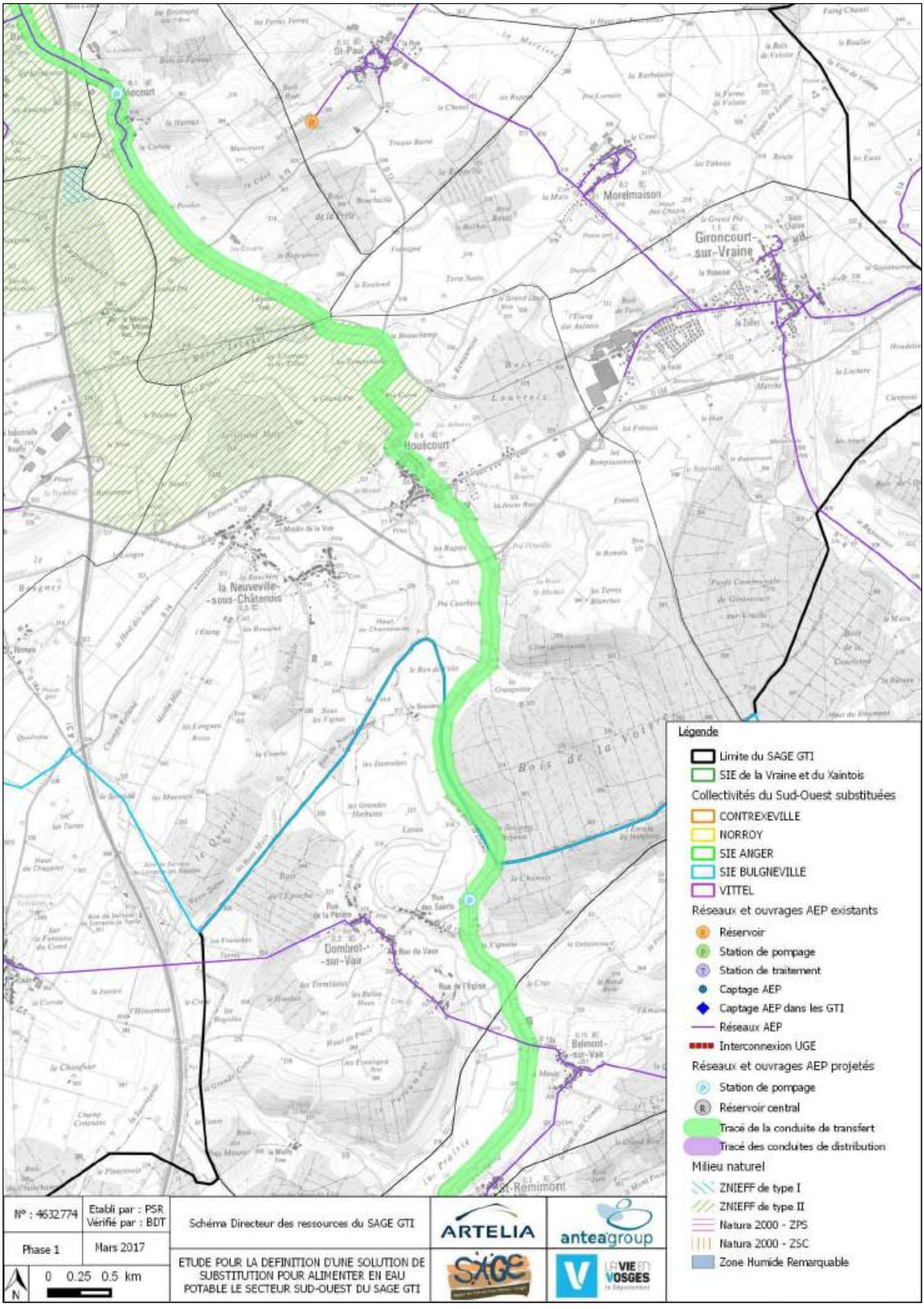


Fig. 22. Détail du tracé général de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » au 1 :25 000 – Plan 2

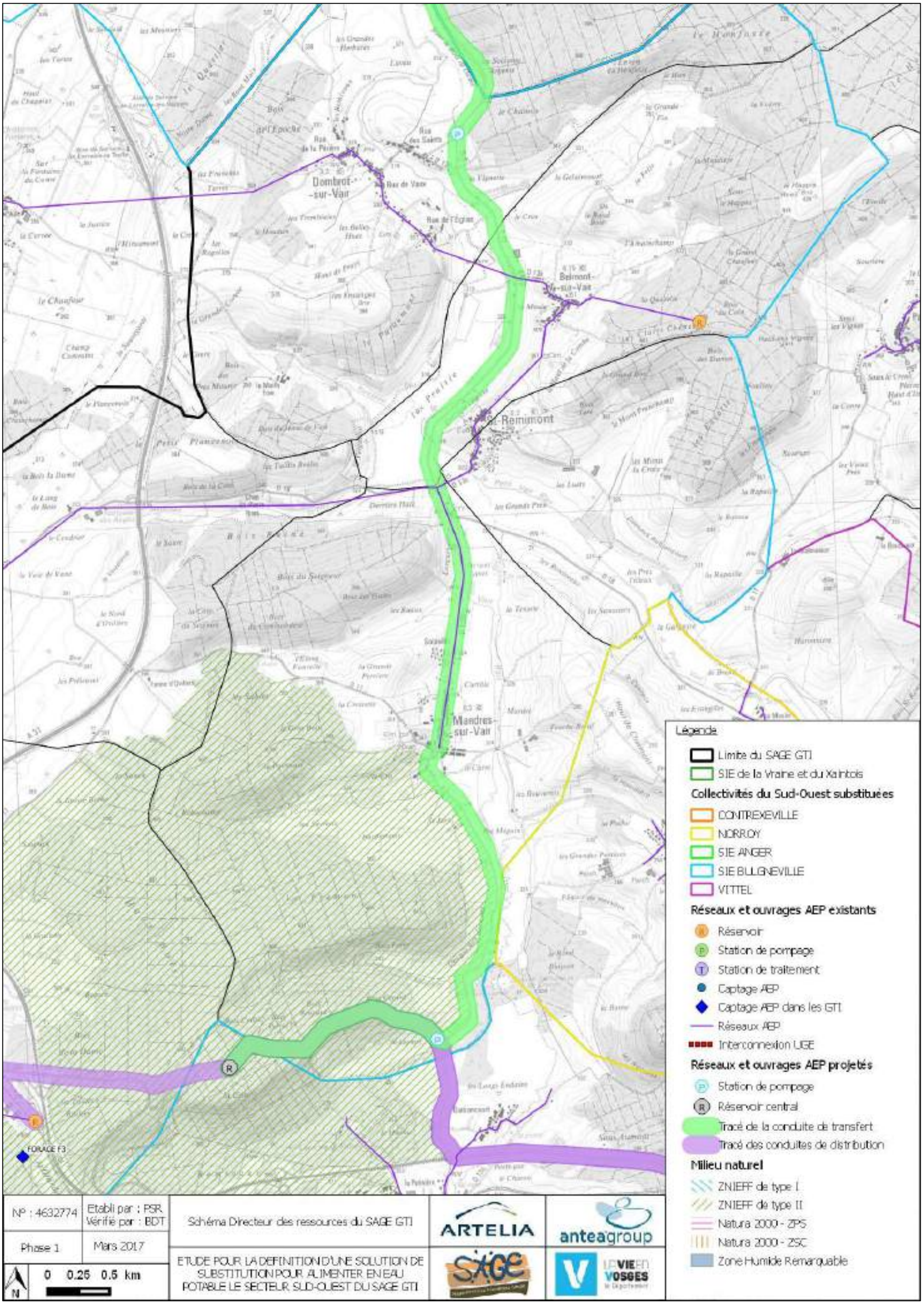


Fig. 23. Détail du tracé général de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » au 1 :25 000 – Plan 3

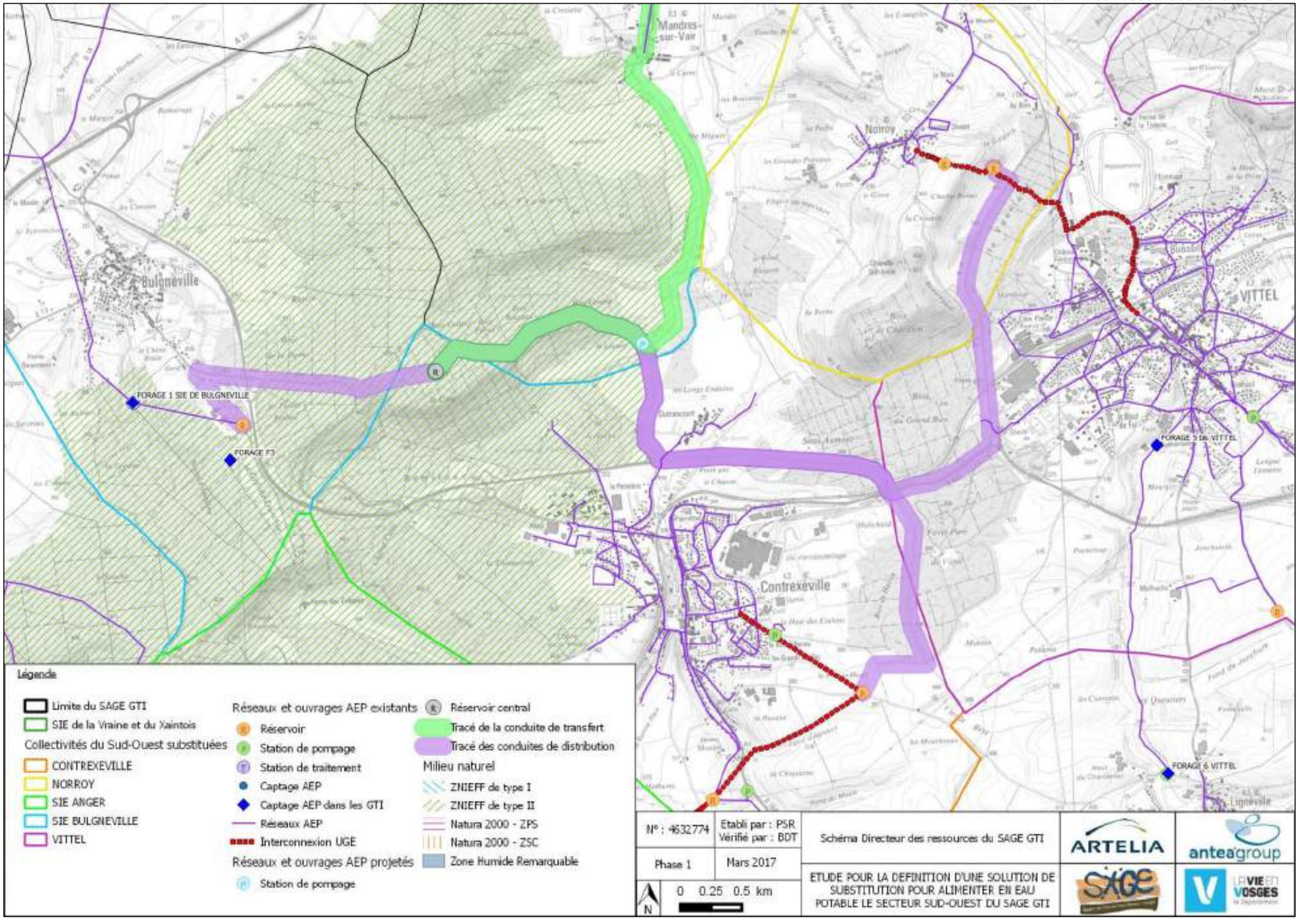


Fig. 24. Détail du tracé général de la solution de substitution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » au 1 :25 000 – Plan 4

5.3. FONCTIONNEMENT DE L'INTERCONNEXION

5.3.1. Durée d'interconnexion

L'interconnexion entre le SIE Vraine & Xaintois et les collectivités du Sud-Ouest fonctionnera sur une durée maximale de 20h par jour.

Les ouvrages de production d'eau potable, les postes de refoulement et les réseaux sont ainsi dimensionnés pour satisfaire le besoin de pointe journalier sur 20h.

5.3.2. Volumes caractéristiques

Pour rappel, le secteur à substituer correspond au SIE de Bulgnéville, à Vittel (Interconnecté à Norroy), Contrexéville et au SIE de l'Anger.

Les besoins de ces collectivités sont supérieurs au volume à substituer. Ainsi, une partie des besoins sera substituée à partir de la nouvelle ressource, et une partie sera prélevée dans les GTI du secteur Sud-Ouest, à partir des installations existantes.

Tabl. 10 - Besoins des collectivités et volumes prélevables par ressource

	Hypothèse haute	**Hypothèse basse**
Volume annuel prélevé par les 5 collectivités du S-O	**2 089 260 m^3/an**	**1 695 060 m^3/an**
Besoin de pointe des 5 collectivités du S-O	6 300 m^3/j	5 200 m^3/j
Déficit à combler à partir de la ressource de substitution	1 000 000 m^3/an	500 000 m^3/an
Volume annuel prélevable sur les GTI	1 089 260 m^3/an	1 195 060 m^3/an

5.3.3. Saisonnalité

Contrairement à la nappe des GTI Sud-Ouest, les ressources en eau du SIE Vraine et Xaintois sont sensibles aux étiages, à l'exception du forage de Baudricourt.

En particulier, la production de la source de la Chavée, principale ressource exploitée pour substituer les besoins en eau du secteur Sud-Ouest du SAGE, varie fortement avec des débits pouvant atteindre 300 m^3/h en hiver, et descendre à 20m^3/h en été lors d'étiages sévères.

Aussi, le prélèvement du volume déficitaire à partir de la ressource de substitution, allant de 0.5 à 1 Mm^3/an, sera prélevé majoritairement hors étiage, entre novembre et mai.

En effet, un volume minimal correspondant au volume de la conduite de transfert doit être prélevé quotidiennement toute l'année, afin de **limiter le temps de séjour de l'eau et d'assurer le renouvellement de l'eau dans la conduite de transfert.**

Le tableau suivant présente la répartition des prélèvements journaliers entre les GTI Sud-Ouest et les ressources du Vraine et Xaintois (VX).

Tabl. 11 - Répartition mensuelle des prélèvements par ressource - HH

		Hypothèse Haute - Besoin Moyen					
Mois	**Jours**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/j)**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/mois)**	**Prélèvements Ressources VX (m3/j)**	**Prélèvements Ressources VX (m3/mois)**	**Total Prélèvements (m^3/j)**	**Total Prélèvements (m^3/mois)**
Janvier	31	1644	50973	4080	126471	**5724**	**177444**
Février	28	1644	46040	4080	114232	**5724**	**160272**
Mars	31	1644	50973	4080	126471	**5724**	**177444**
Avril	30	1644	49328	4080	122392	**5724**	**171720**
Mai	31	1644	50973	4080	126471	**5724**	**177444**
Juin	30	4841	145230	883	26490	**5724**	**171720**
Juillet	31	4841	150071	883	27373	**5724**	**177444**
Août	31	4841	150071	883	27373	**5724**	**177444**
Septembre	30	4841	145230	883	26490	**5724**	**171720**
Octobre	31	4841	150071	883	27373	**5724**	**177444**
Novembre	30	1644	49328	4080	122392	**5724**	**171720**
Décembre	31	1644	50973	4080	126471	**5724**	**177444**
Total	**365**	**35 715**	**1 089 260**	**32 973**	**1 000 000**	**68 688**	**2 089 260**

Dans le cas de l'hypothèse haute, le volume déficitaire de 1 Mm^3/an sera prélevé à 87% entre novembre et mai.

Tabl. 12 - Répartition mensuelle des prélèvements par ressource - HB

		Hypothèse Basse - Besoin Moyen					
Mois	**Jours**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/j)**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/mois)**	**Prélèvements Ressources VX (m3/j)**	**Prélèvements Ressources VX (m3/mois)**	**Total Prélèvements (m^3/j)**	**Total Prélèvements (m^3/mois)**
Janvier	31	1787	55382	2858	88583	**4644**	**143964**
Février	28	1787	50022	2858	80010	**4644**	**130032**
Mars	31	1787	55382	2858	88583	**4644**	**143964**
Avril	30	3761	112830	883	26490	**4644**	**139320**
Mai	31	3761	116591	883	27373	**4644**	**143964**
Juin	30	3761	112830	883	26490	**4644**	**139320**
Juillet	31	3761	116591	883	27373	**4644**	**143964**
Août	31	3761	116591	883	27373	**4644**	**143964**
Septembre	30	3761	112830	883	26490	**4644**	**139320**
Octobre	31	3761	116591	883	27373	**4644**	**143964**
Novembre	30	3761	112830	883	26490	**4644**	**139320**
Décembre	31	3761	116591	883	27373	**4644**	**143964**
Total	**365**	**39 209**	**1 195 060**	**16 520**	**500 000**	**55 728**	**1 695 060**

Dans le cas de l'hypothèse haute, le volume déficitaire de 0.5 Mm^3/an sera prélevé à 73% entre novembre et mai.

La conduite d'interconnexion doit également être en mesure de satisfaire le besoin de pointe des usagers du secteur Sud-Ouest. Ce besoin de pointe suit cette même saisonnalité.

Les tableaux suivants présentent en hypothèses haute et basse de prélèvements à horizon 30 ans, les besoins de pointes sur la ressource de substitution au cours de l'année.

Le besoin de pointe à satisfaire par la ressource de substitution est de 230 m^3/h dans le cas d'un déficit de 1 Mm^3/an, et 165 m^3/h dans le cas d'un déficit de 0.5 Mm^3/an.

Tabl. 13 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HH

	Hypothèse Haute - Besoin de Pointe		
Mois	**Besoin de pointe Sud-Ouest (m^3/j)**	**Besoin de pointe sur la nouvelle ressource (m^3/j)** Besoin de pointe Sud-Ouest - Prélèvements GTI	**Pointe sur la nouvelle ressource (m^3/h) sur 20h**
Janvier	6300	**4656**	**240**
Février	6300	**4656**	**240**
Mars	6300	**4656**	**240**
Avril	6300	**4656**	**240**
Mai	6300	**4656**	**240**
Juin	6300	**1459**	**80**
Juillet	6300	**1459**	**80**
Août	6300	**1459**	**80**
Septembre	6300	**1459**	**80**
Octobre	6300	**1459**	**80**
Novembre	6300	**4656**	**240**
Décembre	6300	**4656**	**240**

Tabl. 14 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HB

	Hypothèse Basse - Besoin de Pointe		
Mois	**Besoin de pointe Sud-Ouest (m^3/j)**	**Besoin de pointe sur la nouvelle ressource (m^3/j)** Besoin de pointe Sud-Ouest - Prélèvements GTI	**Pointe sur la nouvelle ressource (m^3/h) sur 20h**
Janvier	5200	**3414**	**175**
Février	5200	**3414**	**175**
Mars	5200	**3414**	**175**
Avril	5200	**1439**	**75**
Mai	5200	**1439**	**75**
Juin	5200	**1439**	**75**
Juillet	5200	**1439**	**75**
Août	5200	**1439**	**75**
Septembre	5200	**1439**	**75**
Octobre	5200	**1439**	**75**
Novembre	5200	**1439**	**75**
Décembre	5200	**1439**	**75**

5.4. DIMENSIONNEMENT DU TRANSFERT D'EAU DEPUIS LA STATION DE TRAITEMENT JUSQU'AU RESERVOIR CENTRAL

5.4.1. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Haute (HH)

La conduite de transfert entre la station de Removille et le réservoir central présente un linéaire de près de 25 km. Le besoin de pointe à fournir en hiver en HH s'élève à 240 m^3/h.

Des calculs hydrauliques ont été réalisés afin de définir en fonction des pertes de charge, la combinaison adéquate entre le diamètre de la conduite et le nombre de stations de relevage nécessaire pour atteindre le réservoir central.

Il en résulte la mise en place des réseaux et ouvrages suivants :

- Une conduite de diamètre 250 mm,
- Un poste de refoulement initial pour relever l'eau en sortie de station de traitement,
- Trois stations de reprise pour passer les points hauts localisés et relever l'eau jusqu'au réservoir central situé à une cote de 430 mNGF.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des différents tronçons de la conduite de transfert, avec indication de la pression à fournir par les pompes de refoulement.

Tabl. 15 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HH

Tronçon	Cote départ (mNGF)	Cote arrivée (mNGF)	Distance (m)	Ecoulement	Diamètre	Pression à fournir au départ * (Bar)
Removille - Viocourt	301	319,2	6097	Refoulement	DN250	7
Viocourt - Belmont/Vair	319,2	337,8	8237	Refoulement	DN250	8,9
Belmont/Vair - Mandres/Vair	337,8	335	8090	Refoulement	DN250	6,6
Mandres/Vair - Contrexéville	335	430	2558	Refoulement	DN250	9

** La pression à fournir au niveau des postes de refoulement inclue le delta topographique à franchir, ainsi que les pertes de charges le long de la conduite.*

Chaque station de pompage sera accompagnée d'une bâche de stockage de 500 m^3, correspondant à 2h de pompage en période de pointe.

Le temps de séjour estimé dans la conduite de transfert à l'étiage est de 1.4 jours. Une chloration relais sera mise en place sur la dernière station de reprise, afin d'assurer une désinfection optimale de l'eau potable avant distribution vers les collectivités.

Le volume du réservoir central est défini en fonction des besoins des collectivités et de leurs volumes de réservoir existants :

- Les communes de Vittel et Norroy présentent un volume de réservoir total de 3800 m^3. Le besoin de pointe de 1913 m^3/j, soit 80 m^3/h : elles disposent ainsi de 2 jours de réserve.
- La commune de Contrexéville présente un volume de réservoir total de 1750 m^3. Le besoin de pointe de 860 m^3/j, soit 36 m^3/h : elle dispose ainsi de 2 jours de réserve.
- Le SIE de Bulgnéville présente un volume de réservoir total de 1800 m^3. Le besoin de pointe de 3911 m^3/j, soit 163 m^3/h : elle ne dispose ainsi que de 11h de réserve.

Le volume de réservoir du SIE de Bulgnéville est insuffisant. La construction d'un ouvrage de stockage supplémentaire a d'ailleurs été préconisée dans le programme pluriannuel de travaux réalisé en 2012 (Egis Eau).

Le réservoir central, d'une capacité de 2 000 m^3 (marnage de 8h), permettra ainsi de compenser le déficit volumétrique d'environ 2 000 m^3 du SIE de Bulgnéville.

La figure suivante présente le profil en long de la conduite de transfert, allant de 301 mNGF à 430 mNGF, avec positionnement des stations de pompage et du réservoir central.

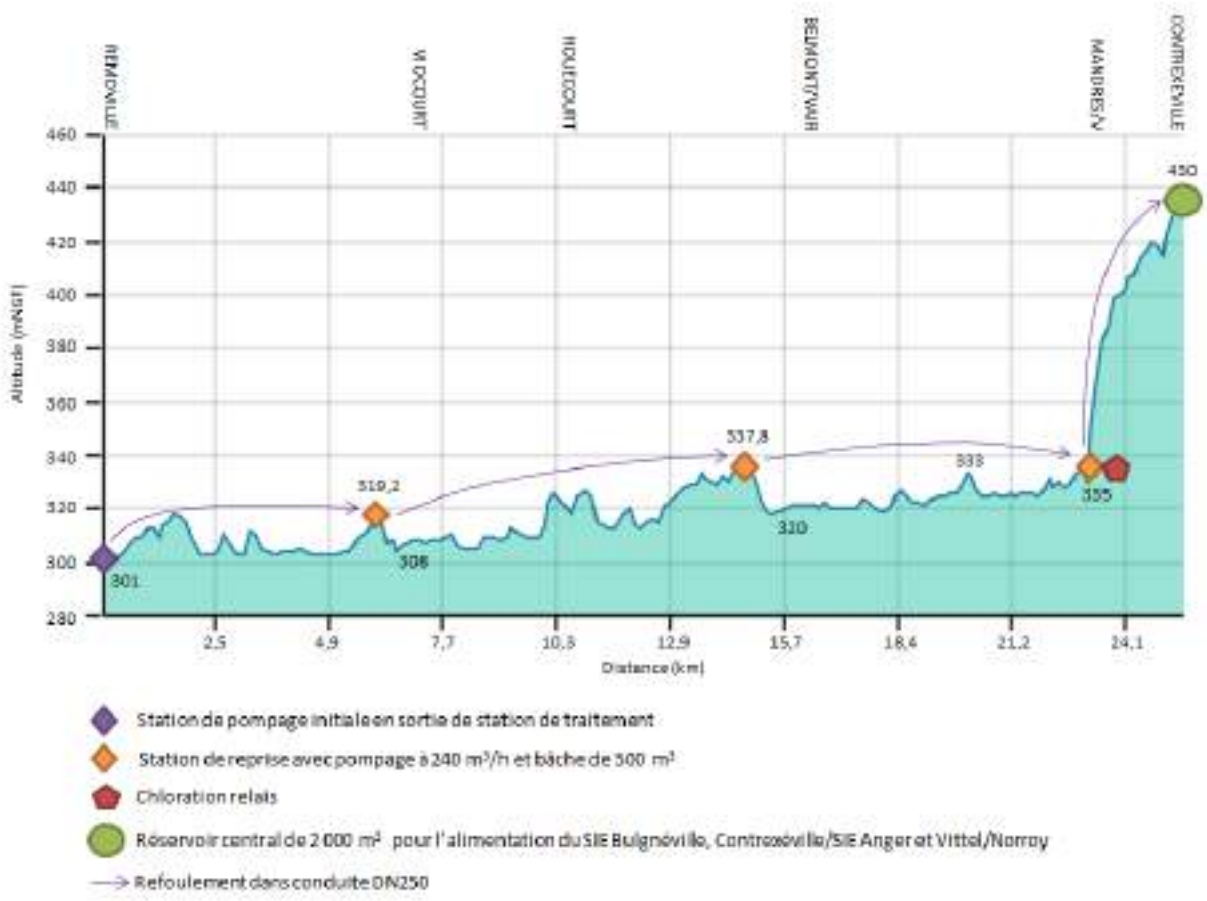


Fig. 25. Profil en long de la conduite de transfert de la solution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » en Hypothèse Haute

5.4.2. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Basse (HB)

La conduite de transfert entre la station de Removille et le réservoir central présente un linéaire de près de 25 km. Le besoin de pointe à fournir en hiver en HB s'élève à 175 m^3/h.

Des calculs hydrauliques ont été réalisés afin de définir en fonction des pertes de charge, la combinaison adéquate entre le diamètre de la conduite et le nombre de stations de relevage nécessaire pour atteindre le réservoir central.

Il en résulte la mise en place des réseaux et ouvrages suivants :

- Une conduite de diamètre 200 mm,
- Un poste de refoulement initial pour relever l'eau en sortie de station de traitement,
- Trois stations de reprise pour passer les points hauts localisés et relever l'eau jusqu'au réservoir central situé à une cote de 430 mNGF.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des différents tronçons de la conduite de transfert, avec indication de la pression à fournir par les pompes de refoulement.

Tabl. 16 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HB

Tronçon	Cote départ (mNGF)	Cote arrivée (mNGF)	Distance (m)	Ecoulement	Diamètre	Pression à fournir au départ * (Bar)
Removille - Viocourt	301	319,2	6097	Refoulement	DN200	10,4
Viocourt - Belmont/Vair	319,2	337,8	8237	Refoulement	DN200	13,5
Belmont/Vair - Mandres/Vair	337,8	335	8090	Refoulement	DN200	11,1
Mandres/Vair - Contrexéville	335	430	2558	Refoulement	DN200	13,1

** La pression à fournir au niveau des postes de refoulement inclue le delta topographique à franchir, ainsi que les pertes de charges le long de la conduite.*

Chaque station de pompage sera accompagnée d'une bâche de stockage de 300 m^3, correspondant à 2h de pompage en période de pointe.

Le temps de séjour estimé dans la conduite de transfert à l'étiage est de 1 jour. Une chloration relais sera mise en place sur la dernière station de reprise, afin d'assurer une désinfection optimale de l'eau potable avant distribution vers les collectivités.

Le volume du réservoir central est défini en fonction des besoins des collectivités et de leurs volumes de réservoir existants :

- Les communes de Vittel et Norroy présentent un volume de réservoir total de 3800 m^3. Le besoin de pointe de 1723 m^3/j, soit 72 m^3/h : elles disposent ainsi de 2.2 jours de réserve.
- La commune de Contrexéville présente un volume de réservoir total de 1750 m^3. Le besoin de pointe de 771 m^3/j, soit 32 m^3/h : elle dispose ainsi de 2.3 jours de réserve.
- Le SIE de Bulgnéville présente un volume de réservoir total de 1800 m^3. Le besoin de pointe de 2938 m^3/j, soit 122 m^3/h : elle ne dispose ainsi que de 15h de réserve.

Le réservoir central, d'une capacité de 2 000 m^3 (marnage de 8h), permettra ainsi de compenser le déficit volumétrique du SIE de Bulgnéville. Un réservoir plus petit aurait un temps de marnage trop faible.

La figure suivante présente le profil en long de la conduite de transfert, allant de 301 mNGF à 430 mNGF, avec positionnement des stations de pompage et du réservoir central.

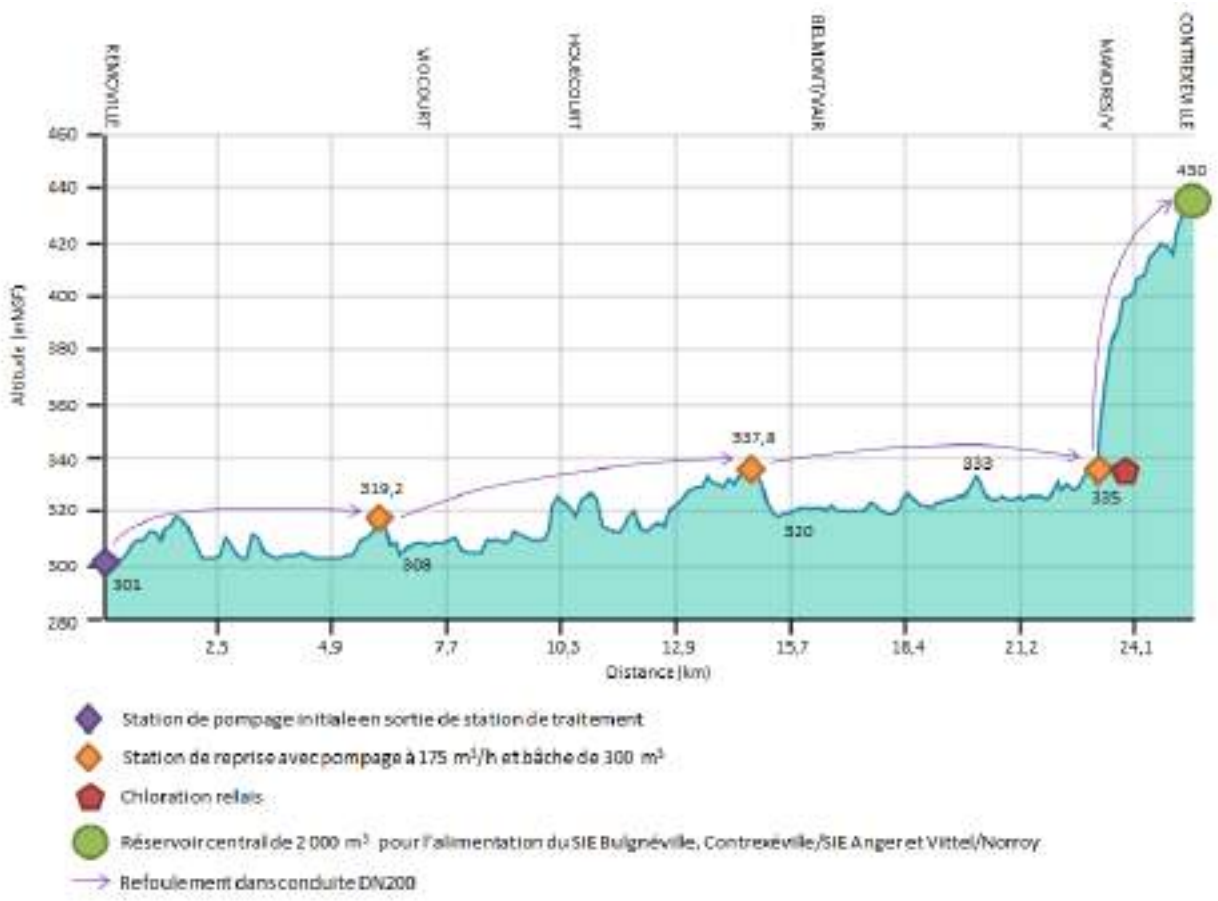


Fig. 26. Profil en long de la conduite de transfert de la solution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » en Hypothèse Basse

5.5. DIMENSIONNEMENT DE LA DISTRIBUTION D'EAU DEPUIS LE RESERVOIR CENTRAL JUSQU'AUX COLLECTIVTES

5.5.1. Répartition des volumes distribués

La solution de substitution est en mesure d'acheminer :

- En Hypothèse Haute : 205 m^3/h en moyenne et 240 m^3/h en période de pointe.
- En Hypothèse Basse : 45 m^3/h en moyenne et 175 m^3/h en période de pointe.

Les besoins en eau des collectivités à desservir sont les suivants :

Tabl. 17 - Besoins journaliers moyens et de pointe des collectivités à desservir

Collectivités	Besoin moyen HH	Besoin moyen HB	Pointe HH	Pointe HB
SIE Bulgnéville	3401 m^3/j 142 m^3/h	2555 m^3/j 106 m^3/h	3911 m^3/j 163 m^3/h	2938 m^3/j 122 m^3/h
Vittel et Norroy	1434 m^3/j 60 m^3/h	1303 m^3/j 54 m^3/h	1913 m^3/j 80 m^3/h	1723 m^3/j 72 m^3/h
Contrexéville et SIE Anger	877 m^3/j 37 m^3/h	787 m^3/j 33 m^3/h	984 m^3/j 41 m^3/h	883 m^3/j 37 m^3/h

La répartition des débits de distribution en sortie de réservoir central a été fixée selon les hypothèses suivantes :

- Tous les ouvrages de prélèvements doivent fonctionner régulièrement toute l'année, il n'est donc pas question de substituer complètement une collectivité à partir de la nouvelle ressource à l'étiage.
- Les ouvrages existants sur le secteur Sud-Ouest présentent un état très variable. L'état des lieux a montré que :
  - 4 forages sont en mauvais état et non réhabilitables : le forage F1 du SIE de Bulgnéville, ainsi que les forages F3, F6 et F7 de la Ville de Vittel. Ces forages sont les plus anciens et il est urgent de substituer ces ressources.
  - 2 forages sont en très bon état car récents : F5 de la Ville de Vittel et F3 du SIE de Bulgnéville.

  Aussi, en période d'étiage lors des besoins de pointe de Vittel, un maximum d'eau de substitution sera acheminé au réservoir de Vittel. Egalement, de l'eau sera acheminée vers les réservoirs de Bulgnéville et de Contrexéville afin de renouveler le volume de leur conduite.

  Hors d'étiage, la part de débit transmis aux collectivités sera proportionnelle aux besoins, mais d'un ratio de substitution équivalent (cf. tableaux suivants).

Les tableaux suivants présentent la saisonnalité des volumes distribués aux collectivités, pour les hypothèses haute et basse de prélèvements.

Tabl. 18 - Saisonnalité des volumes distribués aux collectivités - HH

	Vittel / Norroy		SIE Bulgnéville		Contrexéville / SIE Anger	
	Juin-Oct	Nov-Mai	Juin-Oct	Nov-Mai	Juin-Oct	Nov-Mai
Besoin de pointe (m3/j)	1913	1913	3911	3911	984	984
Volume substitué (m3/j)	631	1150	126	2340	126	590
Volume prélevé sur les GTI (m3/j)	1282	763	3785	1571	858	394
Ratio ($V_{substitué}$/Besoin)	33 %	60 %	3 %	60 %	13 %	60 %

Tabl. 19 - Saisonnalité des volumes distribués aux collectivités - HB

	Vittel / Norroy		SIE Bulgnéville		Contrexéville / SIE Anger	
	Avr-Dec	Janv-Mars	Avr-Dec	Janv-Mars	Avr-Dec	Janv-Mars
Besoin de pointe (m^3/j)	1723	1723	2938	2938	883	883
Volume substitué (m^3/j)	661	888	96	1515	126	455
Volume prélevé sur les GTI (m^3/j)	1062	835	2842	1423	757	428
Ratio ($V_{substitué}$/Besoin)	38 %	52 %	3 %	52 %	14 %	52 %

5.5.2. Dimensions des conduites de distribution

Le positionnement du réservoir central en point haut (430 mNGF) permet d'acheminer l'eau aux réservoirs des collectivités desservies de manière gravitaire sous pression.

Les calculs hydrauliques réalisés afin de satisfaire les besoins de pointe des usagers aboutissent à proposer des conduites de diamètres suivants :

- Distribution vers Bulgnéville : DN250 (arrivée : 1.8 bar en HH et 2.2 bar en HB),
- Distribution vers Vittel : DN200 (arrivée : 4.1 bar en HH et 4.8 bar en HB),
- Distribution vers Contrexéville : DN150 (arrivée : 2.1 bar en HH et 2.7 bar en HB),

Les figures suivantes présentent les profils en long des conduites de distribution vers Bulgnéville, Vittel et Contrexéville, ainsi que la ligne de charge.

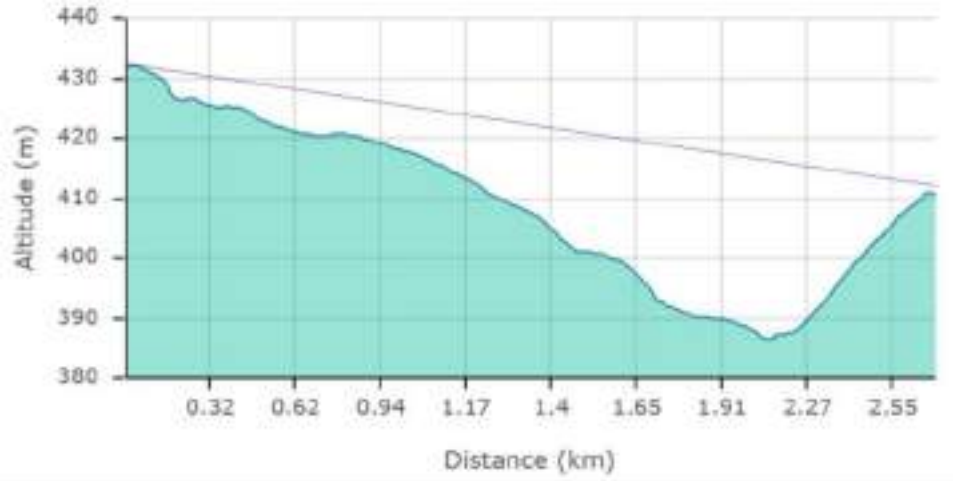


Fig. 27. Profil en long de la conduite de distribution vers Bulgnéville

Fig. 28. Profil en long de la conduite de distribution vers Contrexéville

Fig. 29. Profil en long de la conduite de distribution vers Vittel

5.6. IMPLANTATION DES COMPTEURS DE VENTE ET D'ACHAT D'EAU

Le compteur de vente d'eau du SIE Vraine et Xaintois au secteur Sud-Ouest sera positionné en sortie de station de traitement de Removille.

Les compteurs d'achats d'eau du SIE de Bulgnéville, Contrexéville et Vittel seront positionnés en sortie du réservoir central, sur chacune des branches de distribution d'eau.

Des compteurs de vente d'eau sont existants entre Contrexéville et le SIE de L'Anger, et entre Vittel et Norroy.

Le schéma page suivante présente les synoptiques des collectivités desservies par la ressource de substitution.

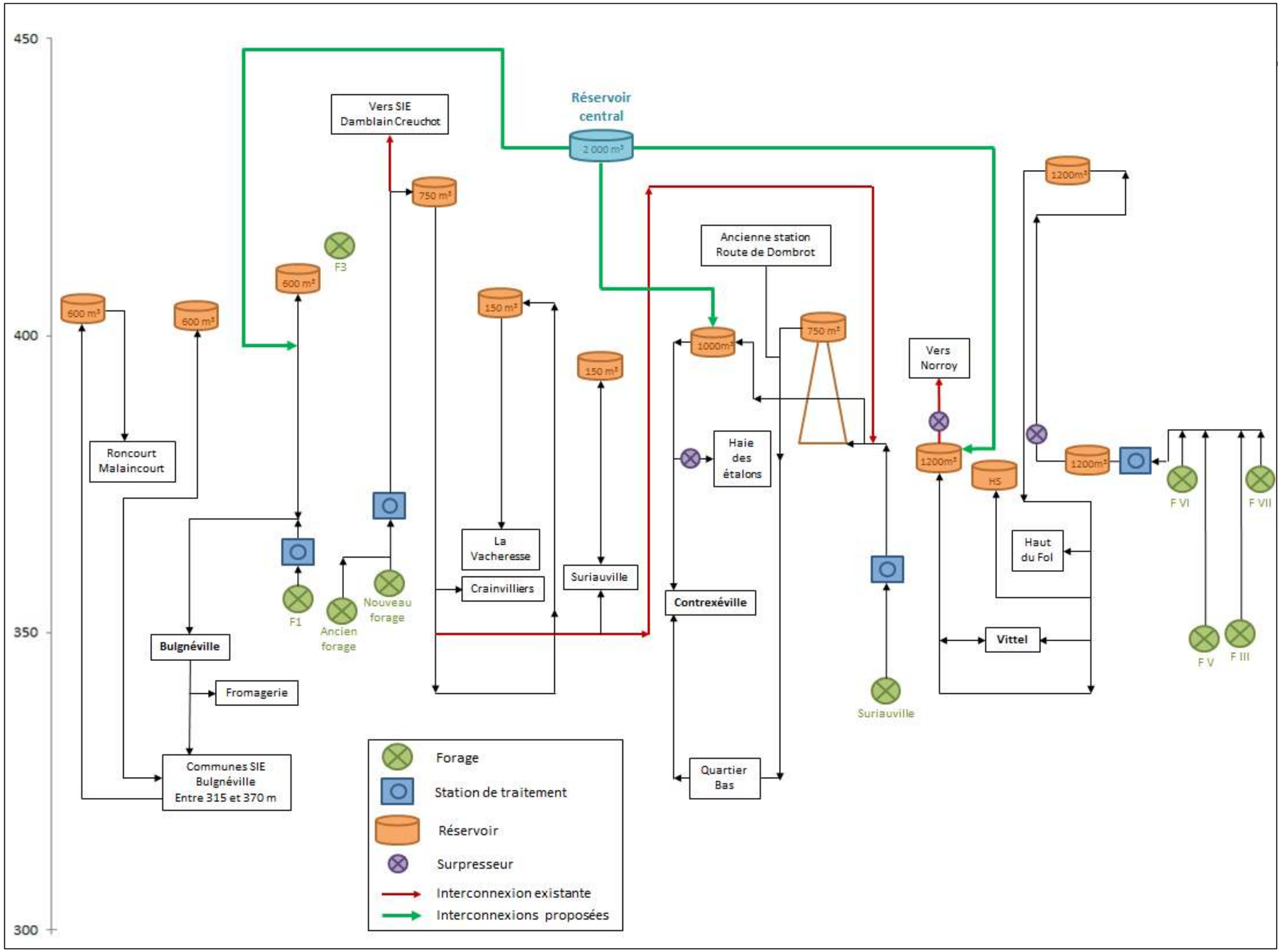


Fig. 30. Synoptiques des collectivités desservies par la ressource de substitution

6. ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT

L'estimation des coûts d'investissement de la solution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » pour l'hypothèse haute et basse de prélèvements à horizon 30 ans est présentée dans les tableaux suivants.

La solution s'élève à 21 millions d'euros pour substituer un volume de 1 Mm^3/an, et à 18 millions d'euros pour substituer un volume de 0.5 Mm^3/an

Tabl. 20 - Coûts d'investissement de la solution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » en Hypothèse Haute

Prestations	Coûts unitaires (€)	Quantité	Coûts (€)
STATION DE TRAITEMENT			
Capacité : besoin total avec substitution du secteur Sud-Ouest est de 340m^3/h. La station de traitement existante a une capacité de 200 m^3/h. Construction d'une nouvelle station de 200 m^3/h. Traitement : injection CAP, coagulation, floculation, décantation, filtration sur sable, désinfection	3 500 000	1	3 500 000
RESEAUX			
Transfert de la station de traitement du SIE Vraine et Xaintois au réservoir central du secteur Sud-Ouest à substituer en diamètre DN250	250	25 000	6 250 000
Ditribution du réservoir central vers Bulgnéville en diamètre DN250	250	2 600	650 000
Ditribution du réservoir central vers Vittel - Norroy en diamètre DN200	200	8 400	1 680 000
Ditribution du réservoir central vers Contrexéville - SIE Anger en diamètre DN150	150	7 200	1 080 000
STATIONS DE REFOULEMENT			
Station de refoulement initiale en sortie de station de traitement de 240 m^3/h	300 000	1	300 000
Station de reprise de capacité 240 m^3/h	300 000	3	900 000
Chloration relais sur la dernière station de reprise	50 000	1	50 000
CHAMBRES DE VANNES			
Chambre ventouse DN200/DN250	15 000	18	270 000
Chambre ventouse DN150	10 000	4	36 000
Chambre vidange DN200/DN250	15 000	18	270 000
Chambre vidange DN150	10 000	4	36 000
BASSINS DE STOCKAGE			
Bâche de refoulement associée au station de reprise de 500 m^3	550 000	3	1 650 000
Réservoir central de 2 000 m^3 avant distribution aux collectivités substituées	2 000 000	1	2 000 000
DIVERS			
Honoraires Maitrise d'Œuvre Levés Topo / Géotechnique Imprévus	2 167 200	/	2 167 200
Dossier réglementaire - Projet soumis à étude d'imapct	100 000	1	100 000
TOTAL HT			**20 939 200 €**

Tabl. 21 - Coûts d'investissement de la solution « Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois » en Hypothèse Haute

Prestations	Coûts unitaires (€)	Quantité	Coûts (€)
STATION DE TRAITEMENT			
Capacité : besoin total avec substitution du secteur Sud-Ouest est de 270m^3/h. La station de traitement existante a une capacité de 200 m^3/h. Construction d'une nouvelle station de 100 m^3/h. Traitement : injection CAP, coagulation, floculation, décantation, filtration sur sable, désinfection	2 500 000	1	2 500 000
RESEAUX			
Transfert de la station de traitement du SIE Vraine et Xaintois au réservoir de stockage central du secteur Sud-Ouest à substituer en diamètre DN200	200	25 000	5 000 000
Ditribution du réservoir central vers Bulgnéville en diamètre DN250	250	2 600	650 000
Ditribution du réservoir central vers Vittel - Norroy en diamètre DN200	200	8 400	1 680 000
Ditribution du réservoir central vers Contrexéville - SIE Anger en diamètre DN150	150	7 200	1 080 000
STATIONS DE REFOULEMENT			
Station de refoulement initiale en sortie de station de traitement de 175 m^3/h	250 000	1	250 000
Station de reprise de capacité 175 m^3/h	250 000	3	750 000
Chloration relais sur la dernière station de reprise	50 000	1	50 000
CHAMBRES DE VANNES			
Chambre ventouse DN200/DN250	15 000	18	270 000
Chambre ventouse DN150	10 000	4	36 000
Chambre vidange DN200/DN250	15 000	18	270 000
Chambre vidange DN150	10 000	4	36 000
BASSINS DE STOCKAGE			
Bâche de refoulement associée au station de reprise de 300 m^3	450 000	3	1 350 000
Réservoir central de 2 000 m^3 avant distribution aux collectivités substituées	2 000 000	1	2 000 000
DIVERS			
Honoraires Maitrise d'Œuvre Levés Topo / Géotechnique Imprévus	1 837 200	/	1 837 200
Dossier réglementaire - Projet soumis à étude d'imapct	100 000	1	100 000
TOTAL HT			**17 859 200 €**

SOLUTION DE SUSBTITION N°2 : TRANSFERT D'EAU DEPUIS LES ALLUVIONS DE LA MOSELLE

7. ETUDE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION

7.1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE DE LA RESSOURCE

7.1.1. Contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique local

Le secteur sélectionné pour la recherche d'une ressource de substitution correspond à la plaine d'alluvions récentes de la Moselle (Fz) entre Chamagne et Vincey (secteur compris dans le périmètre du SAGE GTi), voir jusqu'à Thaon-les-Vosges selon l'analyse des données de productivité et de contraintes. Le secteur étudié représente donc un linéaire d'environ 25 km.

Les alluvions anciennes de la Moselle sont souvent moins épaisses et moins perméables que les alluvions récentes et sont souvent le siège d'une nappe perchée. La nappe des alluvions récentes est en relation hydraulique étroite avec la Moselle qui constitue le niveau de base soutenant la piézométrie. Les conditions géologiques et hydrogéologiques étant plus favorables, seul l'aquifère des alluvions récentes de la Moselle a été étudié.

7.1.1.1. DESCRIPTION DU RESERVOIR AQUIFERE

❖ **Géométrie et extension**

Deux extraits de cartes géologiques au 1/50 000ème couvrant les zones Nord (Chamagne à Portieux) et Sud (Portieux à Thaon-les-Vosges) de la vallée alluviale sont reportées aux Fig. 31 et Fig. 32.

La plaine d'alluvions récentes de la Moselle présente une orientation Sud-Est / Nord-Ouest sur le secteur. La largeur de la plaine, ainsi que l'épaisseur des alluvions déposées par la rivière est variable et fonction de la résistance des roches dans lesquelles la rivière a creusé son lit.

L'extension de cette plaine est la plus importante entre Charmes et Chamagne où elle atteint 2 km de large, ainsi que vers Thaon-les-Vosges, c'est-à-dire dans un secteur où les alluvions reposent respectivement sur les marnes du Keuper inférieur (t7) et du Keuper moyen (t4). La largeur de la plaine se rétrécit vers Charmes où elle n'excède pas 500 m, ainsi qu'entre Portieux et Chatel-sur-Moselle où les alluvions reposent sur les calcaires du Muschelkalk.

La succession des phases de creusement et de dépôt a donné lieu à une série de terrasses d'alluvions étagées disposées de part et d'autre de la vallée de la Moselle. Ces terrasses correspondent à des périodes d'alluvionnement séparées par des phases d'érosion pendant lesquelles la Moselle érodait ses propres alluvions.

Elles se distinguent selon leur altitude relative par rapport à la Moselle :

- Les très hautes terrasses (Fv), situées à + 90 à 100 m,
- Les hautes terrasses (FW), situées à +55-60 m,
- Les moyennes terrasses (Fx), situées à + 30-35 m,
- Les basses terrasses (Fy), situées à + 15-20 m.

❖ **Nature géologique du substratum sous-alluvial**

La nature géologique du substratum sous-alluvial et des versants est un élément à prendre en compte dans le choix de l'implantation car il a une forte influence sur la qualité des eaux captée.

Il est constitué par :

- Les marnes irisées du Keuper inférieur jusqu'au Sud des puits AEP de Charmes
- La dolomie de la Lettenkohle puis les Couches à Cératites du Muschelkalk supérieur (constituées d'une alternance de marnes et de calcaires), entre Charmes et Langley ainsi que dans le secteur de Portieux et Châtel-sur-Moselle,
- Les argiles et calcaires dolomitiques du Muschelkalk moyen en amont de Nomexy

La structure géologique des couches formant le substratum sous-alluvial présente globalement une allure monoclinale avec un pendage de 1 à 3% vers le Nord-Ouest.

❖ **Epaisseur et description lithologique des alluvions récentes**

L'analyse des coupes des sondages effectués pour la recherche de granulats ainsi que des coupes géologiques des sondages et piézomètres existants montre une épaisseur d'alluvions généralement comprise entre 6 et 8 m en aval de Vincey, pouvant localement se réduire à 4 m. En amont de Châtel notamment dans le secteur de Nomexy et Thaon-les-Vosges, des épaisseurs plus importantes d'alluvions, pouvant atteindre localement 10 à 12 m, sont observées (anciens puits de Boussac et puits de Thaon-les-Vosges).

Les alluvions récentes de la Moselle sont constituées de sables légèrement argileux, de graviers et de galets de gros diamètres (10 cm). Les graviers et galets sont constitués de roches vosgiennes siliceuses (grès, conglomérat, quartz, quarzites, granites et roches cristallophylliennes) qui explique que l'eau soit plutôt agressive. Cette formation alluviale a été et est encore largement exploitée pour les granulats et il subsiste de nombreux plans d'eau à la place d'anciennes exploitations.

Les limons de recouvrement sont discontinus et d'une épaisseur faible, comprise entre 50 cm et 1 m en moyenne, ce qui confère une vulnérabilité à l'aquifère.

7.1.1.2. PIEZOMETRIE, ALIMENTATION

L'aquifère des alluvions récentes de la Moselle s'alimente par :

- l'infiltration des pluies efficaces sur la plaine d'alluvions récentes estimées à environ 300 mm / an sur le secteur,
- l'eau de Moselle en période de fortes crues,
- le déversement de la nappe des alluvions anciennes et les pertes de ruisseaux qui drainent ces terrasses,
- les apports des coteaux lorsqu'ils sont aquifères (calcaires)

Le niveau piézométrique est en relation avec celui de la Moselle qui draine la nappe, excepté lors des fortes crues où les sens d'écoulement s'inversent de manière très temporaire.

La nappe est libre dans le secteur compte-tenu des très faibles épaisseurs de limons. Les anciens lits de la Moselle peuvent constituer des chenaux préférentiels d'écoulement. Les fluctuations piézométriques saisonnières sont assez importantes d'une façon générale, de l'ordre de 1,5 à 2 m et peuvent atteindre 3 à 4 mètres comme dans le secteur des puits de Charmes. Elles sont d'autant plus faibles que l'on se rapproche de la Moselle qui constitue le niveau de base.

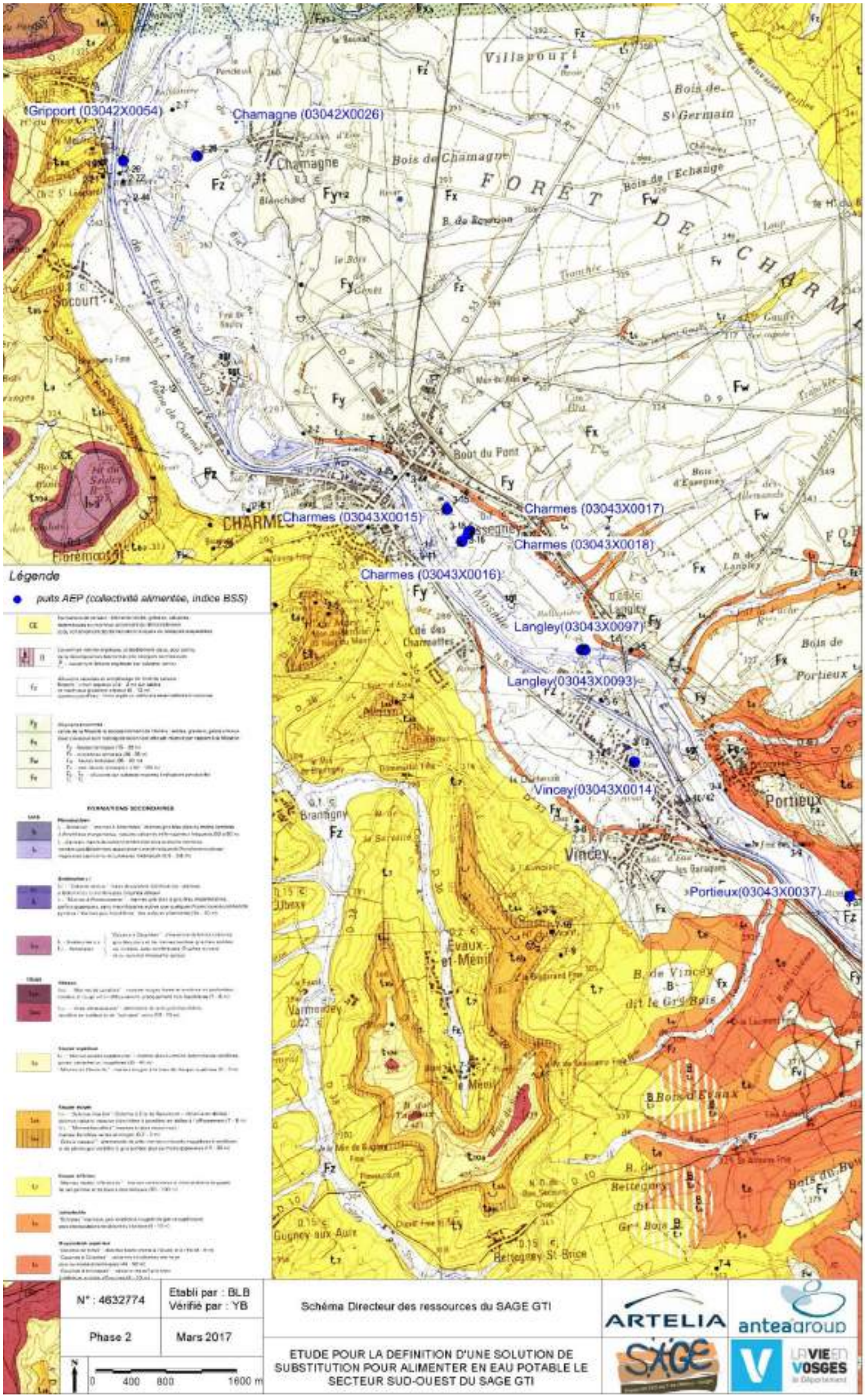


Fig. 31. ***Extrait de carte géologique au 1/50 000ème - Vallée alluviale de la Moselle secteur Nord (de Chamagne à Portieux)***

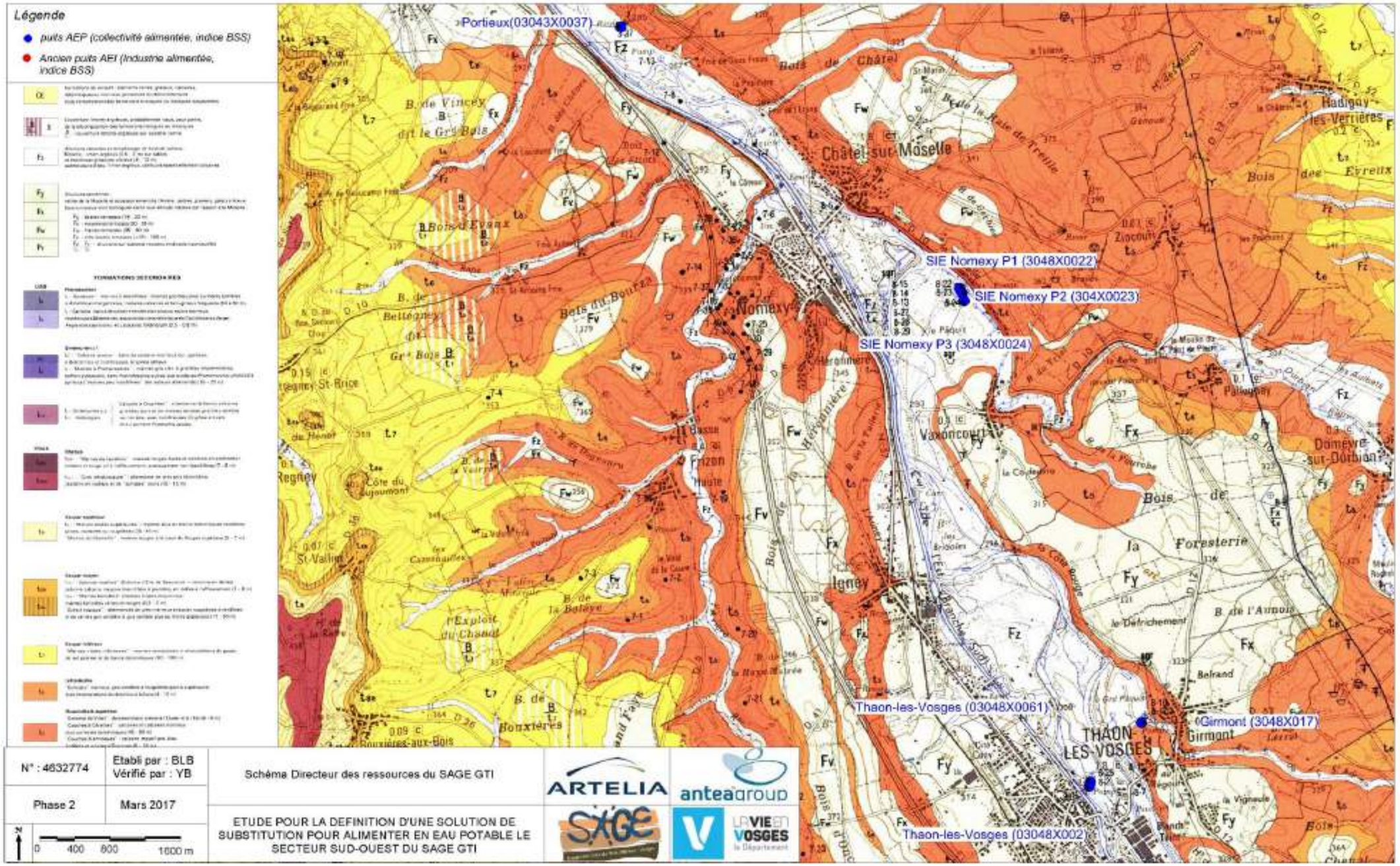


Fig. 32. ***Extrait de carte géologique au 1/50 000ème - Vallée alluviale de la Moselle secteur Sud (de Portieux à Thaon-les-Vosges)***

7.1.2. Productivité des ouvrages existants

7.1.2.1. PUITS AEP

15 puits situés entre Chamagne et Thaon-les-Vosges exploitent les alluvions récentes de la Moselle pour l'AEP des communes de Chamagne (1 puits), Charmes (2 puits),Langley (2 puits), Vincey (1 puits), Portieux (1 puits), Thaon-les-Vosges (2 puits) et du SIE des Eaux de Nomexy (3 puits). Les ouvrages sont localisés sur les Fig. 31 et Fig. 32.

Les caractéristiques des ouvrages, les débits exploitables et les caractéristiques hydrodynamiques locales déduites de l'interprétation des essais de débit sont reportées sur le tableau en page suivante.

Globalement, la transmissivité des alluvions est importante, généralement comprise entre 10^{-2} et 5.10^{-2} m^2/s selon l'épaisseur des alluvions. Cette transmissivité est 10 à 15 fois supérieure à celle des grès. La perméabilité des alluvions est à peu près constante sur le secteur autour de 1 à 2.10^{-3} m/s.

Les débits exploitables sont variables et compris entre 20 et 100 m^3/h avec une moyenne autour de 50 m^3/h. Ils sont d'autant plus importants que l'épaisseur d'alluvions est grande (on augmente le potentiel de rabattement), mais le facteur limitant peut-être l'équipement de l'ouvrage qui induit des pertes de charges importantes (ex : tubage en grès du puits de Chamagne).

Le débit d'exploitation des puits montre une diminution d'un facteur 2 à 6 en étiage. Cette inégale sensibilité aux étiages est fonction de la hauteur saturée d'origine, de l'éloignement de la Moselle et peut être influencée par une situation en aval de barrage.

7.1.2.2. ANCIENS PUITS AEI « BOUSSAC »

Il existe 6 anciens puits industriels de gros diamètres, aujourd'hui inexploités, créés par la société BOUSSAC pour alimenter ses usines textiles. Ces puits, numérotés P1 à P6 de l'amont vers l'aval sont situés à 1250 m au Sud-Est de Nomexy, au lieu-dit La Héronnière, entre le Canal des Vosges et la Moselle, en bordure de Moselle (cf. localisation sur les Fig. 44 et Fig. 45). Ils ont été créés en 1953 pour les 3 premiers et en 1971 pour les 3 autres. Ils sont la propriété des communes des Chatel-sur-Moselle et de Nomexy qui appartiennent au Syndicat des Eaux de Nomexy.

Il s'agit de puits de gros diamètres à barbacanes, espacés de 50 m, qui captent une épaisseur d'alluvions importante, comprise entre 9 et 12 m. L'épaisseur d'aquifère saturée est également très importante du fait de la proximité de la Moselle (6 à 8 m). Ces puits fournissaient à l'origine des débits très importants, de l'ordre de 100 m3/h par ouvrage en moyenne, compris entre 50 et 200 m^3/h.

Une étude hydrogéologique a été réalisée par l'ASGA en 2008 sur 4 de ces puits encore opérationnels à l'époque, à savoir P3, P4, P5 et P6, en vue d'une exploitation de ces ouvrages par le SIE des Eaux de Nomexy qui rencontre des problèmes de qualité et de vulnérabilité de sa ressource en eau. Ces 4 puits ont fait l'objet d'un pompage simultané de 28 h au débit global moyen de 220 m^3/h. Les essais de débit ont montré une diminution d'un facteur 2 de la productivité par rapport à l'origine, du fait d'un probable colmatage des ouvrages mais ont confirmé la possibilité d'exploiter ces 4 ouvrages au débit maximal de 215 m3/h, 16 h par jour, soit 3225 m3/j. Par suite, les inspections par caméra vidéo sur ces puits ont montré que leur réhabilitation serait trop coûteuse et incertaine et qu'il était préférable de réaliser de nouveaux puits à proximité. Le syndicat des eaux de Nomexy a toujours comme projet la création de 2 nouveaux puits sur ce site.

L'analyse d'eau complète réalisée sur le mélange en fin de pompage montrait une eau agressive, faiblement minéralisée et globalement de bonne qualité physico-chimique d'après ce qui est indiqué dans le rapport (analyse en annexe non communiquée).

On retiendra les points suivants :

- Les débits escomptés sont de l'ordre de 50 m^3/h par puits,

- Des débits de l'ordre de 100 m^3/h peuvent être obtenus sur le site des anciens puits industriels de BOUSSAC où l'épaisseur d'alluvions atteint 12 m,

- Une sensibilité de la ressource aux étiages, avec des débits exploitables pouvant être divisé par 2 ou 3 notamment sur les ouvrages peu profonds.

Tabl. 22 - Caractéristiques et productivité des puits AEP entre Chamagne et Thaon-les-Vosges

Commune d'implantation	Caractéristiques du puits	Epaisseur des alluvions (en m)	Nature du substratum sous-alluvial	Transmissivité (m2/s)	Productivité, débit exploitable	Débit autorisé (m3/h)
Chamagne	Puits de 6,9 m de profondeur. Avant puits en béton de 2 m de diamètre, fonçage DN 1200 mm dans les alluvions et tubage grès DN 600 mm.	6,7	marnes et argiles (Muschelkalk inférieur)	T = 9,3.10-3 m2/s. K=2,3.10-3 m/s pour une épaisseur d'alluvions mouillées de 4,10 m.	Débit d'exploitation maximal de 15 m3/h. 3,15 pour un débit de 24 m3/h	8 m3/h, 20 h / jour et 58 400 m3/an
Charmes	Puits de 6,4 m de profondeur. Avant puits en béton de 3,5 m de haut sur un radier de 1,45 m. Colonne captante en grès DN 500 mm sur une hauteur de 2,90 m.		? dolomie de la Lettenkohle ou couches à cératites du Muschelkalk supérieur		30 m3/h, 5 m3/h en étiage	8 m3/h, 20 h / jour et 58 400 m3/an
Charmes	Puits de 9 m de profondeur. Avant puits en béton de 5,20 m de haut et de 1,5 m de diamètre. Colonne captante en grès DN 500 mm sur une hauteur de 3,70 m (1 m plein, 2,70 m de crépine).	9	marnes du keuper inférieur (t7)		60 m3/h, 30 m3/h en étiage	1100 m3/j sur les trois puits
Charmes	Puits de 9 m de profondeur. Avant puits en béton de 5,40 m de haut et de 1,5 m de diamètre. Colonne captante en grès DN 500 mm sur une hauteur de 3,70 m (3,10 m plein, 0,6 m de crépine).	9,2	marnes du keuper inférieur (t7)		30 m3/h, 10 m3/h en étiage	
Charmes	Avant puits en béton de 2,10 m de haut et de 1 m de diamètre. Colonne captante DN 440 mm sur une hauteur de 6,8 m (5,6 m plein et 1,20 m de crépine). Avant puits en béton de 2,10 m de haut et de 1 m de diamètre. Colonne captante DN 440 mm sur une hauteur de 6,8 m (5,6 m plein et 1,20 m de crépine).	7,3 m	marnes du keuper inférieur (t7)		30 m3/h, 10 m3/h en étiage	
Langley	Puits de 6 m de profondeur foré en diamètre 1400 à 1000 mm, colonne de captage en inox DN 800 mm	3,3 m	marnes puis calcaires : le puits descend dans les marno-calcaires sur 2 m Couches à Cératites du Muschelkalk supérieur (t5)	T = 3,8.10-3 m2/s, K = 1,15.10-3 m2/s pour une épaisseur d'alluvions de 3,3 m.	14 m3/h, 8 m3/h en basses eaux.	8 m3/h, 58 400 m3 par an.
Vincey	Puits de 9,6 m de profondeur Avant puits en béton de 4 m de diamètre, jusqu'à 5,6 m de profondeur. Crépine inox DN 300 mm jusqu'à 8,5 m de profondeur puis tubage plein.	8,5 m, dont 5,4 m d'alluvions mouillées d'après la coupe géol. BSS (piézométrie indicative au 01/01/1974)	Dolomies et marnes de la Lettenkohle	? rabattement de 2 m au débit de 70 m3/h sans indication de la durée de pompage d'après un document consigné dans la BSS sans d'autres précisions.	40 m3/h d'après le RPQS de 2015.	7 m3/h, 500 m3 / jour et 182 500 m3/an
Portieux	2 ouvrages distants de 75 m: un puits de pompage et un "puits filtrant" reliés par une canalisation enterrée. P. de pompage : puits en briques de 3 m de diamètre et de 6 m de profondeur. Puits filtrant de 3,4 m de profondeur équipé de drain (?). Pas de coupe technique précise des ouvrages.	Pas de coupe	Couches à cératites (alternance marnes et calcaires) du Mushelkalk supérieur	pas de données	0,8 m de rabattement au bout de 4 jours de pompage à 50 m3/h	35 m3/h, 127750 m3/an
Châtel-sur-Moselle	puits de 9,25 m de profondeur, colonne de captage en béton de 1,78 de diamère.	9	Keuper moyen (?)	2 à 4.10-2m/s	100 à 200 m3/h à l'origine	
Châtel-sur-Moselle	puits de 14,20 m de profondeur, colonne de captage en béton 1,20 à 1 m et anneaux ciment avec barbacanes.	11,7 m	argiles et calcaires dolomitiques du Keuper moyen (t4)			
Châtel-sur-Moselle	puits de 1 m de profondeur, colonne de captage en béton 1,20 à 1 m et anneaux ciment avec barbacanes.	10,8 m	argiles et calcaires dolomitiques du Keuper moyen (t4)		55 à 150 m3/h	
Châtel-sur-Moselle	puits de 12,5 m de profondeur, colonne de captage en béton 1,20 à 1 m et anneaux ciment avec barbacanes.	10	argiles et calcaires dolomitiques du Keuper moyen (t4)		50 à 100 m3/h	
Vaxoncourt	Buses béton DN 1450 m de 0 à 3 m, colonne de captage DN 500 mm jusqu'à 6 m	> 6 m	Non atteint. Marno-calcaire du Muschelkalk	1 à 4.10 -2 m2/s	s = 0,9 m à 91 m3/h	info manquante
Vaxoncourt	Buses béton DN 1450 m de 0 à 3 m, colonne de captage DN 500 mm jusqu'à 5,30 m	5,5	Argile (Muschelkalk moyen)	0,8 à 3.10 -2 m2/s	s = 1,05 m à 80 m3/h	info manquante
Vaxoncourt	colonne de captage DN 1000 mm jusqu'à 6,5 m	> 6,5	Non atteint. Marno-calcaire du Muschelkalk	1 à 4.10 -2 m2/s	s = 0,8 m à 85 m3/h	info manquante
Thaon-les-Vosge	colonne de captage DN450 mm, crépinée de 10,20 à 12,20 m	12	Marnes et argiles (Muschelkalk moyen)		s = 2,5 m à 98 m3/h	info manquante

7.1.3. Qualité des eaux de la nappe alluviale

Une synthèse de la qualité de l'eau de la nappe alluviale est présentée ci-après. Le tableau 23 présente les valeurs moyennes des principaux paramètres par captage extraites du portail ADES sur l'historique analytique existant. Il a été complété avec les données d'analyses consignées dans la BSS.

La localisation des puits est reportée sur la figure Fig. 33. Les valeurs pour les nitrates, les chlorures, les sulfates, le fer, le manganèse et l'arsenic sont données pour chaque puits et classifiées par un code couleur dont la signification est donnée dans la légende. Les cases grises correspondent à des données absentes.

Lorsque plusieurs puits sont localisés à proximité les uns des autres et pour faciliter la lecture, quatre agrandissements sont proposés (figure Fig. 34, Fig. 35, 0 et Fig. 37). Ils sont délimités sur la carte générale.

7.1.3.1. SECTEUR GRIPPORT / CHAMAGNE

La turbidité est en moyenne inférieure aux seuils de 1 NFU avec une valeur de 0,9 NFU pour le puits de la Chèvre (AEP Chamagne) et de 0,3 NFU pour la tranchée drainante de Gripport.

Les eaux issues des deux captages ont des qualités différentes. En rive gauche, l'eau de la tranchée drainante de Gripport présente un pH naturel in situ de 7,09 unités, elle est jugée douce (TAC de 11 °F), fortement minéralisée ($C_{25°C}$ = 809 µS/cm), à dominante bicarbonatée (HCO_3^- = 132 mg/l) calcique (Ca^{2+} = 101,3 mg/l). Les valeurs de sulfates sont supérieures à la référence de qualité des eaux fixée à 250 mg/l avec des teneurs moyennes de 291,8 mg/l.

L'eau du puits de la Chèvre a un pH légèrement acide (pH naturel de 6,76 unités), elle est douce (TH de 13 °F), très agressive (ΔpH = 1,11), moyennement minéralisée ($C_{25°C}$ = 294 µS/cm), à dominante bicarbonatée (HCO_3^- = 69 mg/l) calcique (Ca^{2+} = 28,8 mg/l).

La teneur moyenne en Carbone Organique Total est supérieure à la référence de qualité sur le puits de la Chèvre.

Une très forte variation de la teneur en nitrates existe entre les deux puits avec une valeur moyenne de 31,6 mg/l pour le puits de la Chèvre et de 5,97 mg/l pour la Tranchée drainante. Ces teneurs en nitrates qui peuvent atteindre 50 mg/l en hiver sur le puits de la Chèvre reflètent l'environnement agricole du puits.

Pour les deux puits, les teneurs en fer, manganèse et aluminium sont faibles.

7.1.3.2. SECTEUR DE CHARMES

L'eau des quatre puits du secteur (Puits des Iles, Puits des Haillotes 1, 2 et 3) présente des caractéristiques similaires.

La turbidité est en moyenne inférieure aux seuils de 1 NFU pour tous les puits.

L'eau est proche de la neutralité, douce (TH de 17 °F), agressive (ΔpH = 0,7), moyennement minéralisée ($C_{25°C}$ = 366 µS/cm), à faciès bicarbonaté (HCO_3^- = 162 mg/l) calcique (Ca^{2+} = 43,3 mg/l). Les teneurs en chlorures et sulfates sont faibles et respectivement de 13,1 mg/l et 36,6 mg/l.

La concentration moyenne en nitrates est faible avec une valeur de 13,8 mg/l. Les deux puits des Haillotes 1 et 3 présentent des teneurs en Carbone Organique Total supérieures à la référence de qualité avec des valeurs de 2,8 mg/l et 2,95 mg/l respectivement.

Les teneurs en fer et aluminium sont faibles. Le puits des Haillotes 1 présente une teneur en manganèse de 47,0 µg/l pour une limite de qualité fixée à 50 µg/l. Ces valeurs sont faibles sur le puits des Iles et le puits des Haillotes 3 et ne sont pas renseignées pour le puits des Haillotes 2.

La Ville de Charmes rencontre une dégradation de sa qualité des eaux pour le paramètre COT principalement.

7.1.3.3. SECTEUR DE LANGLEY

Cette synthèse concerne le puits de Langley.

La turbidité est en moyenne inférieure aux seuils de 1 NFU avec une valeur de 0,2 NFU.

L'eau présente en moyenne un pH naturel in situ de 7,64 unités, elle est douce (TAC de 9 °F), moyennement minéralisée ($C_{25°C}$ = 257 µS/cm), à dominante bicarbonatée (HCO_3^- = 88 mg/l) calcique (Ca^{2+} = 25,7 mg/l). Les valeurs qui permettent de déterminer le caractère agressif ou incrustant des eaux ne sont pas disponibles. Les teneurs en chlorures et sulfates sont faibles et respectivement de 13,7 mg/l et 19,0 mg/l.

La concentration moyenne en nitrates est très faible avec une valeur de 6,3 mg/l. La teneur en Carbone Organique Total est inférieure à la référence de qualité.

Les teneurs en fer, manganèse et aluminium sont très faibles.

7.1.3.4. SECTEUR DE VINCEY

Cette synthèse concerne le puits de Vincey.

La turbidité est en moyenne inférieure au seuil de 1 NFU avec une valeur moyenne de 0,5 NFU.

L'eau présente en moyenne un pH naturel in situ de 7,15 unités, elle est plutôt douce (TAC de 20 °F), minéralisée ($C_{25°C}$ = 518 µS/cm), agressive (ΔpH = 0,35), à dominante bicarbonatée (HCO_3^- = 175 mg/l) calcique (Ca^{2+} = 53,3 mg/l). Les teneurs en chlorures et sulfates sont faibles et respectivement de 30,3 mg/l et 47,0 mg/l.

La concentration moyenne en nitrates est assez élevée avec une valeur de 26,3 mg/l. Le puits présente une concentration moyenne en phosphore total de 1,2 mg/l pour une limite de qualité fixée à 0,4 mg/l soit 3 fois plus importante que la valeur seuil. La teneur en Carbone Organique Total est inférieure à la référence de qualité.

Les teneurs en fer, manganèse et aluminium sont très faibles. La concentration en arsenic est élevée avec une valeur moyenne de 10,3 µg/l, supérieure à la limite de qualité fixée à 10 µg/l.

A noter la présence de traces de HAP sur le puits (valeur atteignant 0,478 µg/l en mai 1996) pour une valeur limite fixée à 0,1 µg/l.

La commune de Portieux rencontre une dégradation de sa qualité des eaux pour le paramètre As principalement.

7.1.3.5. SECTEUR DE PORTIEUX

Cette synthèse concerne le puits des Arts de Portieux.

La turbidité est en moyenne inférieure au seuil de 1 NFU avec une valeur de 0,6 NFU pour l'ensemble des puits.

L'eau présente en moyenne un pH naturel in situ de 7,32 unités, elle est plutôt douce (TH de 23 °F), minéralisée ($C_{25°C}$ = 445 µS/cm), à l'équilibre calco-carbonique (ΔpH = 0,17), à dominante bicarbonatée (HCO_3^- = 236 mg/l) calcique (Ca^{2+} = 62,2 mg/l). Les teneurs en chlorures et sulfates sont faibles, respectivement de 9,3 mg/l et 30,6 mg/l.

La concentration moyenne en nitrates est très faible avec une valeur de 4,58 mg/l. La teneur en Carbone Organique Total est inférieure à la référence de qualité.

Les teneurs en fer, manganèse et aluminium sont très faibles.

7.1.3.6. SECTEUR DE NOMEXY

Les trois puits du secteur (puits 1, 2 et 3 du Pâquis) présentent une eau de caractéristiques similaires.

La turbidité est en moyenne inférieure aux seuils de 1 NFU avec une valeur de 0,8 NFU pour l'ensemble des puits. A noter une turbidité plus importante sur le puits 3 du Pâquis avec une moyenne de 1,4 NFU, supérieure à la limite de qualité.

L'eau présente en moyenne un pH naturel in situ de 7,23 unités, elle est jugée plutôt dure (TH de 35 °F), agressive (ΔpH = 0,28), minéralisée ($C_{25°C}$ = 657 µS/cm), à dominante bicarbonatée (HCO_3^- = 209 mg/l) calcique (Ca^{2+} = 108,6 mg/l). Les teneurs en chlorures sont faibles avec une valeur moyenne de 11,2 mg/l. Les teneurs en sulfates sont assez élevées avec une valeur moyenne sur les trois puits de 168,1 mg/l.

Les teneurs en nitrites et ammonium sont très faibles. La concentration moyenne en nitrates est très faible avec une valeur de 6,3 mg/l. Pour l'ensemble des puits, la teneur en Carbone Organique Total est inférieure à la référence de qualité mais quelques dépassements sont notés en distribution.

Les teneurs en manganèse et aluminium sont faibles. Le puits 3 du Pâquis présente une teneur en fer de 140 µg/l pour une limite de qualité fixée à 250 µg/l. La valeur est très faible sur le puits 2 du Pâquis avec une valeur moyenne de 5 µg/l et faible sur le puits du 1 du Pâquis avec une valeur de 47 µg/l.

Le Syndicat des Eaux de Nomexy rencontre une dégradation de sa qualité des eaux la turbidité, la teneur en sulfates et les COT.

7.1.3.7. SECTEUR DE THAON-LES-VOSGES

Les deux puits du secteur (puits 1 et 2 Prairie de Claudel) présentent une eau dont les caractéristiques sont similaires.

La turbidité est en moyenne inférieure au seuil de 1 NFU avec une valeur de 0,3 NFU pour l'ensemble des puits.

L'eau présente en moyenne un pH naturel in situ de 6,63 unités (légèrement acide), elle est jugée douce (TAC de 4 °F), agressive (ΔpH = 1,64), moyennement minéralisée ($C_{25°C}$ = 189 µS/cm), à dominante bicarbonatée (HCO_3^- = 53 mg/l) calcique (Ca^{2+} = 17,4 mg/l) et sodique (Na^+ = 13,6 mg/l). Les teneurs en chlorures et sulfates sont faibles et respectivement de 16,1 mg/l et 14,8 mg/l.

Les teneurs en nitrites et ammonium sont très faibles. La concentration moyenne en nitrates est faible avec une valeur de 9,2 mg/l. Pour l'ensemble des puits, la teneur en Carbone Organique Total est inférieure à la référence de qualité.

Les teneurs en fer, manganèse et aluminium sont faibles.

7.1.3.8. MOSELLE

La qualité des eaux de la Moselle à la station de Châtel-sur-Moselle, soit au centre du secteur d'étude, est donnée dans le tableau ci-dessous :

	X	Y	Tempér-ature (°C)	pH	Conductivité à 25°C	Chlorures (mg/l)	Sulfates (mg/l)	Nitrates (mg/l)	Nitrites (mg/l)	Ammonium (mg/l)
La Moselle à Châtel-sur-Moselle	900682	2375926	18,4	7,3	310	19,2	54,1	5,2	0,06	0,14

	COT (mg/l)	Cuivre (µg/l)	Zinc (µg/l)	Phos-phore total (mg/l)	Fer (µg/)	Arsenic (µg/l)	Chrome (µg/l)	Mercure (µg/l)	Nickel (µg/l)	Plomb (µg/l)
La Moselle à Châtel-sur-Moselle	4,8	1,41	6,5	0,098	50 à 250	1,88	<1	<0,1	<1	1,3

On notera une minéralisation moyenne et une charge en COT élevée. La qualité des eaux de la Moselle est par ailleurs dégradée par la présence de micropolluants organiques.

La qualité des eaux de la nappe alluviale n'est pas homogène dans sa qualité sur le secteur du fait de la variabilité de la nature géologique de l'encaissant et de l'influence anthropique, ce qui souligne la vulnérabilité de la ressource.

Elle est généralement moyennement minéralisée mais cette minéralisation peut être parfois élevée du fait de l'apport d'eaux sulfatées provenant du substratum ou des versants.

Elle est agressive la plupart du temps mais peut être dure lorsque le substratum sous alluvial est constitué par des calcaires.

La charge en COT peut être importante et nécessiter un traitement.

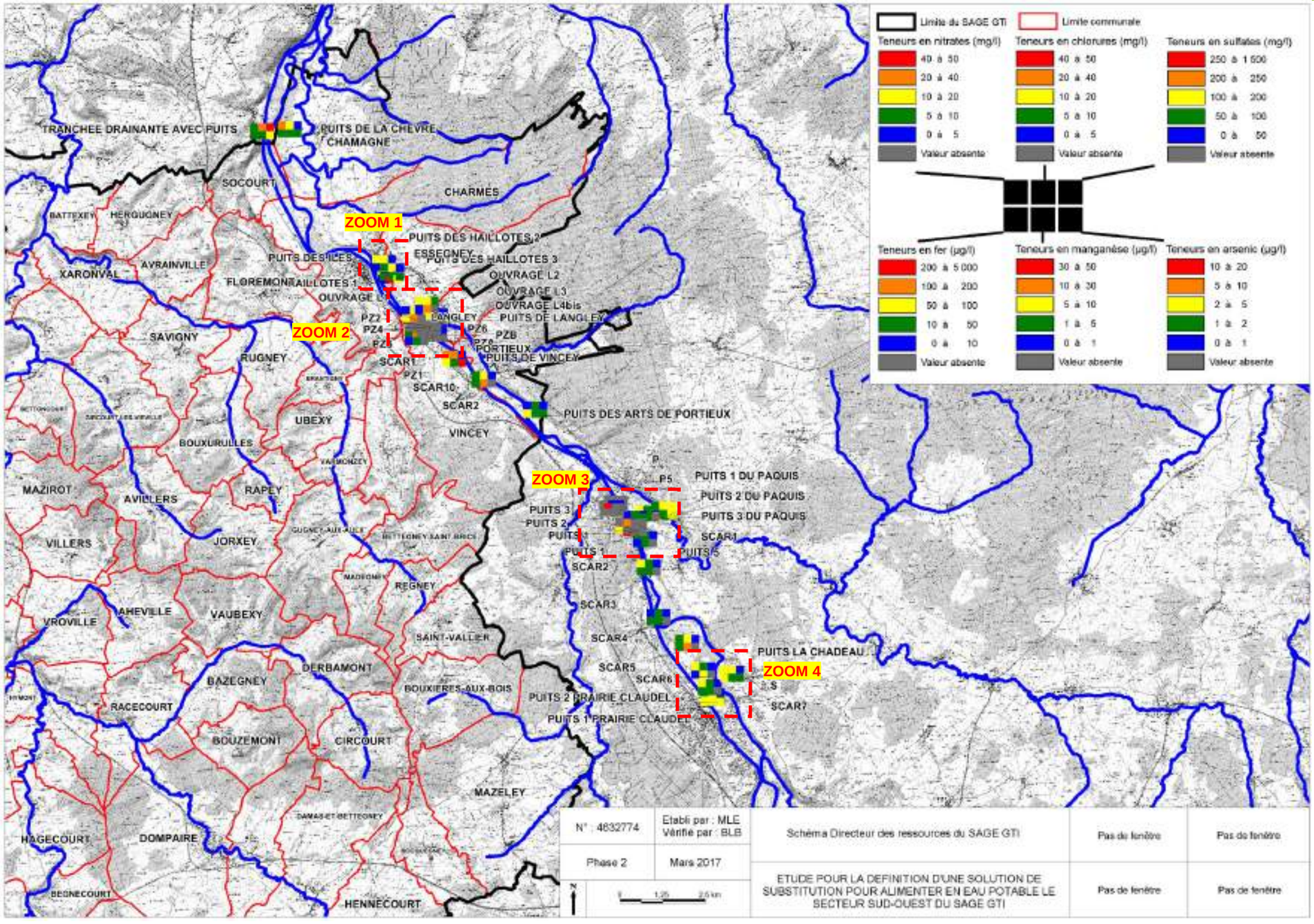
Tabl. 23 - Qualités des eaux de la nappe alluviale de la Moselle

Numéro BSS	Nom de l'ouvrage	Collectivité exploitante	X	Y	pH	Conductivité à 25°C	TH	Titre alcalimétrique (° français)	TAC (°F)	Turbidité (NFU)	Hydrogéno-carbonates (mg/l)	Chlorures (mg/l)	Sulfates (mg/l)	Nitrates (mg/l)	Nitrites (mg/l)	Aluminium (µg/l)	Calcium (mg/l)	Potassium (mg/l)	Magnésium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Ammonium (mg/l)	COT (mg/l)
03042X0026	PUITS DE LA CHEVRE	CHAMAGNE	891084	2386063	6,76	294	13	0,2	6	0,9	69	12,03	40,91	31,58	0,01	13,73	28,75	4,78	10,45	7,42	0,03	2,55
03042X0054	TRANCHEE DRAINANTE AVEC PUITS	GRIPPORT	890274	2386015	7,09	809		0,4	11	0,3	132	22,76	291,77	5,97	0,02	9,05	101,26	2,49	37,83	18,77	0,04	1,28
03043X0015	PUITS DES ILES	CHARMES	893836	2382186	7,27	445	17		13	0,2	217	13,09	29,74	10,87	0,02	3,00	56,50	2,90	17,40	10,50	<0,02*	1,68
03043X0016	PUITS DES HAILLOTES 2	CHARMES	894086	2381946	7,05	392	17		11			14,75	44,00	16,38	0,03						<0,02*	
03043X0017	PUITS DES HAILLOTES 1	CHARMES	893995	2381836	6,95	310	17	0,5	12	0,2	136	12,83	37,78	13,50	0,04		37,00	4,10	12,10	6,30	<0,02*	2,80
03043X0018	PUITS DES HAILLOTES 3	CHARMES	894065	2381916	7,10	317	16	0,5	7	0,1	134	11,78	34,92	14,48	0,03		36,50	3,85	11,50	6,75	<0,02*	2,95
03043X0091	OUVRAGE L2		895094	2380973	7,04	436	21				169	15,50	50,00	14,70	0,00	7,00	64,10	5,60	12,10	5,50	<0,00*	
03043X0092	OUVRAGE L3		895103	2380743	7,30	342	14				137	10,60	23,60	3,40	0,00	20,00	50,10	2,00	2,90	7,00	<0,01*	
03043X0090	OUVRAGE L1		894713	2380704	7,15	194	7				58	10,00	25,90	0,50	0,02	48,00	26,00	1,80	1,20	8,00	<0,02*	
03043X0097	PUITS DE LANGLEY	LANGLEY	895353	2380643	7,64	257	9	0,7	7	0,2	88	13,67	19,00	6,30	0,01	10,00	25,73	1,97	6,53	16,57	<0,05*	1,71
03043X0094	OUVRAGE L4bis		895313	2380643	7,29	365	17				150	15,20	35,70	11,50	0,00	92,00	58,00	1,40	7,30	7,00	<0,00*	
03043X0098	PZ2		895122	2380533	6,81								20,47									
03043X0095	PZ1		895063	2380523	7,31																	
03043X0099	PZ4		894942	2380493	6,65								56,77									
03043X0100	PZ5		894812	2380443	6,18								25,20									
03043X0101	PZ6		895162	2380393	6,16								52,47									
03043X0010	SCAR10		895142	2380313	4,50	420	12				6	20,00	148,00	3,60			48,00			23,00		
03043X0103	PZB		895132	2380263	6,59								61,67									
03043X0102	PZA		895331	2380132	7,69								24,43									
03043X0061	SCAR1		894792	2380044	7,30	587	35				290	32,50	1080,00	8,70	0,00	80,00	345,00	3,70	116,70	27,50	<0,00*	
03043X0014	PUITS DE VINCEY	VINCEY	895890	2379411	7,15	518	20	0,5	14	0,5	175	30,34	46,96	26,07	0,01	21,40	53,28	8,86	17,43	19,74	<0,03*	1,84
03043X0062	SCAR2		896749	2378809	7,10	231	10				89	10,50	22,70	9,20	0,00	78,00	26,00	2,25	6,00	10,50	<0,00*	
03043X0037	PUITS DES ARTS DE PORTIEUX	PORTIEUX	898257	2377936	7,32	445	23	0,6	20	0,6	236	9,31	30,61	4,58	0,02	22,11	62,15	1,07	17,51	6,84	<0,03*	1,56
03048X0067	P		900612	2375210	7,00		15	0,0	16													
03048X0011	P5		900501	2375081	6,20		8				44	3,00	20,00		0,00		31,00		9,00			
03048X0022	PUITS 1 DU PAQUIS	SIE DE NOMEXY	901991	2375037	7,23	637	35	0,5	17	0,7	207	11,34	159,74	6,26	0,01	4,46	106,02	2,14	17,99	6,53	<0,03*	1,89
03048X0023	PUITS 2 DU PAQUIS	SIE DE NOMEXY	902031	2375007	7,23	627	35	0,2	17	0,3	206	10,71	156,64	6,39	0,01	4,64	101,65	2,41	19,01	6,50	<0,03*	1,95
03048X0024	PUITS 3 DU PAQUIS	SIE DE NOMEXY	902051	2374967	7,21	706	35		17	1,4	216	11,65	188,01	6,21	0,01	5,55	118,16	2,39	20,64	7,09	<0,02*	1,75
03048X0063	SCAR1		901541	2374928	7,00	257	13				85	6,00	51,00	11,00	0,00	18,00	42,00	1,60	4,00	6,50	<0,00*	
03048X0014	PUITS 5		901171	2374769	6,35	158	6				46	8,00	20,00	2,50	0,00		19,00	2,00	2,00	7,00	<0,24*	
03048X0029	PUITS 3		901170	2374599	6,10	168	4				43	8,00	12,00	2,10			17,00	2,00		9,00		
03048X0028	PUITS 2		901160	2374559	6,10	171	5				55	6,00	15,00	0,70			20,00	2,00		12,00		
03048X0008	PUITS 1		900950	2374549	6,50		7				48	2,00	17,00				28,00		8,00			
03048X0027	PUITS 1		901170	2374499	6,40	162	6				55	8,00	13,00	0,70			22,00	2,00		9,00		
03048X0064	SCAR2		901470	2374178	7,22	126	5				40	9,00	9,50	9,63	0,00	12,00	14,40	1,00	2,70	7,00	<0,00*	
03048X0040	SCAR3		901578	2373358	7,65	289	16				143	5,00	30,70	11,80	0,00	25,00	48,00	1,20	9,00	4,50		
03048X0045	SCAR4		901855	2371917	7,45	162	7				64	8,50	13,00	1,40	0,00	18,00	18,20	1,60	4,40	7,00	<0,00*	
03048X0051	SCAR5		902703	2371175	7,25	164	4				34	15,00	19,00	6,31	0,00	24,00	13,00	4,00	3,00	9,50		
03048X0055	SCAR6		903171	2370364	6,88	169	4				40	8,00	18,30	12,00	0,00	35,00	13,60	2,30	2,30	12,00		
03048X0016	S		904021	2370272	7,00	498	25				244	12,00	53,00	3,70			92,00	6,00	5,00	6,00		
03048X0017	PUITS LA CHADEAU	GIRMONT	904011	2370272	6,92	358		0,5	17	0,2	170	13,37	20,34	12,51	0,01	12,00	47,63	4,00	11,17	6,23	<0,02*	1,40
03048X0062	SCAR7		903360	2369884	6,81	187	5				52	9,00	20,30	11,00	0,00	78,00	14,20	2,50	2,70	14,40		
03048X0025	PUITS 2 PRAIRIE CLAUDEL	THAON-LES-VOSGES	903440	2369623	6,56	201		0,2	5	0,3	56	17,05	15,71	9,97	0,02	21,39	18,94	3,12	2,97	13,72	<0,03*	1,28
03048X0002	PUITS 1 PRAIRIE CLAUDEL	THAON-LES-VOSGES	903430	2369573	6,70	176		0,5	3,78	0,5	49	15,08	13,88	8,51	0,01	18,00	15,88	2,48	2,52	13,42	<0,03*	1,33

<X,XX* : Valeur dont la moyenne est calculée à partir de valeurs faisant partie du domaine de validité et/ou de valeurs inférieurs au seuil de détection/quantification
X,XX : Dépassement des limites ou des références de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine

Numéro BSS	Nom de l'ouvrage	Collectivité exploitante	Indice phénol (mg/l)	Hydro-carbures dissous (µg/l)	Somme de 6 HAP (µg/l)	Fer (µg/l)	Manga-nèse (µg/l)	Cuivre (µg/l)	Zinc (µg/l)	Phos-phore total (mg/l)	Fluorure anion (mg/l)	Arsenic (µg/l)	Cadmium (µg/l)	Cyanures totaux (µg/l)	Chrome (µg/l)	Mercure (µg/l)	Nickel (µg/l)	Plomb (µg/l)	Antimoine (µg/l)	Somme des pesticides totaux (µg/l)	Somme Tétrachloro éthylène et Trichloro-éthylène (µg/l)	Dichloro-éthane-1,2 (µg/l)	Benzo(a)-pyrène (µg/l)
03042X0026	PUITS DE LA CHEVRE	CHAMAGNE	<0,006*	<100*	<0,14*	14	1,16	1,37	3,98	0,05	0,08	1,76	<0,21*	<0,58*	<1,19*	<0,05*	<1,22*	<0,52*	<1,15*	0,041	0,54	<1,39*	<0,003*
03042X0054	TRANCHEE DRAINANTE AVEC PUITS	GRIPPORT		<180*	0,08	25	2,35	2,33	2,25	0,19		3,27	<1,51*	0,20	<1,00*	<0,05*	<1,43*	<1,85*	<1,00*		0,40	<0,20*	<0,010*
03043X0015	PUITS DES ILES	CHARMES				1	1,00	11,90	8,40	0,06		2,10	<0,08*	1,10	<1,00*	<0,05*	<1,00*	0,90	<1,00*		0,40	<0,20*	<0,006*
03043X0016	PUITS DES HAILLOTES 2	CHARMES				0																	
03043X0017	PUITS DES HAILLOTES 1	CHARMES		<100*		1	47,00			0,09	0,100	2,00	<0,50*				<0,50*		<0,50*		1,00		
03043X0018	PUITS DES HAILLOTES 3	CHARMES		<100*		38	1,00			0,09		1,50	<0,50*				<0,75*		<0,50*	0,020	1,00		
03043X0091	OUVRAGE L2					0	16,00																
03043X0092	OUVRAGE L3					0	6,00																
03043X0090	OUVRAGE L1					60	23,00																
03043X0097	PUITS DE LANGLEY	LANGLEY	<0,002*	<100*		24	3,67	5,00	50,00	0,06		2,33	<0,50*	<10*	<1,00*	<0,10*	<3,50*	<2,00*	<1,60*	0,014	0,60		<0,010*
03043X0094	OUVRAGE L4bis					30	6,00																
03043X0098	PZ2																						
03043X0095	PZ1					2920																	
03043X0099	PZ4																						
03043X0100	PZ5																						
03043X0101	PZ6																						
03043X0010	SCAR10					3200																	
03043X0103	PZB																						
03043X0102	PZA																						
03043X0061	SCAR1					6	3,00																
03043X0014	PUITS DE VINCEY	VINCEY		<075*	<0,22*	54	3,09	9,40	34,00	1,20	0,080	10,30	<0,41*		<5,00*	<0,20*	<2,77*	<4,20*	<1,93*	0,038	0,90	<0,40*	<0,025*
03043X0062	SCAR2					30	10,00																
03043X0037	PUITS DES ARTS DE PORTIEUX	PORTIEUX	<0,002*	<080*	<0,14*	75	4,67	4,45	43,07	0,10	0,150	1,78	<0,38*	<5,60*	<1,00*	<0,08*	<2,54*	<1,07*	<1,00*	0,051	0,83	<0,20*	<0,008*
03048X0067	P					4200																	
03048X0011	P5																						
03048X0022	PUITS 1 DU PAQUIS	SIE DE NOMEXY		<100*		47	1,52	1,12	3,69	0,06	0,172	2,08	<0,18*		<1,00*		<1,20*	<0,40*	<0,88*	0,024	0,54	<0,20*	<0,001*
03048X0023	PUITS 2 DU PAQUIS	SIE DE NOMEXY	<0,010*			5	1,08	1,42	4,82	0,06	0,180	2,23	<0,07*	<0,60*	<1,00*	<0,02*	<1,11*	<0,47*	<1,00*	0,042	0,40	<0,20*	<0,001*
03048X0024	PUITS 3 DU PAQUIS	SIE DE NOMEXY				140	1,56	1,05	2,71	0,06	0,169	2,29	<0,08*	<0,20*	<2,55*	<0,05*	<7,07*	<0,40*	<1,00*		0,41	<0,20*	<0,002*
03048X0063	SCAR1					10	1,00																
03048X0014	PUITS 5					120																	
03048X0029	PUITS 3					180																	
03048X0028	PUITS 2					880																	
03048X0008	PUITS 1					80																	
03048X0027	PUITS 1					1400																	
03048X0064	SCAR2					0	1,00																
03048X0040	SCAR3					10	1,00																
03048X0045	SCAR4					10	1,00																
03048X0051	SCAR5					10	23,00																
03048X0055	SCAR6					0	6,00																
03048X0016	S					140																	
03048X0017	PUITS LA CHADEAU	GIRMONT		<075*	<0,14*	89	3,67	7,00	47,00	0,29		1,00	<0,70*				<1,50*	<1,00*	<1,00*	0,143	0,95		<0,010*
03048X0062	SCAR7					10	4,00																
03048X0025	PUITS 2 PRAIRIE CLAUDEL	THAON-LES-VOSGES	<0,010*	<100*		79	9,63	2,19	25,73	0,03	0,083	1,97	<0,35*	2,23	<1,48*	<0,15*	<2,76*	<0,66*	<1,13*	0,006	0,34	<0,22*	<0,004*
03048X0002	PUITS 1 PRAIRIE CLAUDEL	THAON-LES-VOSGES		<100*		52	5,60	3,20	7,75	0,07	0,100	2,35	<0,36*	2,10	<3,10*	<0,13*	<1,70*	<2,70*	<0,95*	0,021	0,78	<0,30*	<0,006*

<X,XX* : Valeur dont la moyenne est calculée à partir de valeurs faisant partie du domaine de validité et/ou de valeurs inférieurs au seuil de détection/quantification
X,XX : Dépassement des limites ou des références de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine


Limite du SAGE GTI
Limite communale
Teneurs en nitrates (mg/l)
40 à 50
20 à 40
10 à 20
5 à 10
0 à 5
Valeur absente
Teneurs en chlorures (mg/l)
40 à 50
20 à 40
10 à 20
5 à 10
0 à 5
Valeur absente
Teneurs en sulfates (mg/l)
250 à 1 500
200 à 250
100 à 200
50 à 100
0 à 50
Valeur absente
Teneurs en fer (µg/l)
200 à 5 000
100 à 200
50 à 100
10 à 50
0 à 10
Valeur absente
Teneurs en manganèse (µg/l)
30 à 50
10 à 30
5 à 10
1 à 5
0 à 1
Valeur absente
Teneurs en arsenic (µg/l)
10 à 20
5 à 10
2 à 5
1 à 2
0 à 1
Valeur absente
ZOOM 1
ZOOM 2
ZOOM 3
ZOOM 4
TRANCHEE DRAINANTE AVEC PUITS
PUITS DE LA CHEVRE
CHAMAGNE
SOCOURT
CHARMES
BATTEXEY
HERGUGNEY
PUITS DES HAILLOTES 2
ESSEGNEY
PUITS DES HAILLOTES 3
PUITS DES ILES
AVRAINVILLE
XARONVAL
FLOREMONT
HAILLOTES 1
OUVRAGE L2
OUVRAGE L3
OUVRAGE L4bis
PUITS DE LANGLEY
LANGLEY
PZ2
PZ4
PZ5
PZ6
PZ7
PZ8
PORTIEUX
PUITS DE VINCEY
SAVIGNY
RUGNEY
SCAR1
PZ1
SCAR10
SCAR2
PUITS DES ARTS DE PORTIEUX
VINCEY
UBEXY
BOUXURULLES
MAZIROT
AVILLERS
RAPEY
VILLERS
JORXEY
P5
PUITS 1 DU PAQUIS
PUITS 2 DU PAQUIS
PUITS 3 DU PAQUIS
PUITS 3
PUITS 2
PUITS 4
PUITS 1
PUITS 5
SCAR1
SCAR2
SCAR3
SCAR4
SCAR5
SCAR6
SCAR7
REGNEY
VROVILLE
AHEVILLE
VAUBEXY
SAINT-VALLIER
DERBAMONT
BAZEGNEY
BOUXIERES-AUX-BOIS
RACECOURT
BOUZEMONT
CIRCOURT
MAZELEY
PUITS LA CHADEAU
PUITS 2 PRAIRIE CLAUDEL
PUITS 1 PRAIRIE CLAUDEL
HAGECOURT
DOMPAIRE
BEGNECOURT
HENNECOURT
N° : 4632774
Etabli par : MLE
Vérifié par : BLB
Phase 2
Mars 2017
Schéma Directeur des ressources du SAGE GTI
ETUDE POUR LA DEFINITION D'UNE SOLUTION DE SUBSTITUTION POUR ALIMENTER EN EAU POTABLE LE SECTEUR SUD-OUEST DU SAGE GTI
Pas de fenêtre
Pas de fenêtre
Pas de fenêtre
Pas de fenêtre

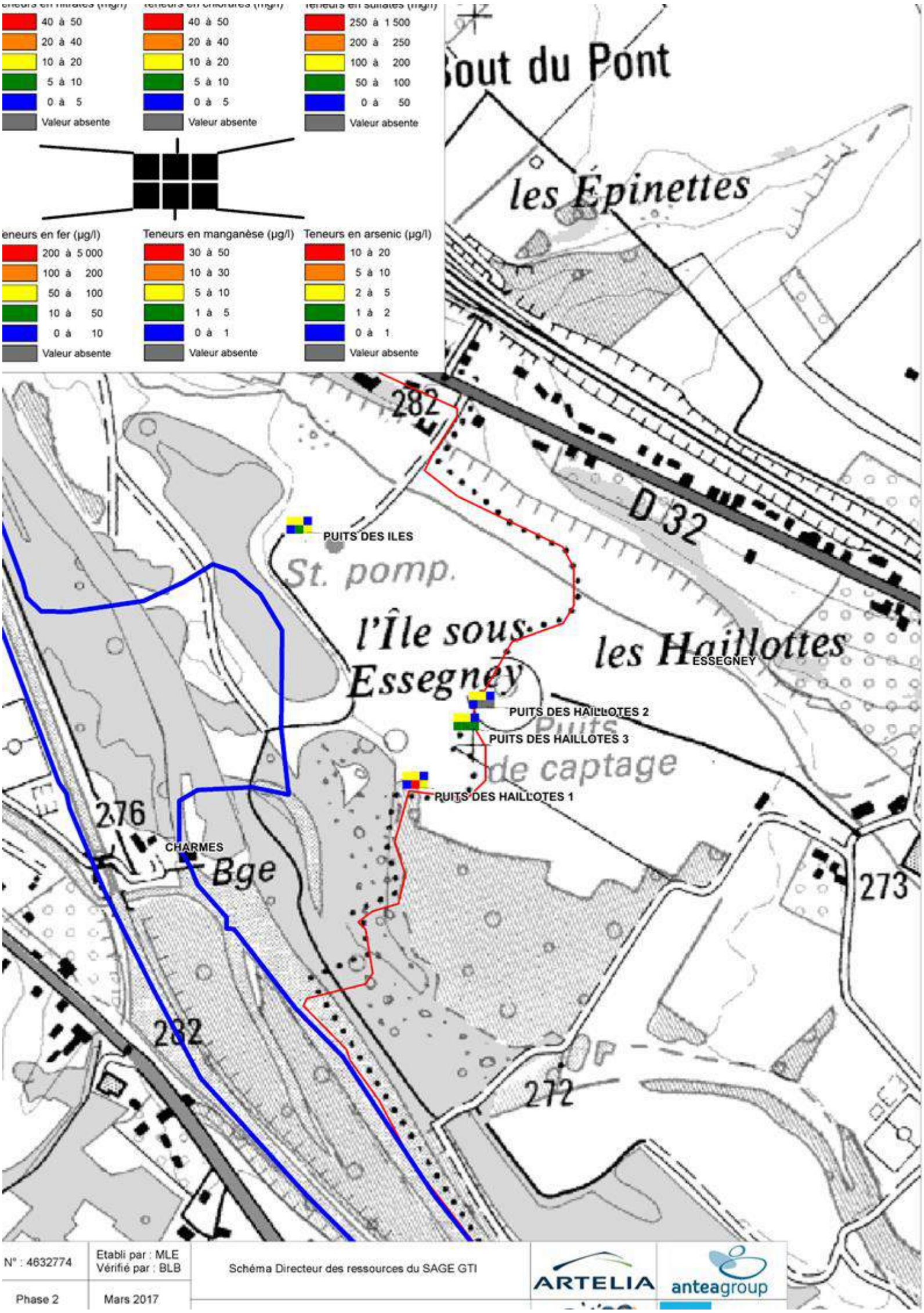


Fig. 34. Qualité des eaux de la nappe alluviale. Zoom 1

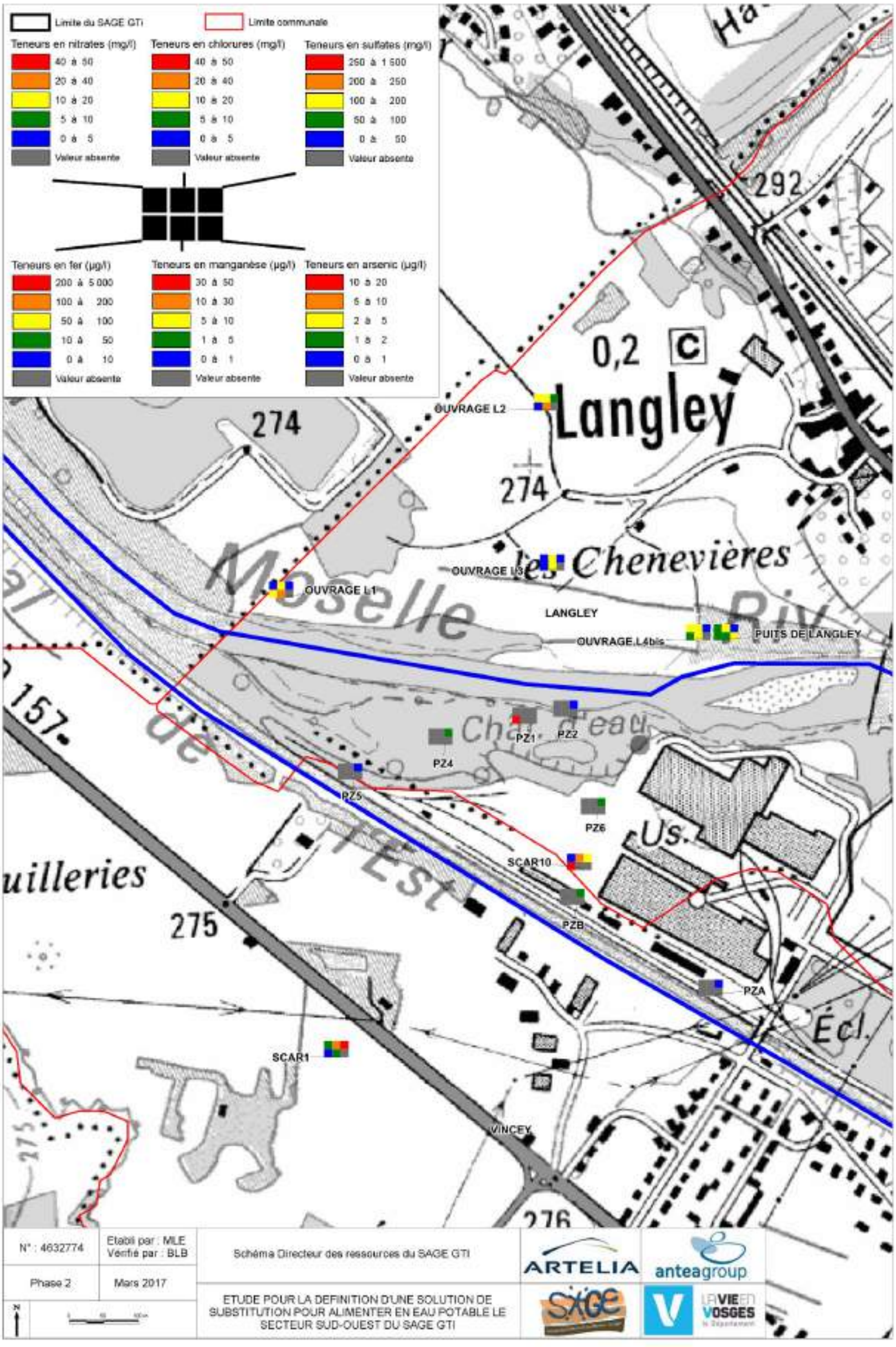


Fig. 35. Qualité des eaux de la nappe alluviale. Zoom 2

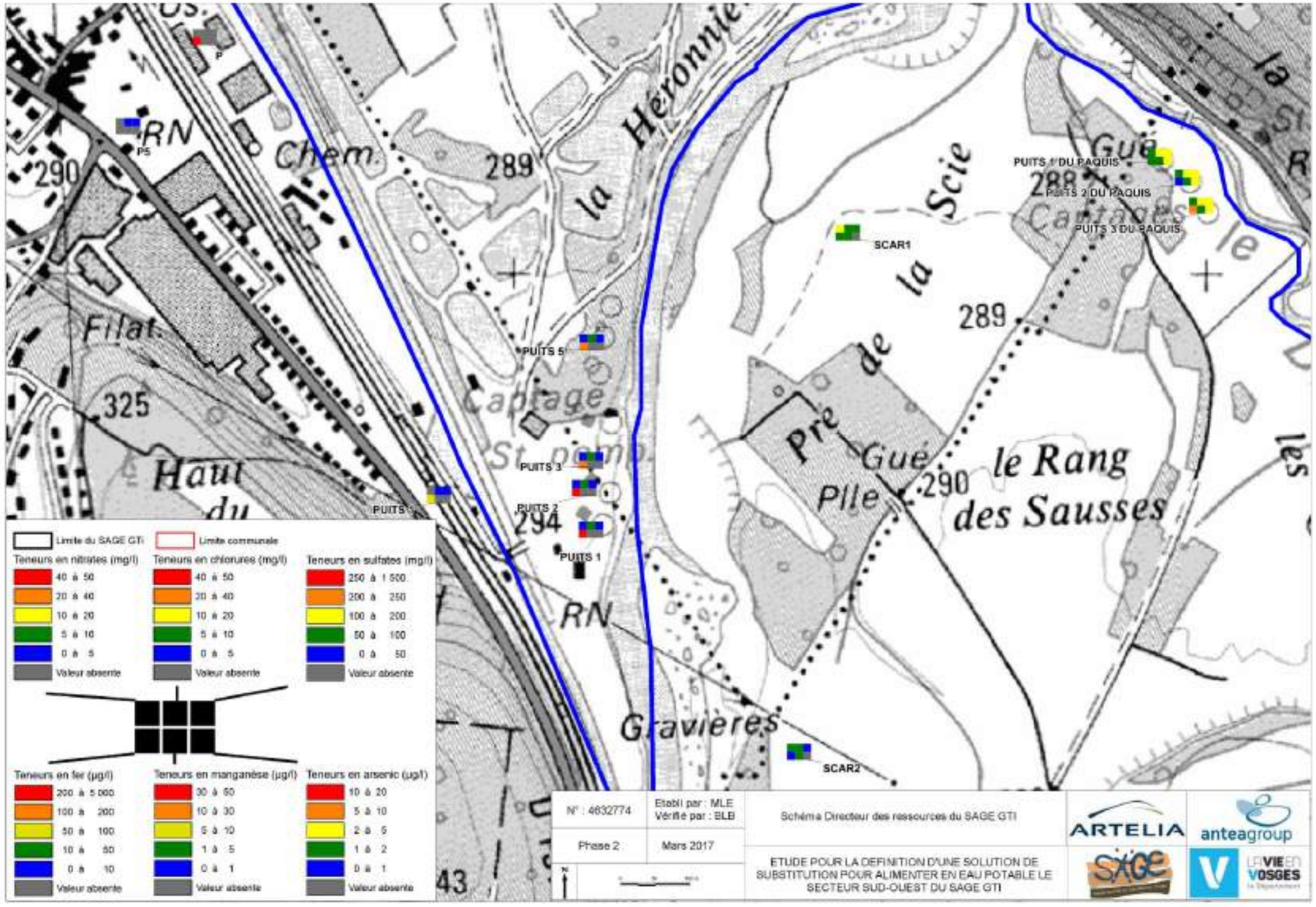


Fig. 36. Qualité des eaux de la nappe alluviale. Zoom

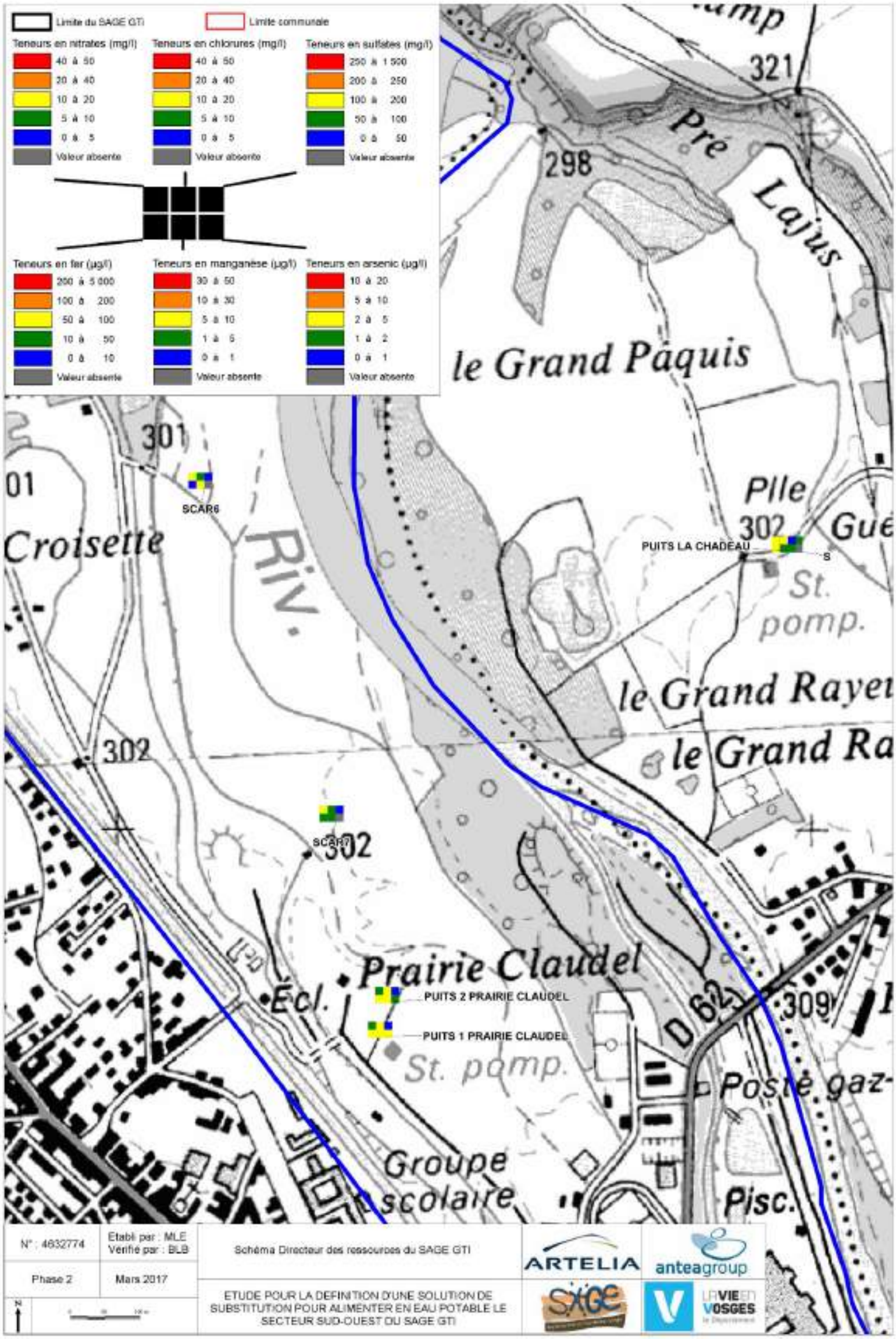


Fig. 37. Qualité des eaux de la nappe alluviale. Zoom 4

7.2. ANALYSE DES CONTRAINTES ET RECHERCHE DE SITES POTENTIELLEMENT FAVORABLES POUR L'IMPLANTATION DE PUITS AEP

7.2.1. Démarche adoptée

Les principales contraintes à prendre en compte pour la recherche de sites potentiellement favorables à l'implantation de puits AEP de substitution sont les suivantes :

- Rester à l'écart des captages AEP existants et en dehors des périmètres de protection rapprochées et si possibles éloignés : à l'intérieur des périmètres de protection des captages d'AEP institués par un arrêté de Déclaration d'Utilité Publique, la réalisation de forages peut être interdite (dans un PPR) ou réglementée (dans un PPE).

- Rester à l'écart des exploitations de granulats anciennes dont certaines ont pu être remblayées par des fines et des matériaux inertes extérieurs ainsi que des exploitations actuelles et projetées,

- S'écarter des sites industriels anciens ou en activité (risque potentiel de pollution et servitudes trop importantes pour réduire ces risques),

- S'écarter autant que possible des secteurs situés en aval hydraulique des zones urbanisées qui constituent des zones à risques de pollution potentielle (assainissement, fuite sur les cuves de stockage de fuel …), et où la protection des puits serait difficile à assurer. Il ne serait de plus peut-être pas judicieux de créer des servitudes importantes sur ces zones urbanisées surtout si elles sont situées hors du périmètre du SAGE,

- Rester de préférence en amont des barrages sur la Moselle pour maintenir la piézométrie à une cote élevée même si dans ces secteurs, des teneurs importantes en fer et en manganèse peuvent être rencontrées (la problématique fer et surtout manganèse n'est à priori pas rencontrée sur le secteur),

- S'écarter des milieux naturels remarquables susceptibles d'être impactés par le rabattement de nappe.

Une cartographie synthétisant l'ensemble des contraintes, à l'exception de celles liées au milieu naturel qui sera examinée dans un second temps, est reportée en page suivante. Sur cette carte figurent :

- Les captages AEP exploités et les limites des périmètres de protection extraits du site de l'ARS ACAL au 28 février 2017 (https://ppc.ars-alsace-champagneardenne-lorraine.fr),

- Les exploitations de granulats en activité ou fermées inventoriées sur le secteur, extraites du portail http://www.mineralinfo.fr (ce site recense l'ensemble des exploitations existantes en septembre 2013),

- Les projets d'exploitation connus, pour lesquels des dossiers sont en cours d'instruction (projet SAGRAM à Thaon-les-Vosges, projet de la Société Routière et de Dragages de l'Est (SRDE) dans les Alluvions anciennes à Chamagne,

- Les limites d'extension de la plaine d'alluvions récentes de la Moselle (Fz),

- Les sites et sols pollués recensés sur la base de données BASOL du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant à une action des pouvoirs publics),

- Les sites industriels et activités en service recensés sur la base de données BASIAS du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (site http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/basias),

- Les barrages sur la Moselle,

7.2.2. Sites potentiellement favorables identifiés

L'analyse de l'ensemble des contraintes a permis d'identifier les 5 sites potentiellement favorables suivants, du Nord au Sud :

- **Site n°1** : commune de Chamagne, à environ 1200 m au Nord-Ouest du village, au lieu-dit la Grande Prairie, à une cinquantaine de mètre de la Moselle.

  Les sondages de reconnaissance les plus proches (02686X0081/TARI32) et 02666X0264/S11) indiquent respectivement des épaisseurs d'alluvions de 7,5 m et 6,10 m, soit une épaisseur voisine de celle du puits AEP de Chamagne.

  L'environnement amont est favorable : environnement de prairie, à l'écart de zones urbaines et industrielles. Il existe toutefois une incertitude sur la qualité des eaux en sulfates compte-tenu de la nature du substratum sous alluvial (marnes gypseuses du Keuper pouvant être à l'origine de remontés d'eaux sulfatées dans les alluvions).

  La qualité des eaux en nitrates doit aussi être vérifiée mais l'environnement paraît plus favorable que sur le puits AEP de Chamagne où les concentrations atteignent 40 à 50 mg/l lors de la recharge hivernale, période qui correspondra à la période d'exploitation maximale des puits de substitution. Le débit maximum exploitable sur le puits AEP de Chamagne situé 1500 m au Sud est faible (15 m3/h) mais l'équipement de l'ouvrage n'est pas optimisé (tubage en grès).

  La productivité du site reste à vérifier mais il y a de place vers le Nord pour ajuster le nombre de puits, voire de réaliser des tranchées drainantes.

- **Site n°2** : commune de Charmes, entre Charmes et Socourt, sur la plaine de Socourt, à environ 500 m en rive gauche de la Moselle, à l'Ouest (amont) du Canal des Vosges.

  Le sondage 03042X0012/S1 a mis en évidence une épaisseur importante d'alluvions (plus de 10 m), d'où l'intérêt du site. L'environnement du site est favorable, à l'exception de la présence d'une gravière en exploitation à 300 m en aval. Cependant, cette gravière se situerait à priori en dehors de la zone d'emprunt aval des puits d'après les calculs.

  La productivité du site est inconnue.

  Il subsiste une incertitude sur la qualité des eaux en sulfates (le substratum est constitué par les marnes du Keuper inférieur riche en gypse) et en nitrates compte-tenu de la présence de nombreuses cultures sur la plaine et les coteaux.

- **Site n°3 :** commune de Portieux, en rive gauche de la Moselle, à environ 100 m du cours d'eau, dans le secteur de la ferme de la Prairie. Le sondage SCAR2 situé à 700 m au Nord-Ouest montre des épaisseurs importantes d'alluvions (plus de 10 m), d'où l'intérêt de la solution mais la productivité locale est inconnue.

  Le site est à l'écart de toute zone industrielle et urbaine même si quelques habitations sont présentes dans le bassin d'alimentation, mais conserve une certaine vulnérabilité du fait de

la proximité du Canal, de la voie ferrée, de la D157 et de la station-service TOTAL d'une aire de repos de la RN57.

La qualité des eaux en sulfates doit également être vérifiée car les marnes du Keuper affleurent en partie sur les coteaux et le ruisseau de la Laumont, qui prend naissance sur ces marnes s'infiltre vraisemblablement au pied de la basse terrasse alluviale.

- **Site n°4 et 4 bis:** sur la commune de Chatel sur-Moselle, dans les secteurs de la ferme sous Fraize et de la ferme de l'Etang, en rive droite de la Moselle.

  L'épaisseur d'alluvions est importante sur le site 4bis (les sondages TARI 16 et TARI 17 donnent plus de 10 m d'alluvions). De plus, le forage AEP de Portieux et l'ancien puits AEP de la Verrerie de Portieux situés à moins d'1 km dans un contexte comparable ont une bonne productivité (débit supérieur à 50 m3/h).

  L'environnement paraît favorable : forêt pour l'essentiel, avec seules quelques habitations en amont du site 4bis. Les alluvions reposent sur les calcaires du Muschelkalk qui constituent également le versant Est.

  La qualité physico-chimique des eaux est supposée être bonne avec des faibles teneurs en nitrates et sulfates.

  La plaine alluviale est cependant étroite dans le secteur. De ce fait, une part de l'eau pompée proviendrait de la Moselle si l'on implante les puits en bordure du cours d'eau.

- **Site n°5 :** secteur des anciens puits d'eau industrielle de la société « Boussac » qui peut fournir des débits de 80 à 100 m3/h, voir plus par ouvrage. La qualité des eaux serait bonne sur l'eau de mélange des puits d'après l'étude de 2008 (analyse complète non transmise) mais des teneurs en fer très élevées sont mentionnés en BSS sur certains puits (cf. tableau de synthèse des analyse).

  L'environnement est en revanche moins favorable (Sud de l'agglomération de Nomexy, vulnérable (plusieurs sites référencés dans Basias liés aux anciennes filatures BOUSSAC, canal, RD 157, voie ferrée)

Le secteur rive gauche de Moselle en aval de Chamagne a été écarté car la plaine est peu étendue et les eaux sont très chargées en sulfates. Ces alluvions reposent en effet sur les marnes gypseuses du Keuper qui constituent les versants Ouest et la dilution par l'infiltration efficace sur la plaine est limitée du fait de sa faible extension. Ainsi, le captage du Syndicat des Eaux de Pulligny à Gripport, montrait des teneurs en sulfates de près de 300 mg/l.

Il en est de même pour le secteur situé au Sud de la N57 entre Vincey et charmes, sur la commune de Langley, lieu-dit les Cuilleries. Le sondage référencé dans la BSS sous l'indice 0343X0061 montrait une bonne productivité mais une teneur en sulfates trop importante (plus de 1000 mg/l). Les alluvions sur ce secteur reposent sur des calcaires du Muschelkalk mais sont alimentées par le ruissellement sur les coteaux marneux du Keuper inférieur qui surplombent la plaine alluviale.

Enfin, un secteur avait été envisagé sur la commune de Thaon-les-Vosges, au Sud du lieu-dit l'Andrexard, entre les exploitations actuelles et projetées de la SAGRAM mais il a été abandonné en raison de la présence d'une ancienne décharge d'ordures ménagères référencée dans BASIAS en amont immédiat.

7.2.3. Espaces naturels remarquables

Une cartographie des espaces naturels remarquables et des espaces naturels sensibles est présentée aux figures Fig. 48 et Fig. 50.

Le secteur d'étude est concerné par les zones naturelles suivantes :

Tabl. 24 - Espaces naturels remarquables identifiés dans la vallée de la Moselle entre Chamagne et Thaon-les-Vosges

Nature	Code	Description	Site concerné
NATURA 2000	FR4100227	Vallée de la Moselle (secteur Chatel-Tonnoy)	Site 1, 4 et 4bis
Site protégé par le CEN	FR1501325	Méandres de la Moselle	Site 1 en partie Site 4bis
ZNIEFF 1	410010386	Vallée de la Moselle entre Bayon et Gripport	Site 1
ZNIEFF 1	410030298	Vallée de la Moselle de Chatel-sur-Moselle a Portieux	Site 3 en partie Sites 4 et 4bis
ZNIEFF 1	410030295	Vallée de la Moselle à Thaon-les-Vosges	
ZNIEFF 1	410007527	Vallée de la Moselle sauvage entre Bayon et Langley	
ZNIEFF 1	410030296	Gite a chiropteres de Thaon-les-Vosges	
ZNIEFF 2	410010386	Vallée de la Moselle de Thaon-les-Vosges à Flavigny	Tous les sites sauf le site 2

Les sites 1, comme toute la prairie au Nord de Chamagne se situe dans une zone humide remarquable référencée dans le département des Vosges. Il en est de même pour le Pré Chopin qui couvre les sites 4bis et 4 en partie. Ces sites présentent les enjeux milieu naturels les plus forts.

Le Conservatoire des Espaces Naturels, interrogé sur la sensibilité des sites, a indiqué que :

- Le site 1 présentait des enjeux forts en terme de zones humides, forêts alluviales et de chevelus de ruisseaux traversant la plaine. D'après le CEN, il s'agit d'une zone très sensible au dérangement qui n'a pas fait l'objet jusqu'à présent d'une fréquentation spontanée. Pour ces raisons notamment, ce secteur est en partie classé en Réserve Naturelle Régionale,

- Le site 4bis, Espace Naturel Sensible protégé depuis 1994 par le CEN, présente quant à lui des enjeux forts sur les forêts alluviales, les annexes hydrauliques et en terme de dérangement. D'après le CEN, la sensibilité de ce site aux prélèvements d'eau dans la nappe serait élevée.

Le CEN propose donc, pour ces raisons, d'abandonner les sites 1 et 4bis.

Les sites les moins sensibles seraient, d'après le CEN, les sites n°2 et 5.

Une analyse plus détaillée de chaque site devra être menée. Elle permettra d'évaluer les relations entre la nappe et le réseau hydrographique superficiel ainsi que l'impact des prélèvements sur les zones humides et leur fonctionnement.

7.2.4. Comparaison des sites

Les avantages et inconvénients de chacun des sites sélectionnés, tous critères confondus, sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tabl. 25 - Comparaison des avantages et inconvénients de chaque secteur identifié

Numéro du site	Avantages	Inconvénients
1 (Chamagne)	Environnement amont favorable (en dehors de toute zone industrielle ou urbaine) Vaste espace pour implanter les puits	Site protégé par le CEN, site NATURA 2000 Sulfates et nitrates à vérifier mais à priori environnement plus favorable que pour le puits AEP de Chamagne Maillage de ruisseaux dans le secteur mais qui sont probablement perchés au-dessus de la nappe (ruisseaux perdants, donc les pompages n'auront pas d'incidence sur leur débit, point à vérifier)
2 (Charmes)	Epaisseur d'alluvion importante à priori (10 m) Environnement amont favorable (en dehors de toute zone industrielle ou urbaine)	Incertitude sur la qualité des eaux en sulfates (substratum = marnes du Keuper) et en nitrates (cultures sur la plaine alluviale et les coteaux) Productivité inconnue et éloignement de la Moselle qui peut ré-alimenter les ouvrages Gravière en exploitation à 300 m en aval
3 (Portieux)	Epaisseur d'alluvion importante à priori (10 m) Environnement amont favorable (à l'écart de toute zone industrielle)	Productivité inconnue Qualité des eaux en sulfates à vérifier Vulnérabilité liée à la proximité du canal, de la voie ferrée et de la RD157
4 et 4 bis (Chatel sur-Moselle)	Epaisseur d'alluvion importante (> 10 m) Environnement favorable (forêt pour l'essentiel, quelques habitations en amont du site 4bis) Bonne qualité supposée (teneurs en nitrates fer et manganèse très faible sur le site voisin) Calcaires sous alluviaux	Activité agricole de la ferme de l'Etang à vérifier Rive droite de la Moselle Plaine alluviale étroite
5 (secteur des anciens puits « Boussac »)	Epaisseur importante d'alluvion (10 à 12 m) et garantie d'une bonne productivité : débit exploitable de 80 à 100 m3/h par ouvrage.	Secteur plus vulnérable Qualité des eaux en fer à vérifier Servitudes importantes sur l'agglomération de Nomexy qui seront concernés par les périmètres de protection

Compte-tenu des données disponibles, à l'exception du site « Boussac » il sera nécessaire de réaliser des sondages de reconnaissance avant de réaliser les puits.

Ces travaux devront comprendre au moins un piézomètre de petit diamètre et un sondage de reconnaissance poursuivi jusqu'au substratum équipé en PVC DN 180/200 mm pour y réaliser des pompages d'essai d'au moins 48h avec prélèvement d'échantillons d'eau. Ces résultats permettront de sélectionner le site le plus favorable et de dimensionner au mieux les ouvrages de production.

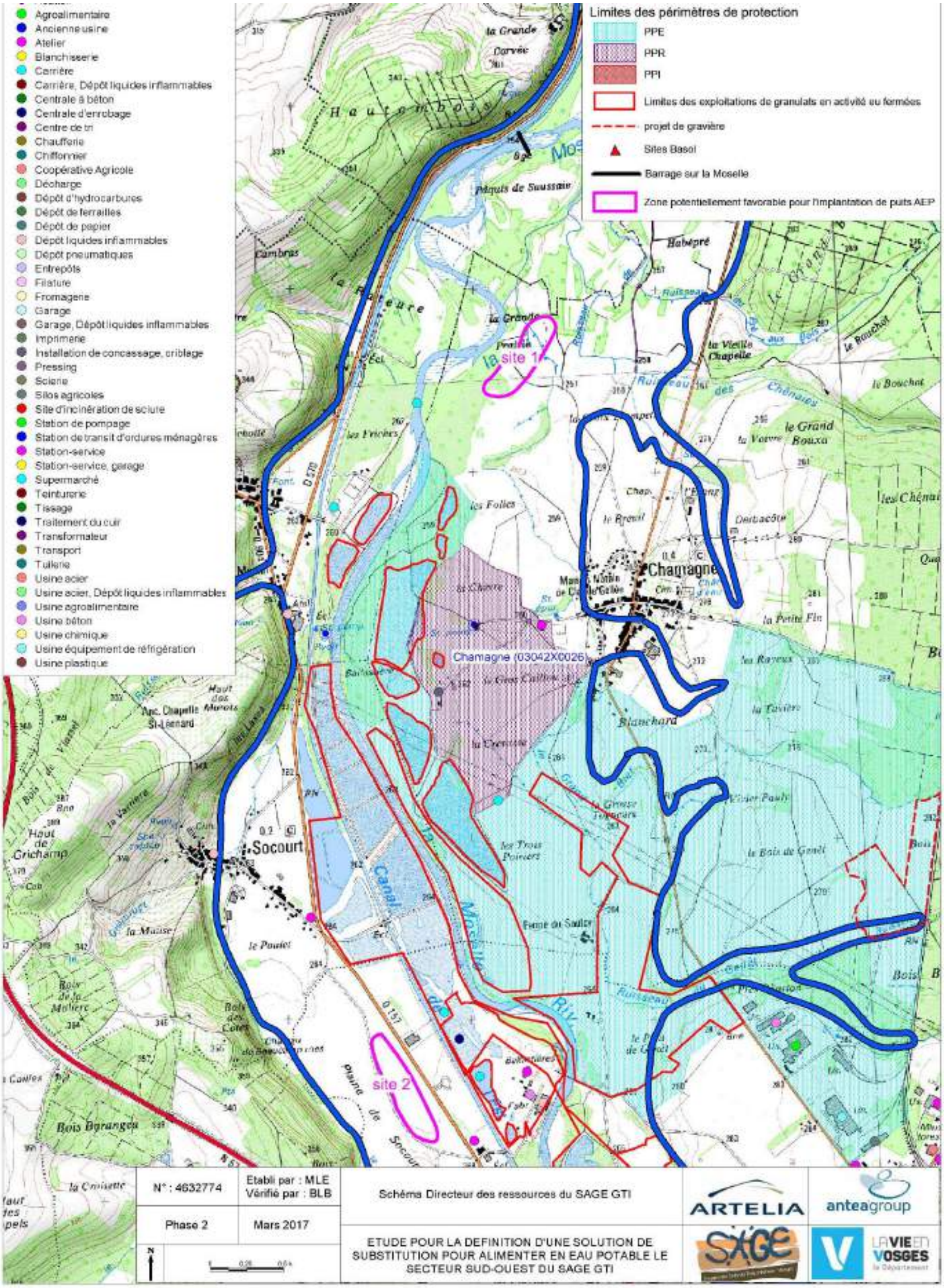


Fig. 38. Carte des contraintes sur fond IGN, secteur Chamagne

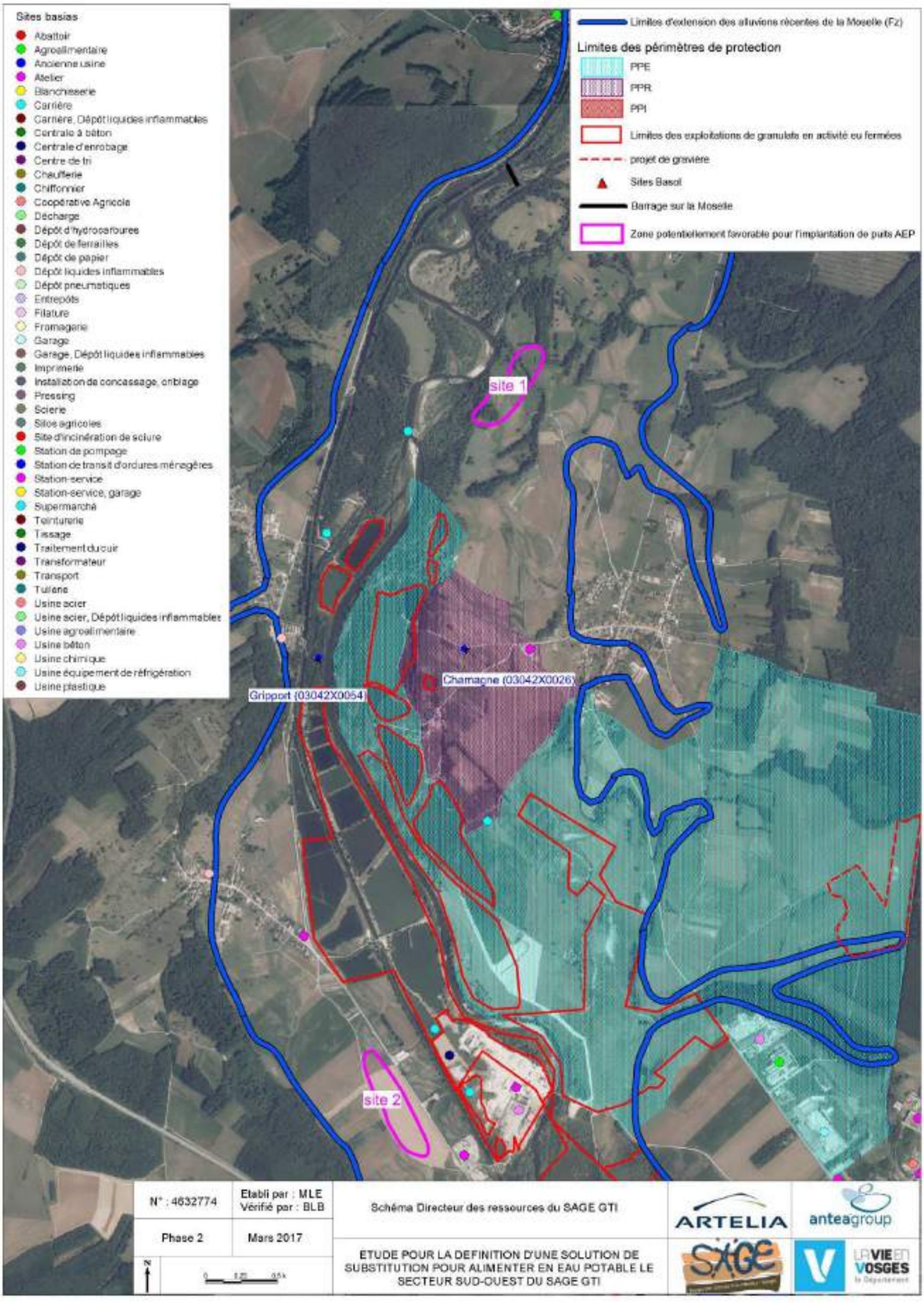


Fig. 39. Carte des contraintes sur vue photographique aérienne secteur Chamagne

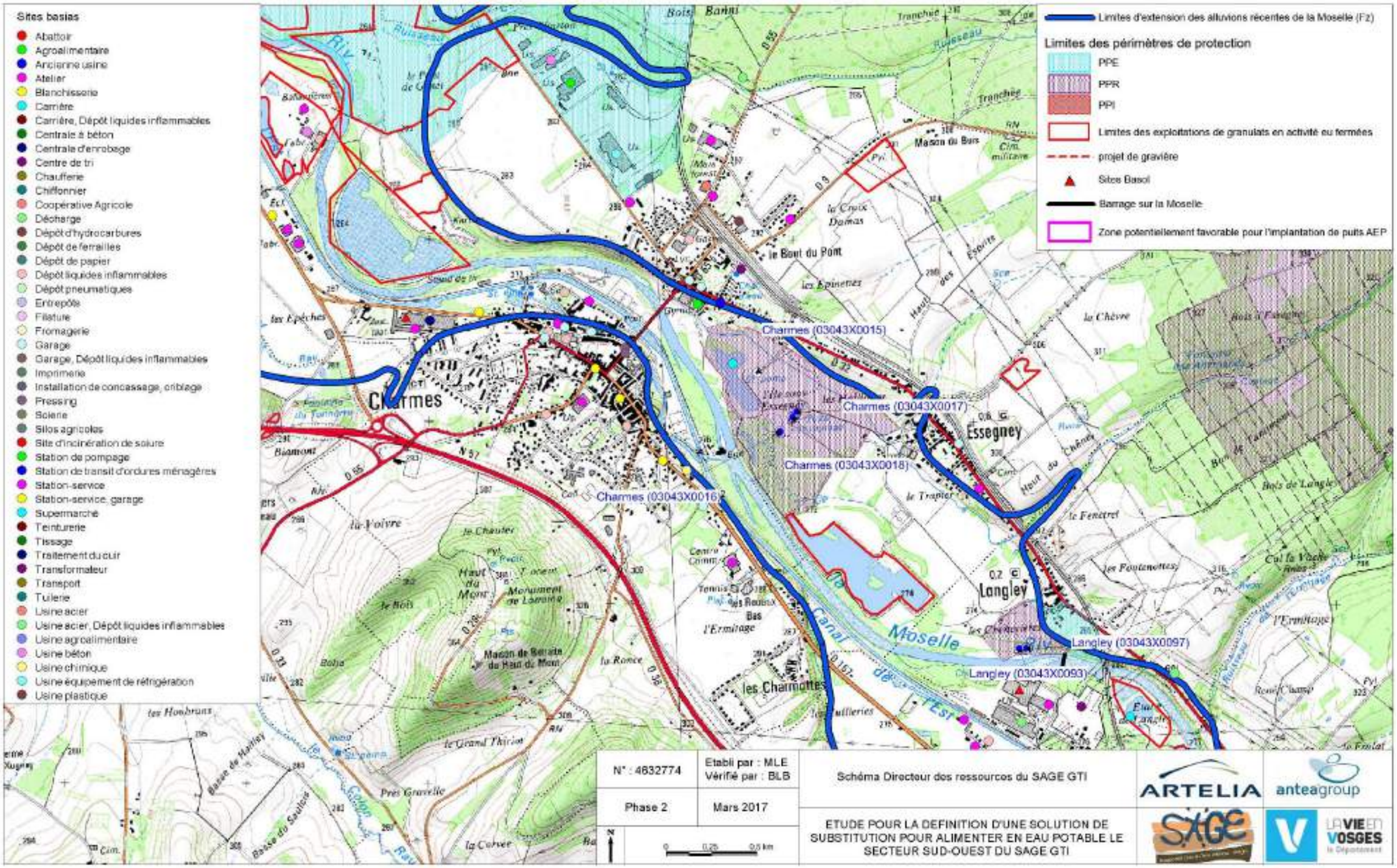


Fig. 40. Carte des contraintes sur fond IGN, secteur Charmes-Essegney

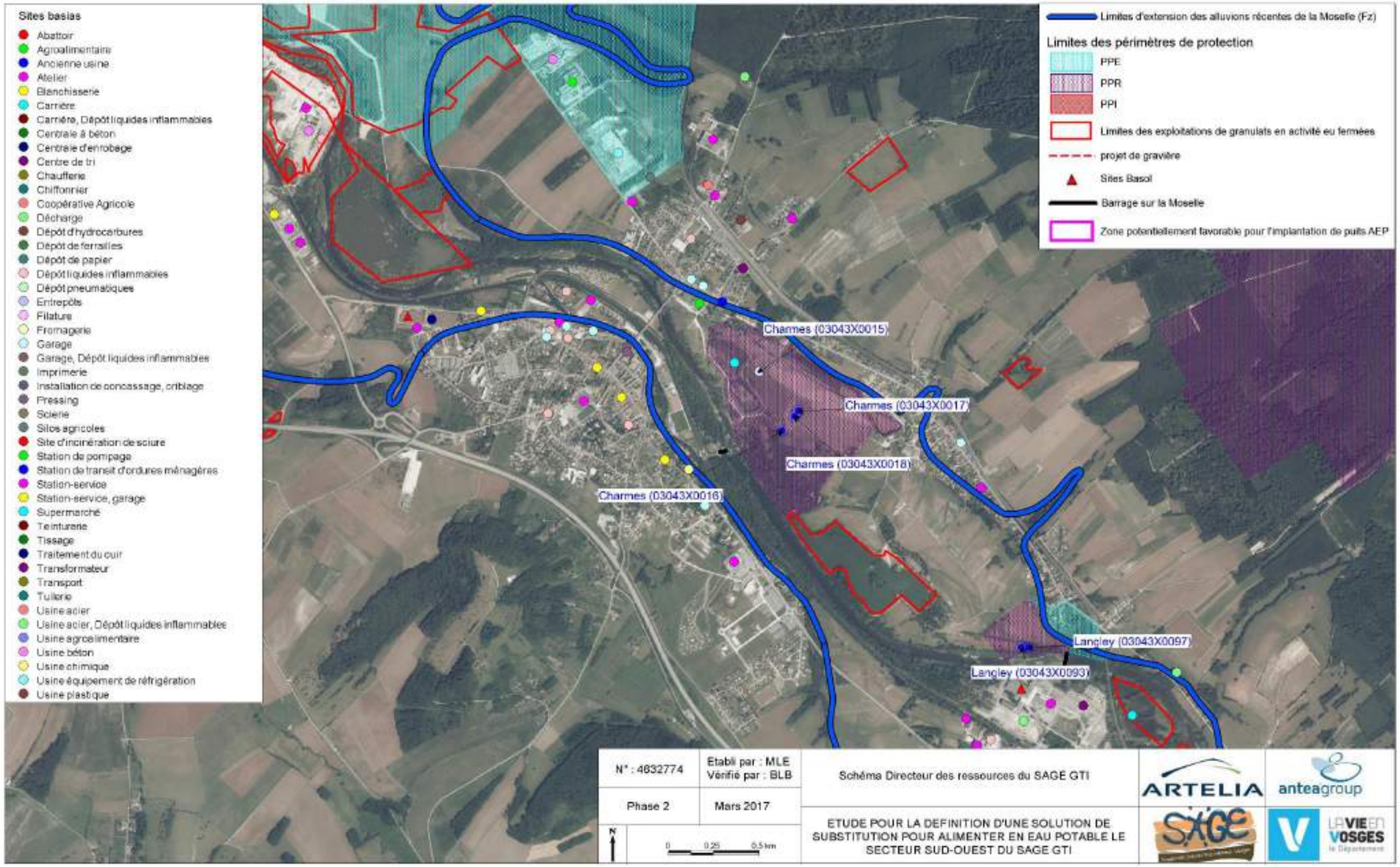


Fig. 41. Carte des contraintes sur vue photographique aérienne secteur Charmes-Essegney

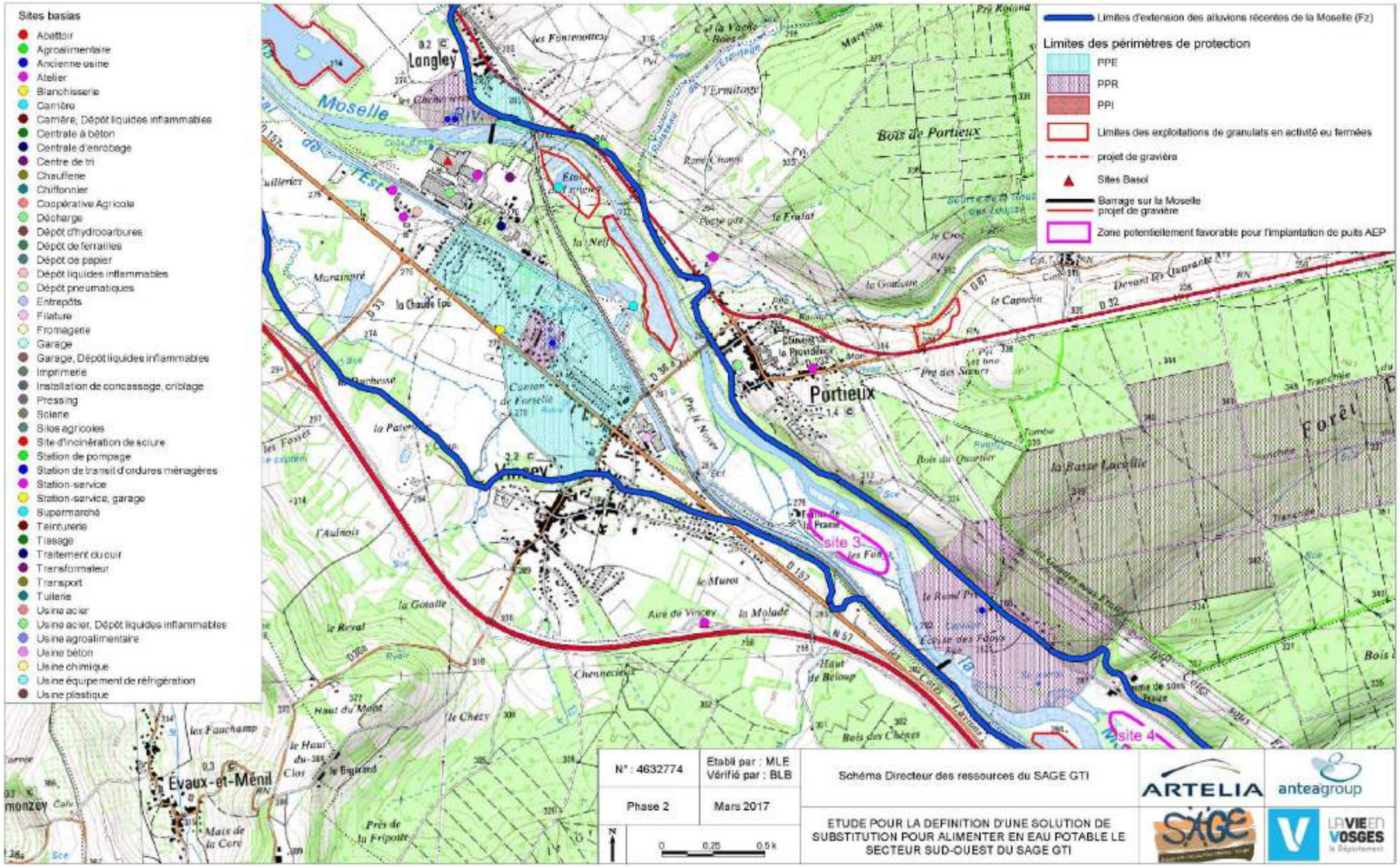


Fig. 42. Carte des contraintes sur fond IGN, secteur Portieux

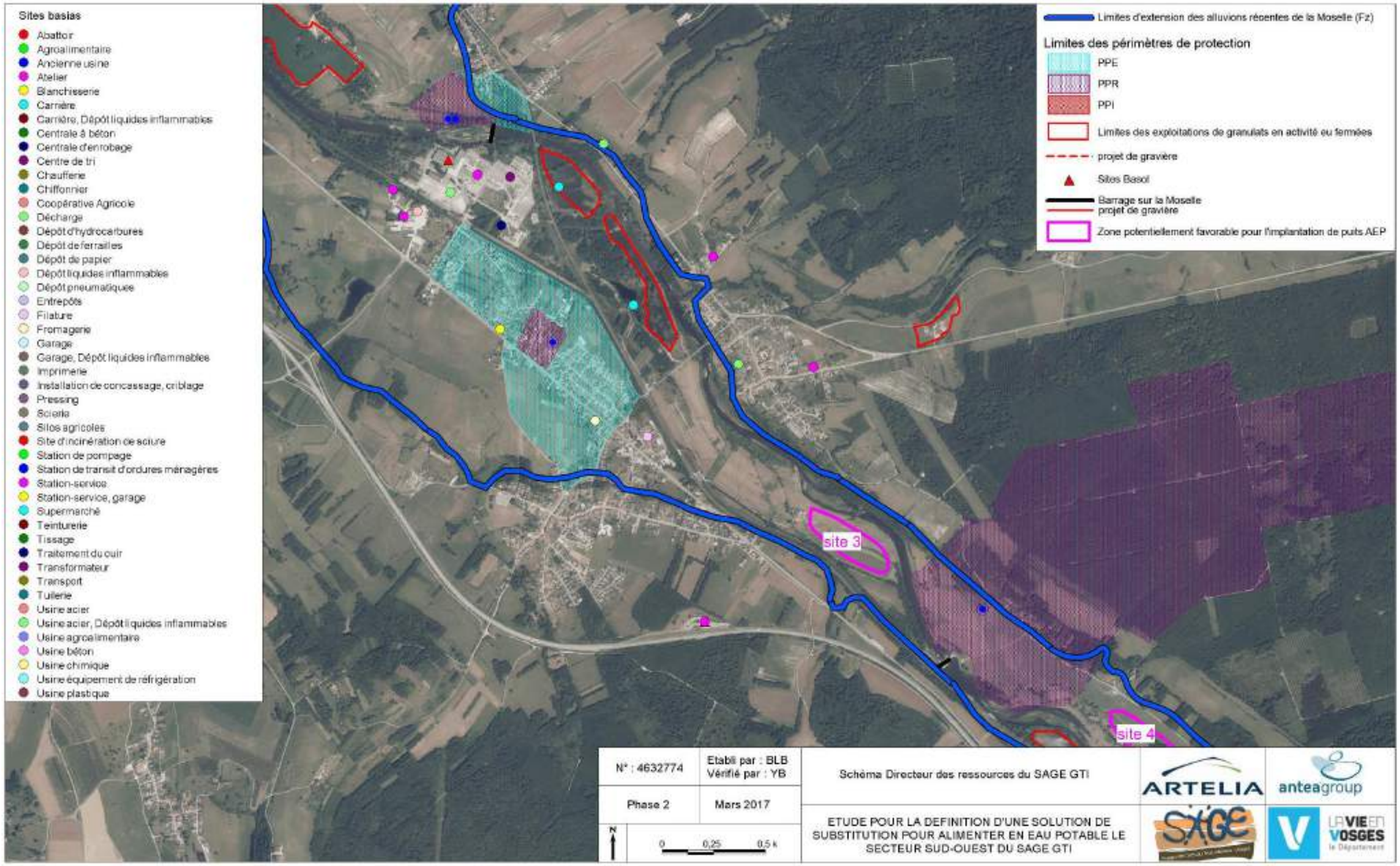


Fig. 43. Carte des contraintes sur vue photographique aérienne, secteur Portieux

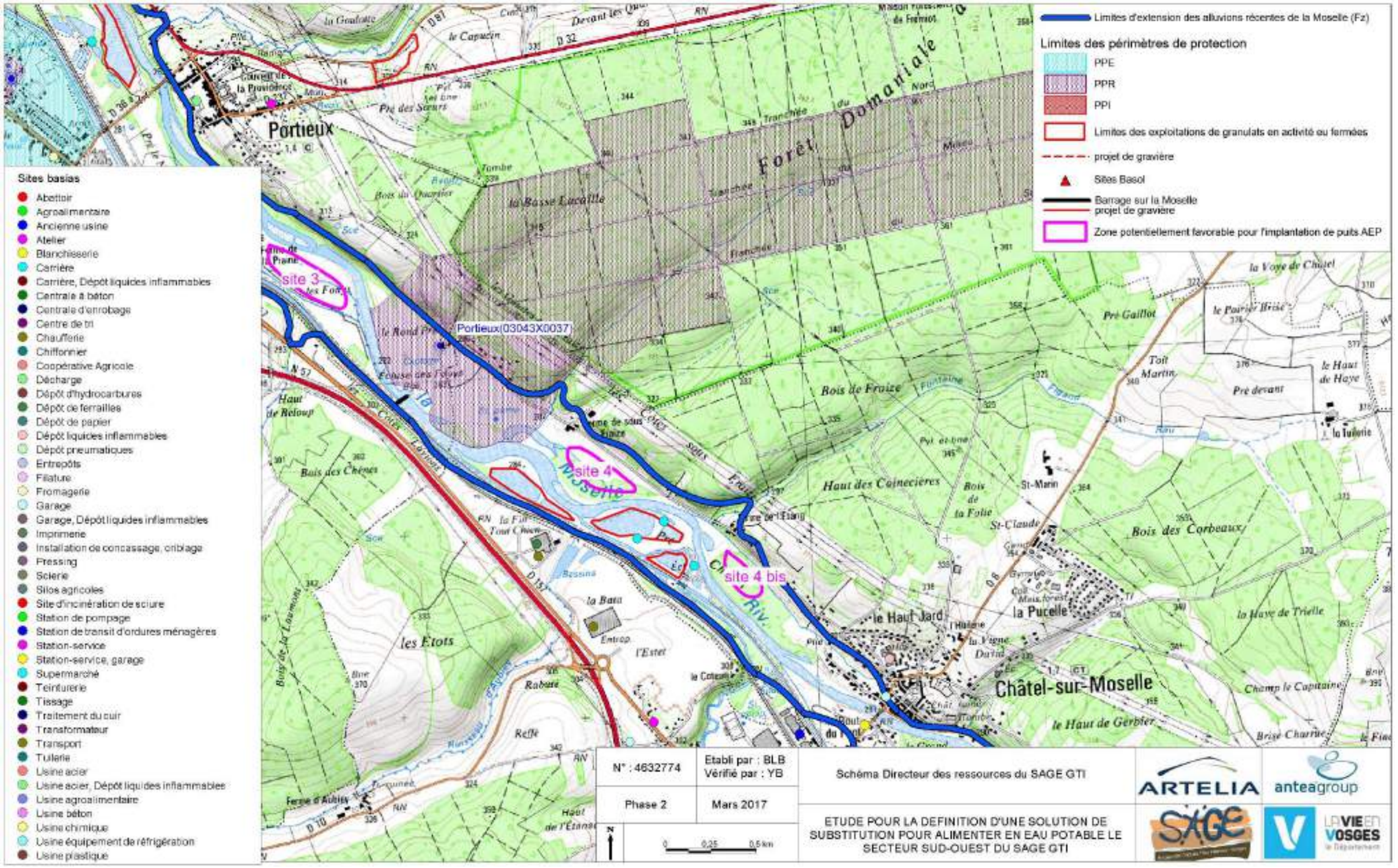


Fig. 44. Carte des contraintes sur fond IGN, secteur Portieux – Châtel-sur-Moselle

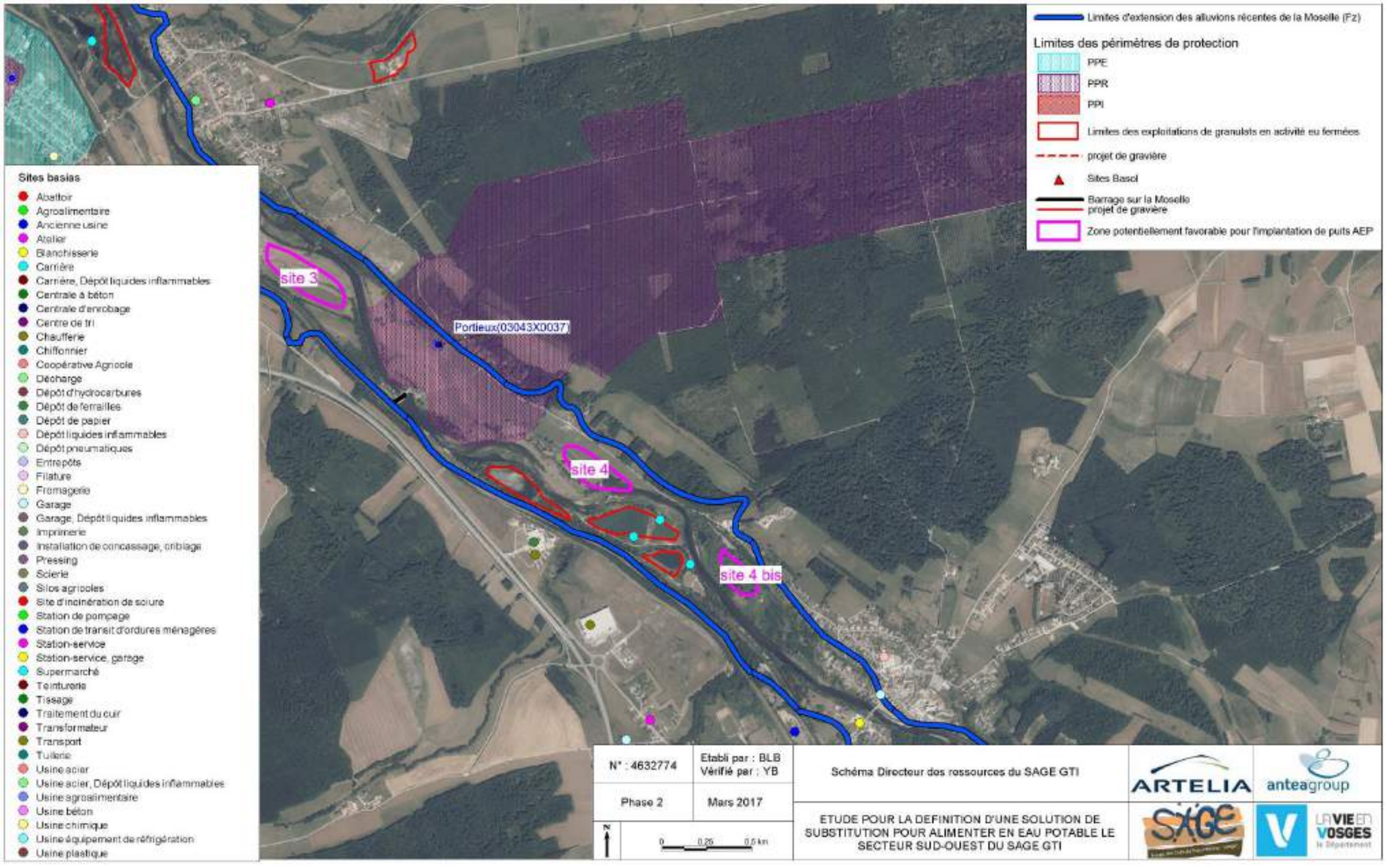


Fig. 45. Carte des contraintes sur vue photographique aérienne, Portieux – Châtel-sur-Moselle

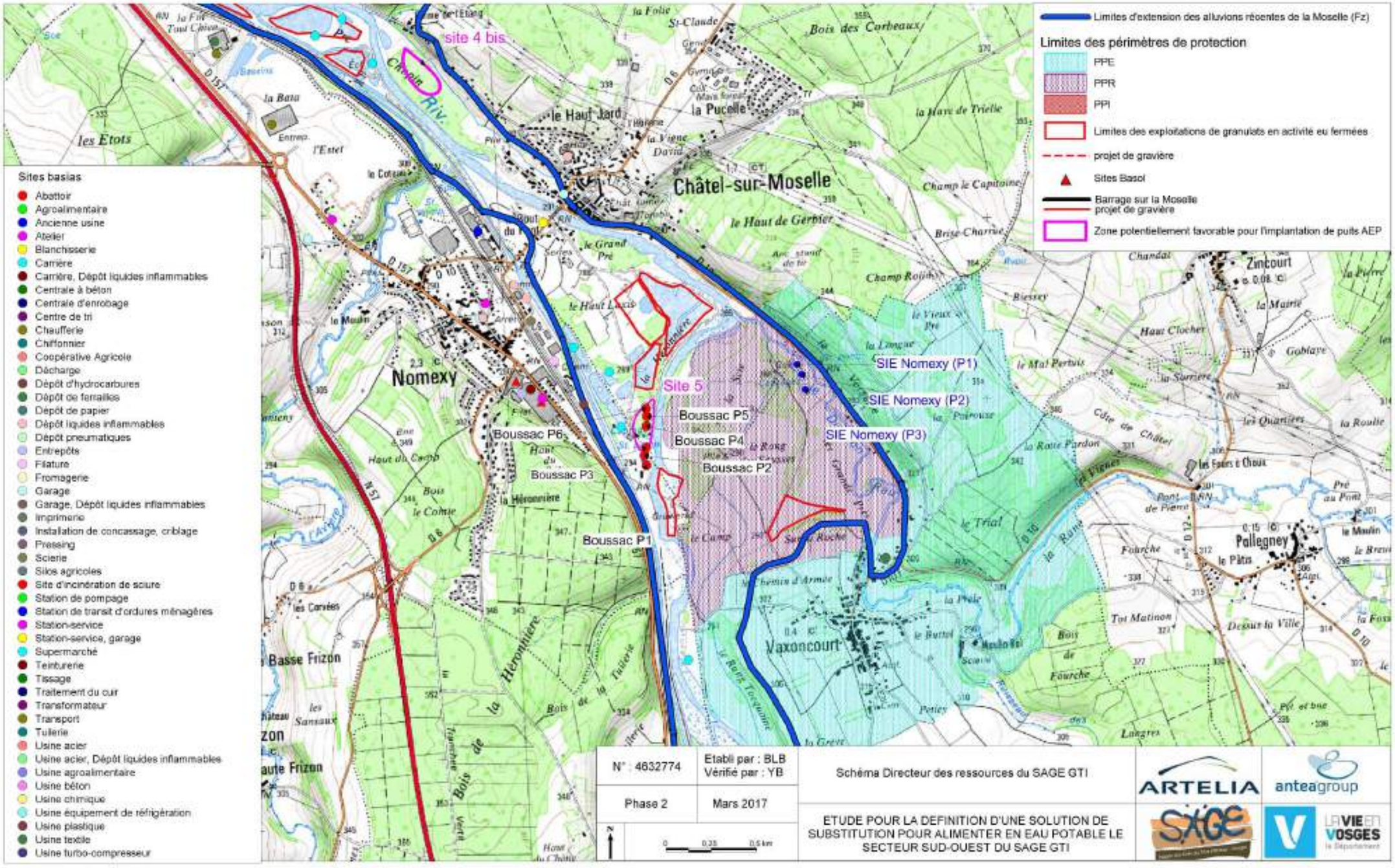


Fig. 46. Carte des contraintes sur fond IGN, secteur Nomexy

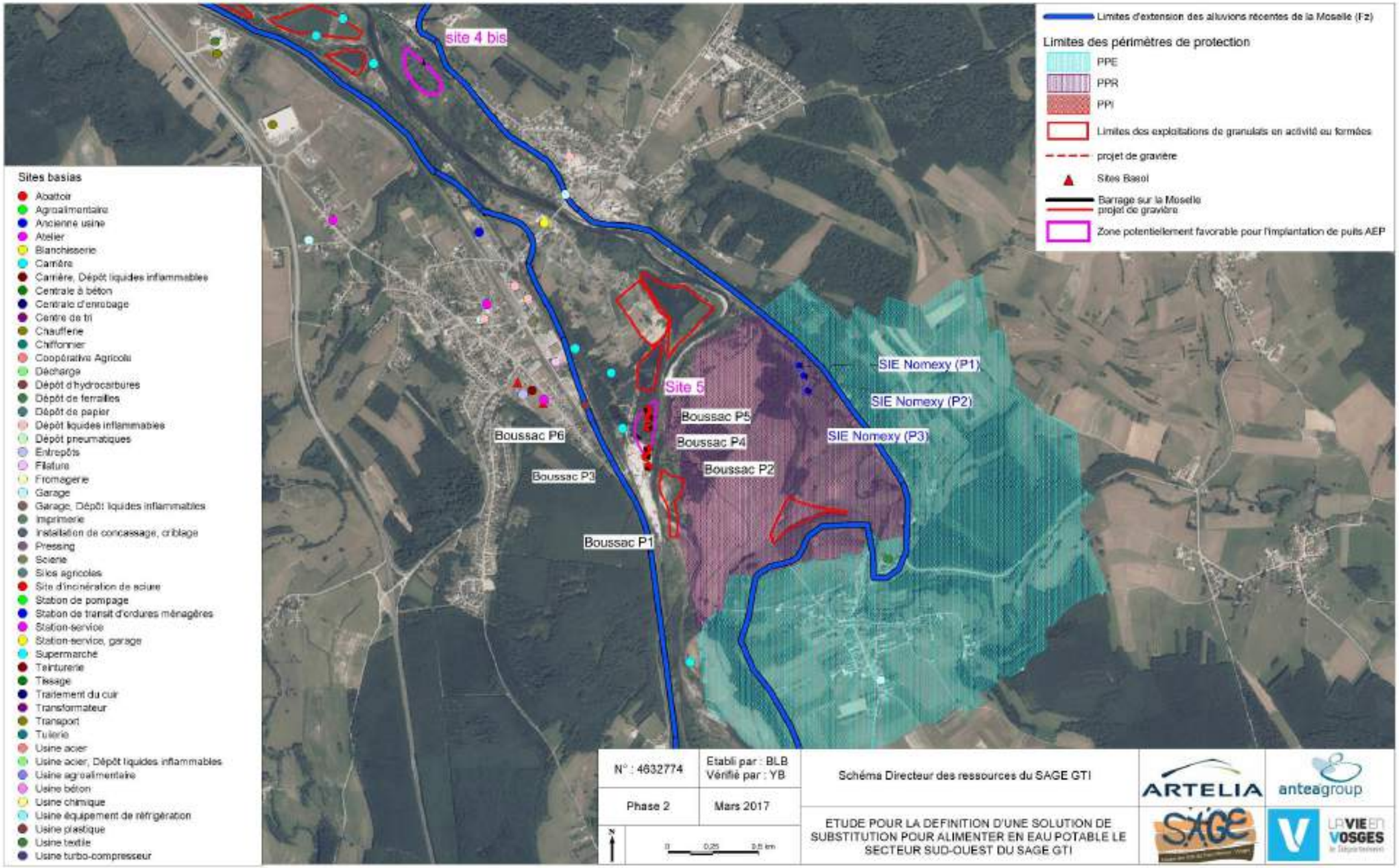


Fig. 47. Carte des contraintes sur vue photographique aérienne, secteur Nomexy

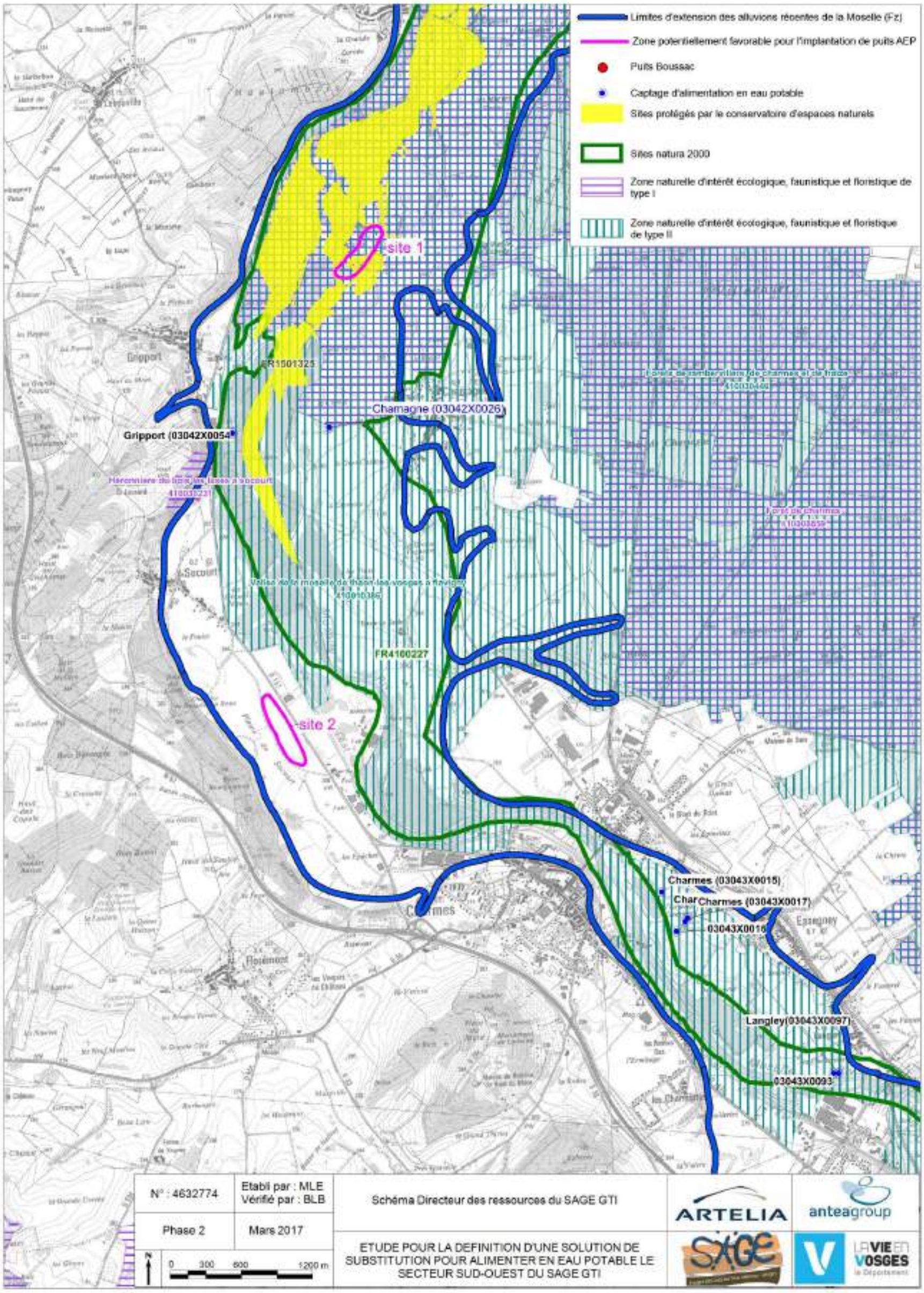


Fig. 48. Carte des espaces naturels remarquables – secteur Chamagne - Langley

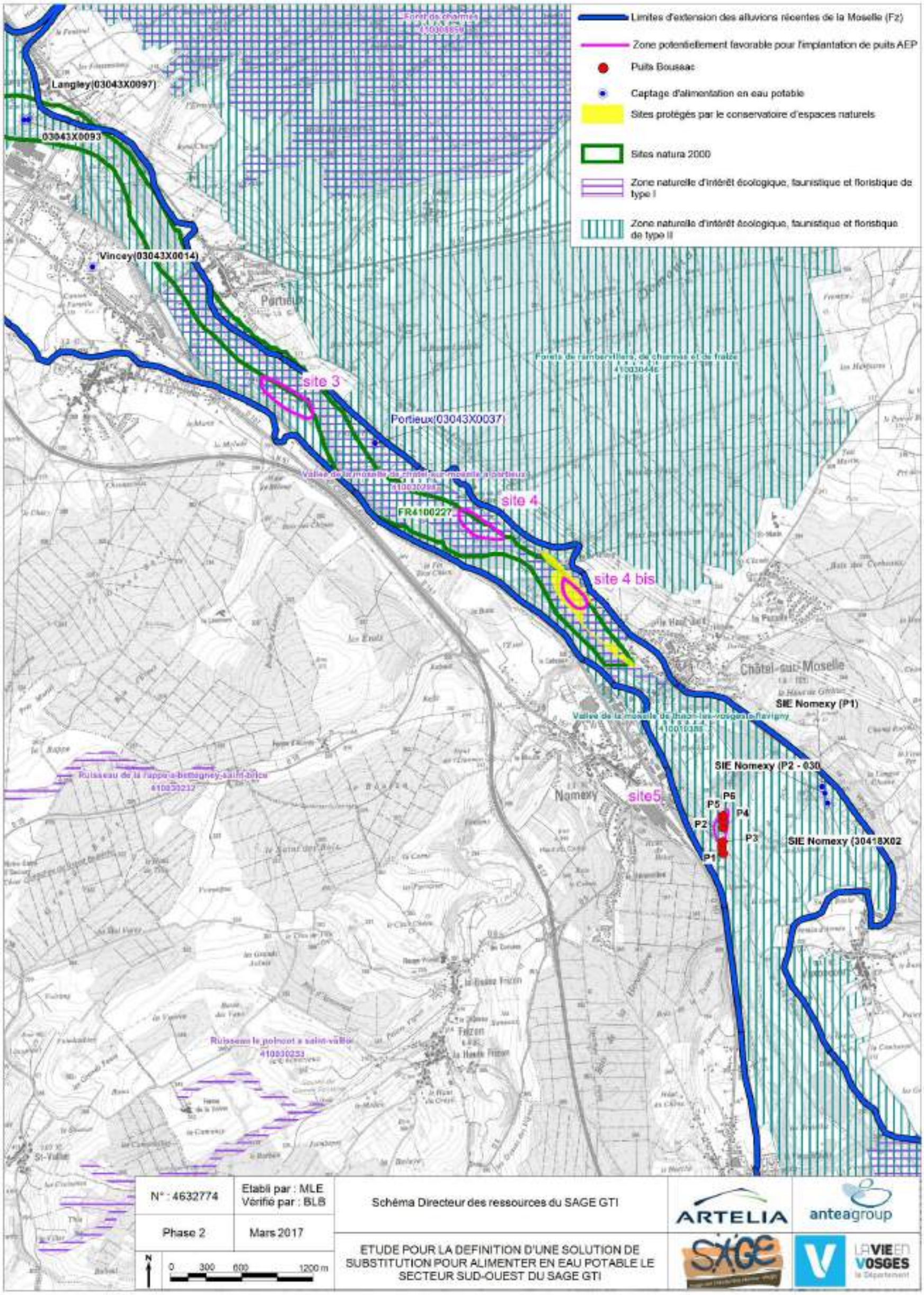


Fig. 50. Carte des espaces naturels remarquables – secteur Langley / Nomexy

7.3. VULNERABILITE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION

D'une façon générale, l'aquifère alluvial présente une vulnérabilité élevée de par la très faible épaisseur de recouvrement, la faible profondeur de nappe et la relation hydraulique avec la Moselle (pollution, pic de turbidité lors des crues).

La vulnérabilité liée à l'occupation des sols sera prise en compte dans le choix de l'implantation. Le site 4 parait de ce point de vue le plus favorable. Le site de Boussac semble le plus vulnérable (anciens sites industriels et Sud de l'agglomération de Nomexy en amont, proximité du Canal, de la route).

La vulnérabilité sera étudiée en détail sur le site retenu.

7.4. IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LES MILIEUX AQUATIQUES

L'impact des prélèvements sur le milieu aquatique sera à préciser en fonction de l'implantation retenue, notamment vis-à-vis des ruisseaux affluents de la Moselle qui pourraient passer à proximité. La plupart du temps, sauf en bordure immédiat de Moselle (site 4 et 4bis), les ruisseaux sont déconnectés du réseau hydrographique superficiel qui est perché au-dessus de la nappe. Ils prennent naissance sur les coteaux et drainent les alluvions anciennes.

Le débit prélevé est au final soustrait à la Moselle qui draine la nappe.

Le module de la Moselle, calculé à la station hydrométrique d'Epinal sur les 58 ans de chronique, est de 37,8 m3/s, le QMNA1.5 de 5,5 m3/s.

Les prélèvements envisagés de 500 000 m3/an et 1 000 000 m3/an représentent respectivement 0,04 et 0,08% du débit de la Moselle, ce qui est négligeable.

Les prélèvements envisagés seront réduits en étiage pour tenir compte de la baisse de productivité sur les ouvrages. Ces prélèvements de pointe en étiage représenteront environ 951 m3/j en hypothèse basse et 1666 m3/j en hypothèse haute, soit entre 0,2 et 0,35% du QMNA1/5 de la Moselle suivant les hypothèses. Ils n'auront donc pas d'impact sur le milieu aquatique.

7.5. EVALUATION DE LA SENSIBILITE DE LA RESSOURCE POTENTIELLE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

D'après l'étude EXPLORE du BRGM (cf. rapport RP 61483-FR), l'évolution climatique induirait :

- une baisse de la recharge des aquifères estimée entre 10 et 20 % sur la Lorraine,
- une diminution du débit moyen mensuel des cours d'eau comprise entre 10 et 40 % dans le Nord de la France avec une répartition annuelle des débits modifiée de la façon suivante :
    - baisse du débit d'étiage variant entre 30 et 70 %
    - stagnation voire légère baisse des débits hivernaux

La diminution de la recharge sur la plaine alluviale et des apports latéraux se traduira par une baisse piézométrique qui sera néanmoins limitée par le niveau de base imposé par la Moselle. De ce point de vue, cette ressource sera moins vulnérable que la ressource Vraine et Xaintois.

Cependant, cette ressource est sensible aux étiages et cette sensibilité sera notablement accentuée par le changement climatique. Il sera néanmoins toujours possible, le cas échéant de réaliser d'autres puits pour satisfaire les besoins de pointe.

7.6. CONCLUSIONS SUR LA RESSOURCE

Les **alluvions de la Moselle peuvent fournir les débits nécessaires pour satisfaire les besoins de la ressource de substitution**, aussi bien pour l'hypothèse basse que l'hypothèse haute. Cependant, les contraintes sont fortes à l'implantation des puits et seules 5 zones ont été identifiées comme potentiellement favorables, avec leurs avantages et inconvénients.

Globalement, on retiendra un débit exploitable de l'ordre de 50 m3/h par puits, excepté sur le site de Boussac ou des débits de 80 à 100 m3/h peuvent être envisagés.

Cette ressource est **sensible aux étiages**, période pendant laquelle les débits exploitables peuvent être divisés par 2 ou 3.

La qualité des eaux de la nappe alluviale **n'est pas homogène dans sa qualité sur le secteur** du fait de la variabilité de la nature géologique de l'encaissant (conductivité, sulfates) et de l'influence anthropique (nitrates, métaux), ce qui souligne la vulnérabilité de la ressource.

La **vulnérabilité de la ressource est élevée** (nappe libre peu profonde, faible épaisseur de recouvrement, influence de la Moselle). **Celle liée à l'occupation du sol variable** selon les sites. Elle est plus importante sur le site de Boussac.

Du fait de la vulnérabilité de la ressource, les nouveaux puits, quel que soit le site retenu, devront faire l'objet d'une prodédure de DUP avec imposition des servitudes sur le bassin d'alimentation, qui pourront être contraignantes. Ces servitudes existent déjà pour la protection des captages du SIE Vraine et Xaintois, et ne seront pas contraignantes pour les GTI secteur Sud-Est.

Les prélèvements envisagés n'auront pas d'impact significatif sur le débit de la Moselle, y compris en étiage sévère.

La situation des ouvrages en fond de vallée **limite la sensibilité de la ressource au changement climatique**, mais la **sensibilité actuelle aux étiages sera accrue durant cette période** en raison de l'abaissement de la ligne d'eau de la Moselle.

7.7. ETUDE DE LA SOLUTION DE SUBSTITUTION

7.7.1. Localisation et nombre de puits

La localisation des puits sera précisée en fonction de la zone retenue. Le nombre de puits sera précisé en fonction de la productivité du sondage de reconnaissance.

Il sera nécessaire à priori de réaliser :

- **2 puits de capacité 50 m3/h chacun pour satisfaire les besoins de l'hypothèse basse,**
- **4 puits de capacité 50 m3/h pour satisfaire les besoins de l'hypothèse haute.**

Le nombre d'ouvrages pourrait être réduit si le site de Nomexy est retenu mais les puits seront plus profonds et de plus gros diamètre.

Un espacement des puits de l'ordre de 70 m peut être retenu (à adapter selon le site).

Si le site Boussac est retenu, le nombre de puits pourra être réduit à 2 ou 3 ouvrages pour l'hypothèse haute, concentrés sur le même site.

Ces puits seront poursuivis jusqu'au substratum, soit une profondeur prévisionnelle de 10 m (12 m sur le secteur de Boussac). Ils seront réalisés à la BENOTO DN 1200 mm, et équipé d'un tubage inox DN 800 ou 1000 mm).

7.7.2. Pré-dimensionnement de la station de traitement

La qualité physico-chimique des eaux des sites 4/4bis est supposée être bonne avec des faibles teneurs en nitrates et sulfates. Au niveau du site 3, la qualité des eaux en sulfates devra être vérifiée car les marnes du Keuper affleurent en partie sur les coteaux et le ruisseau de la Laumont, qui prend naissance sur ces marnes s'infiltre vraisemblablement au pied de la basse terrasse alluviale.

La station de traitement devra présenter une filière de traitement complète suivante :

- **injection CAP,**
- **coagulation -floculation,**
- **décantation,**
- **filtration sur sable,**
- **désinfection.**

L'eau traitée en sortie des deux stations sera acheminée vers le secteur Sud-Ouest via une conduite de transfert.

La station de traitement située sur le banc communal de Vincey présentera une capacité de traitement de :

- **200 m^3/h pour l'hypothèse haute de déficit,**
- **110 m^3/h pour l'hypothèse basse de déficit.**

8. PROPOSITION DE TRACES DE RESEAUX POUR L'ACHEMINEMENT DE L'EAU DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION

8.1. SECTEURS DESERVIS ET POINT DE DESSERTE

La solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle » consiste à exploiter la nappe alluviale de la Moselle par création de puits, afin de substituer une partie des besoins en eau du secteur Sud-Ouest du SAGE GTI, à hauteur de 1 Mm^3/an en hypothèse haute et de 0,5 Mm^3/an en hypothèse basse de prélèvements à horizons 30 ans.

Le secteur à substituer correspond aux cinq collectivités suivantes :

- SIE de Bulgnéville,
- Vittel, alimentant la commune de Norroy,
- Contrexéville,
- SIE de l'Anger.

L'étude des alluvions de la Moselle présentée dans le chapitre précédent a permis d'identifier différents sites possibles pour les prélèvements de la ressource de substitution.

En première approche, au vue des différentes contraintes dans le secteur, les sites 3, 4 et 4 bis ont été retenus pour le tracé de la conduite de transfert :

- Site 3 :
  - Epaisseur d'alluvion importante à priori (10 m),
  - Environnement amont favorable (à l'écart de toute zone industrielle),
  - Rive gauche de la Moselle et du Canal.
- Sites 4 et 4 bis :
  - Epaisseur d'alluvion importante (> 10 m),
  - Environnement favorable (forêt pour l'essentiel, quelques habitations en amont du site 4bis),
  - Bonne qualité supposée.

Pour rappel, la mise en œuvre de cette solution nécessite la création de 4 puits pour l'hypothèse haute de prélèvements à horizon 30 ans. Ainsi, 2 puits pourraient être localisés en site 3 et 2 puits en sites 4/4bis

Le schéma suivant localise les sites pressentis pour les prélèvements dans les alluvions de la Moselle, ainsi que les collectivités dont la ressource en eau est à substituer partiellement.

Fig. 51. Localisation de la ressource de substitution et des collectivités à substituer

Les principes de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle » sont :

- **Créer 2 à 4 puits dans les alluvions de la Moselle**, afin de prélever dans cette nouvelle ressource à hauteur de 1 Mm^3/an en hypothèse haute et de 0,5 Mm^3/an en hypothèse basse de prélèvements à horizons 30 ans.
- **Créer une station de traitement des eaux issues des alluvions de la Moselle** sur le banc communal de Vincey, afin de satisfaire les besoins de pointe de secteurs Sud-Ouest à substituer. Le traitement comprend : injection CAP, coagulation, floculation, décantation, filtration sur sable et désinfection.
- **Acheminer l'eau depuis la station de traitement jusqu'au réservoir central à créer**, situé en point haut entre Bulgnéville, Contrexéville et Vittel. L'emplacement idéal de ce réservoir est le point haut au sud du Bois Collin, sur le banc communal de Contrexéville.
- **Distribuer l'eau depuis le réservoir central vers les réservoirs existants des collectivités à substituer** :
  - Réservoir de Bulgnéville de 600 m^3,
  - Réservoir de Contrexéville de 1000 m^3, interconnecté au SIE Anger,
  - Réservoir de Vittel de 1200 m^3, interconnecté à Norroy.

Le schéma suivant présente la proposition d'implantation du réservoir central ainsi que le schéma de distribution vers les réservoirs existants.

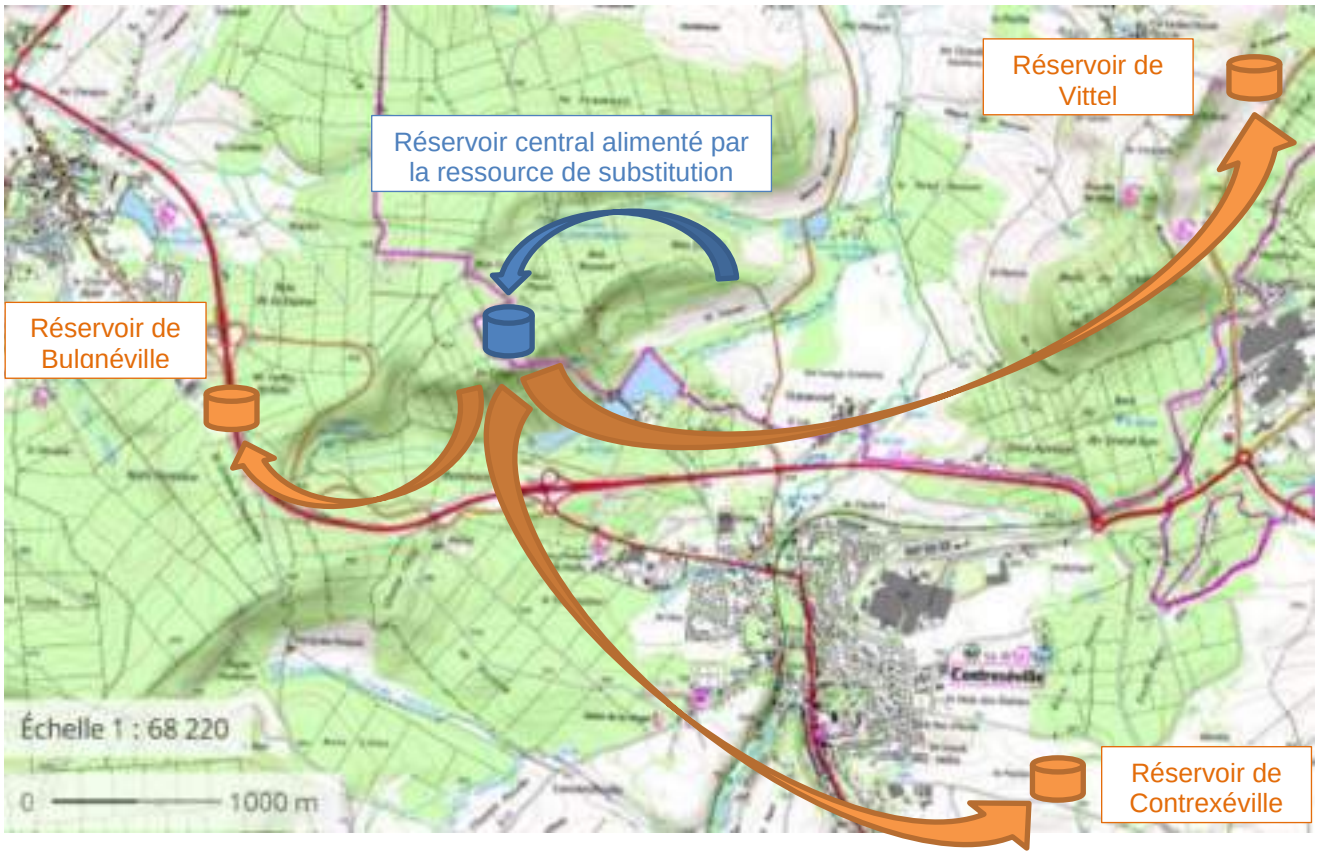


Fig. 52. Proposition d'implantation du réservoir central et schéma de distribution vers les réservoirs existants de Bulgnéville, Contrexéville et Vittel

8.2. PROPOSITION DE TRACE DES RESEAUX

La réflexion sur le tracé des réseaux est portée à trois niveaux :

- Le tracé des conduites d'adduction depuis les sites 3 et 4/4bis jusqu'à la station de traitement,
- Le tracé de la conduite de transfert, acheminant l'eau de la station de traitement de la ressource de substitution jusqu'au réservoir central de stockage ;
- Les tracé des conduites de distributions depuis le réservoir central jusqu'aux réservoirs existants des collectivités à substituer.

Le tracé des réseaux de transferts et de distribution tient compte :

- De l'implantation de la ressource de substitution et de sa station de traitement d'eau potable,
- Des points de desserte retenus, etc.
- De la topographie et de l'occupation du sol,
- Des impacts environnementaux, contraintes d'urbanismes

A ce stade de l'étude, afin de proposer un tracé réaliste intégrant un maximum de contraintes, les conduites d'eau potable ont été tracées en respectant de préférence les principes suivants :

- Suivre les axes routiers, notamment les Routes Départementales :
  - les routes en déblais-remblais permettent de limiter les dénivelés à franchir,
  - les acquisitions et / ou servitudes de passage seront imitées,
  - les conduites peuvent être posées dans l'accotement de la voirie, avec une installation de chantier facilitée.
- Emprunter des traversées de cours d'eau, voies de chemin de fer et autoroutes existantes ;
- Lorsque le tracé s'écarte de la voirie (à travers des zones urbanisés, champs ou bois), suivre de préférence des conduites existantes :
  - servitude de passage existante / accès existants,
  - garanti à priori la faisabilité du tracé.
- Eviter autant que possible la traversée d'espaces naturels sensibles : Zone Natura 2000, Zone Humide Remarquable, ZNIEFF, etc.
- Passer à proximité de réservoirs existants des UGE traversée, dans un objectif de sécurisation de l'AEP.

La proposition de tracé est présentée sous la forme d'un fuseau, donnant une idée du profil en long tout en gardant une enveloppe d'incertitude.

En plus des collectivités à substituer, la solution de substitution proposée traverse 16 communes appartenant à 5 UGE :

Communes	SIE du Haut du Mont	SIE de Mirecourt	SIE de Thuillières
Portieux Vincey	Evaux-et-Menil Varmonzey Gugney-aux-Aulx Jorxey	Aheville Vroville Mattaincourt Hymont	Rozerotte Remoincourt La Neuville-sous-Montfort Hareville

Le tracé proposé pourrait permettre de secourir les UGE suivantes en cas de problèmes majeurs sur leur infrastructure d'eau potable :

- La commune de Vincey,
- Le SIE du Haut du Mont, par le réservoir d'Evaux-et-Menil,
- Le SIE de Mirecourt, par les réservoirs d'Aheville et Mattaincourt,
- Le SIE de Thuillières, par le réservoir de Remoincourt.

La figure suivante présente le tracé général de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle».

8.2.1. Tracé des conduites d'adduction

Les conduites d'adduction acheminent l'eau extraite des puits vers la station de traitement à créer sur la commune de Vincey.

Ces conduites longent la Moselle.

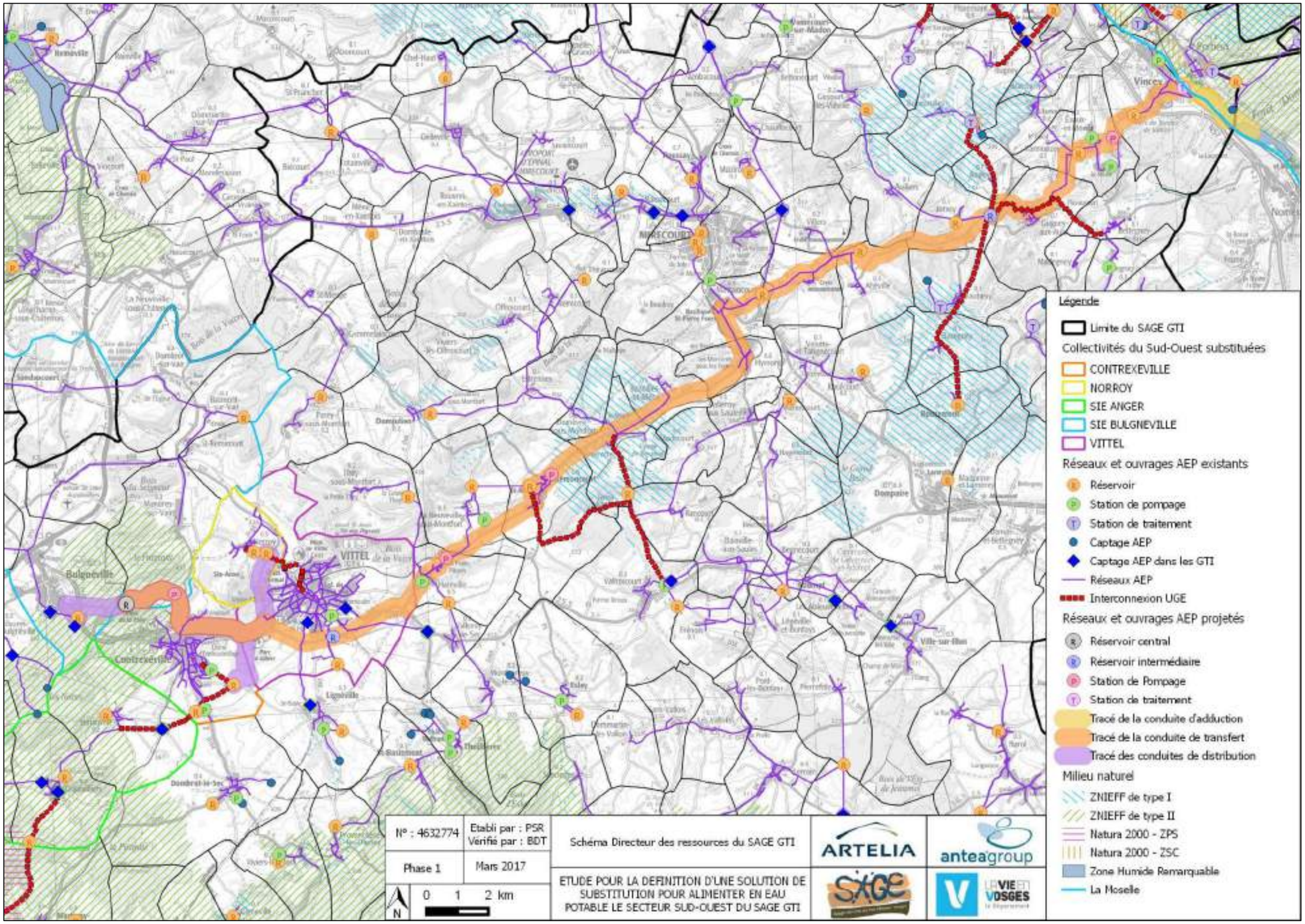


Fig. 53. Tracé général de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle »

8.2.2. Tracé de la conduite de transfert

Le tracé de la conduite de transfert de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle » démarre de la station de traitement à créer sur Vincey, jusqu'au réservoir central (cf. figures pages suivantes).

La canalisation traverse successivement les UGE suivantes : Vincey, le SIE Haut du Mont, le SIE de Mirecourt, le SIE des Ableuvenettes, le SIE de Thuillières et les communes de Vittel, Contrexéville et Mandres/Vair.

La conduite longe les axes routiers suivants : les routes départementales RD36A, RD28, RD10, RD429, RD164, RD13 puis le chemin forestier qui monte au Bois Collin.

La conduite de transfert traverse les zones naturelles suivantes :

- ZNIEFF Type I n°410030298 : Vallée de la Moselle de Chatel/Moselle à Portieux,
- ZNIEFF Type II n°410010386 : Vallée de la Moselle de Thaon-les-Vosges à Flavigny,
- ZNIEFF Type I n° 410030258 : Gite à chiroptères de Rozerotte,
- ZNIEFF Type II n° 410030456 : Voge et Bassigny.

8.2.3. Tracé des conduites de distribution

Le tracé des conduites de distribution de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle » démarre du réservoir central jusqu'aux réservoirs existants des collectivités à desservir (cf. figures pages suivantes) :

- Réservoir de Bulgnéville de 600 m^3,
- Réservoir de Contrexéville de 1000 m^3, interconnecté au SIE Anger,
- Réservoir de Vittel de 1200 m^3, interconnecté à Norroy.

8.2.3.1. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE

La conduite de distribution vers le réservoir de Bulgnéville traverse le bois de la Côte jusqu'à rejoindre la RD164, emprunte le pont au-dessus de la RD165 puis rejoint le bassin par la route de Contrexéville.

8.2.3.2. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE

La conduite de distribution vers le réservoir de Contrexéville (interconnecté avec le SIE de l'Anger) :

- Emprunte le même tracé que la conduite de transfert le long du chemin forestier, jusqu'au carrefour avec la RD13.
- Longe la RD13 puis la RD165,
- Le tracé traverse ensuite la Forêt-Parc de Vittel puis remonte vers le réservoir de Contrexéville au lieu-dit Le Poirier Henri.

8.2.3.3. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL

La conduite de distribution vers le réservoir de Vittel (alimentant également la commune de Norroy) :

- Emprunte le même tracé que la conduite de transfert le long du chemin forestier, jusqu'au carrefour avec la RD13.
- Longe la RD13, la RD165, la RD429, la RD18 puis rejoint le bassin de Vittel.

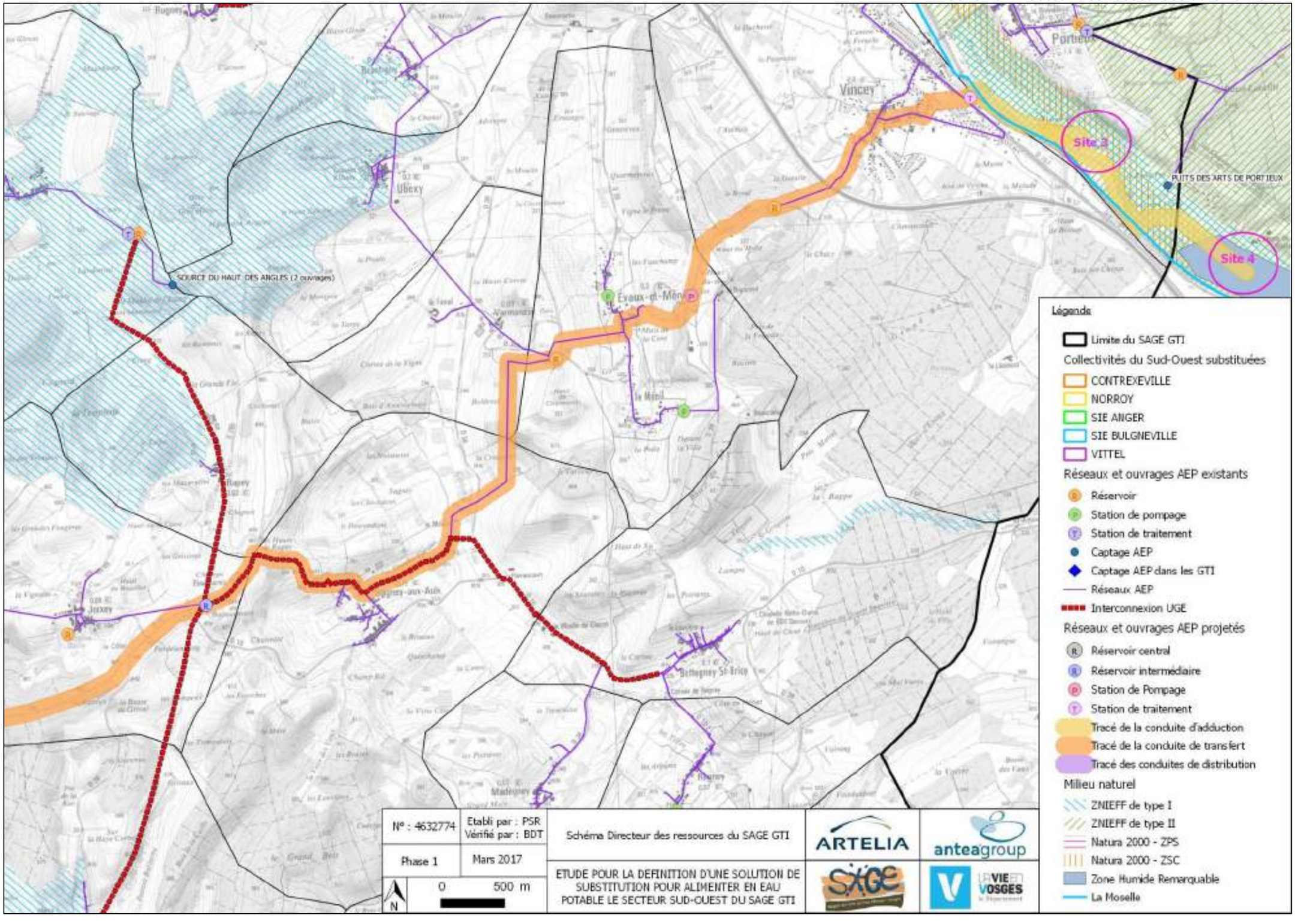


Fig. 54. Détail du tracé général de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle »au 1 :25 000 – Plan 1

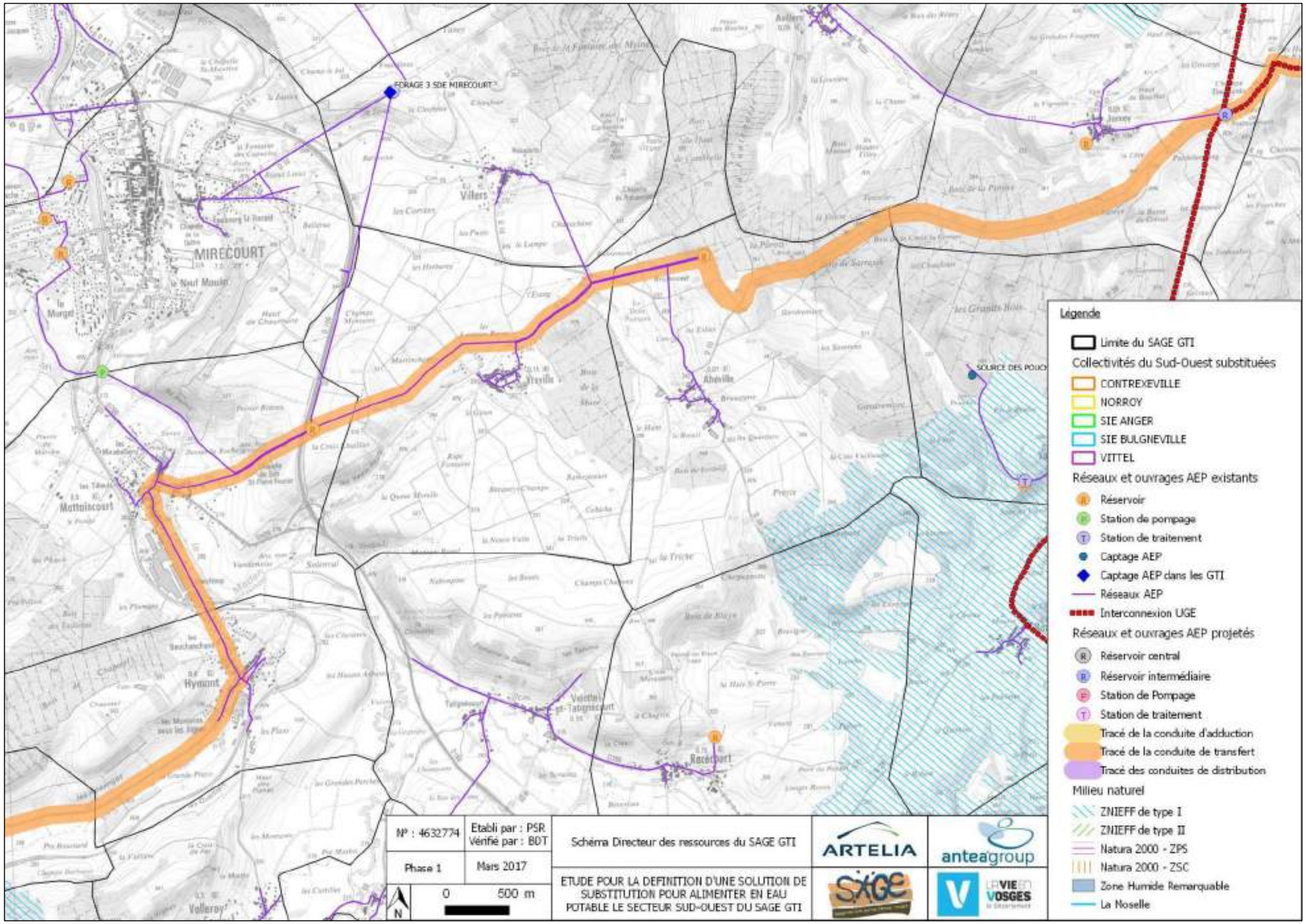


Fig. 55. Détail du tracé général de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle »au 1 :25 000 – Plan 2

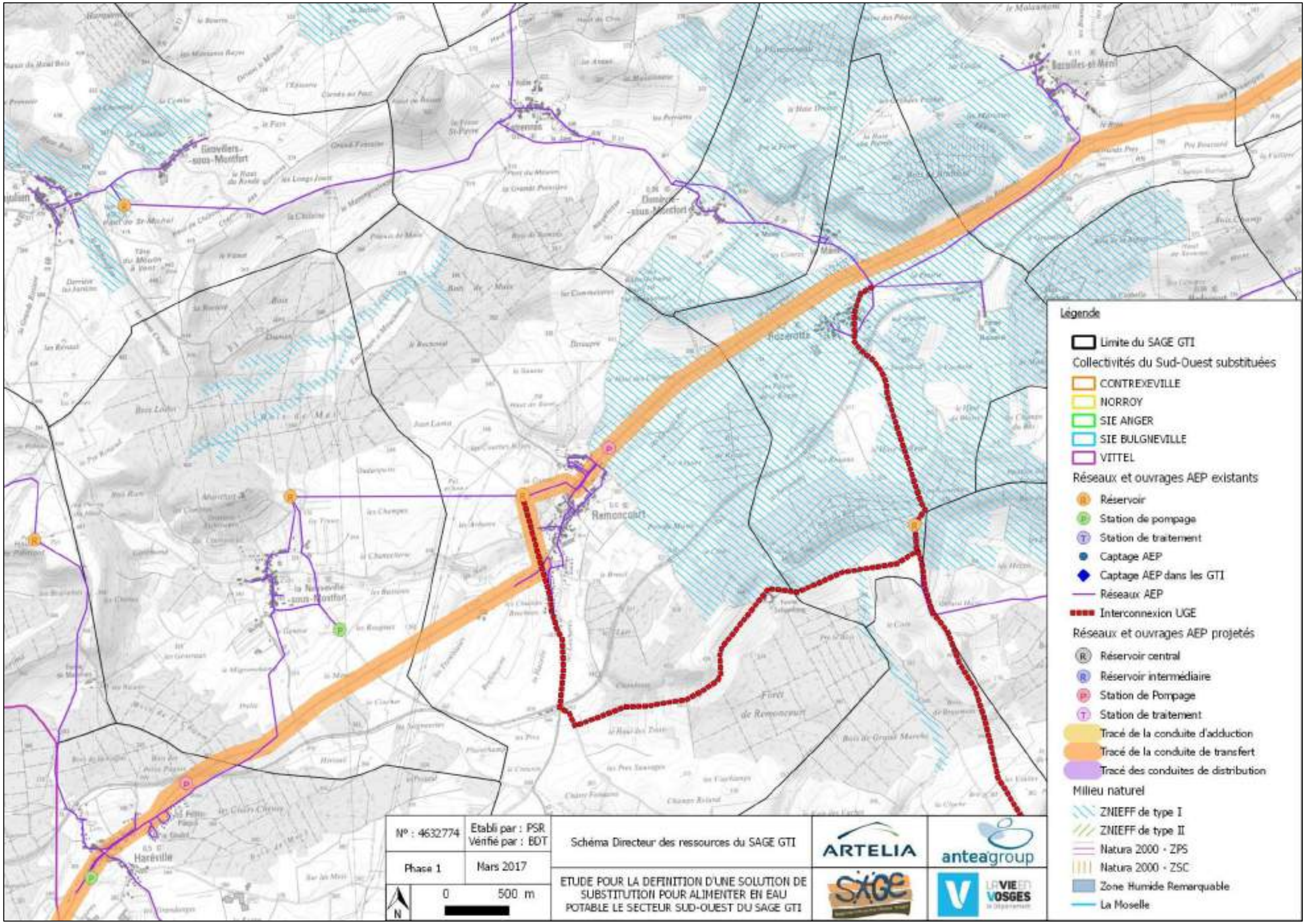


Fig. 56. Détail du tracé général de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle »au 1 :25 000 – Plan 3

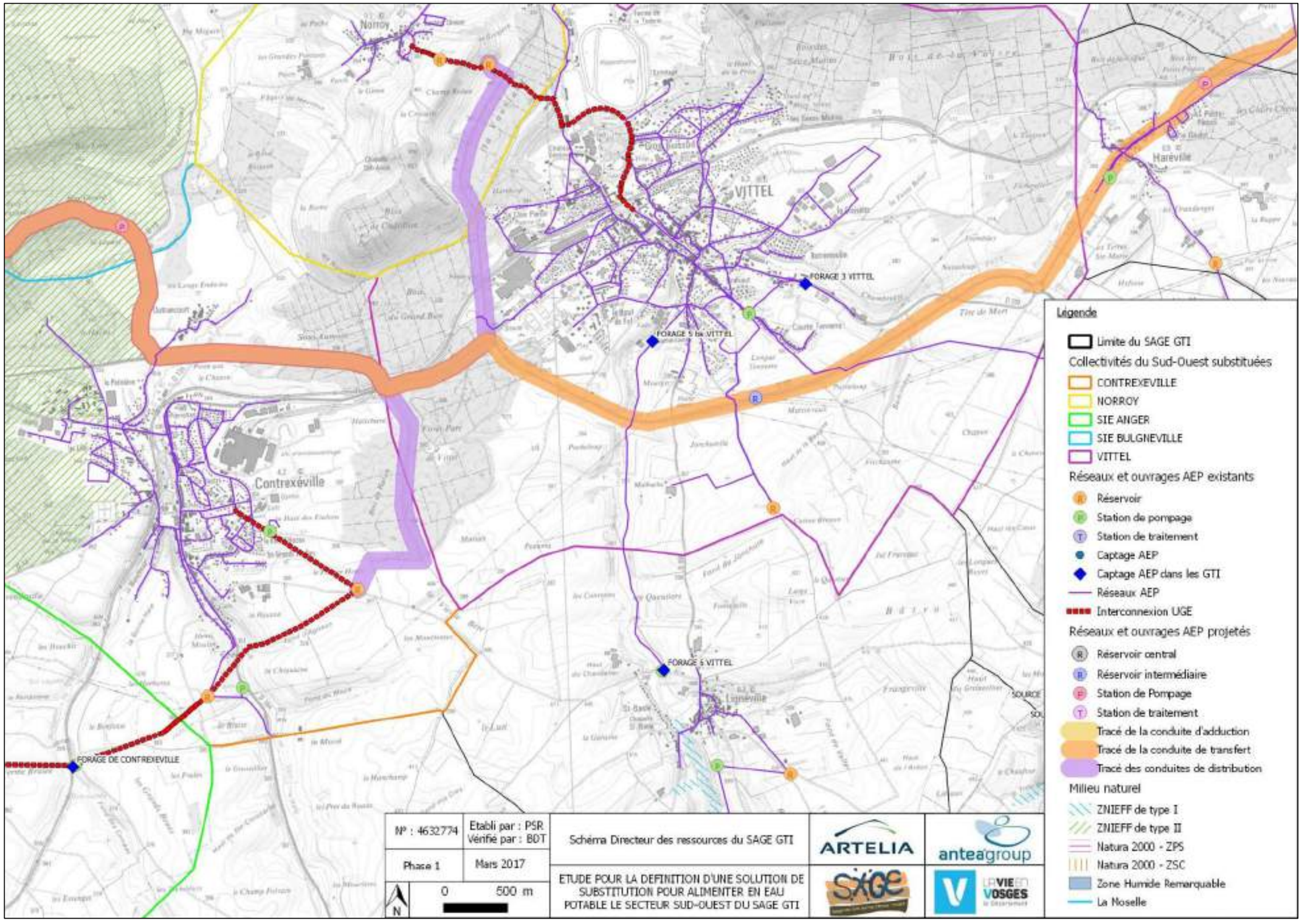


Fig. 57. Détail du tracé général de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle »au 1 :25 000 – Plan 4

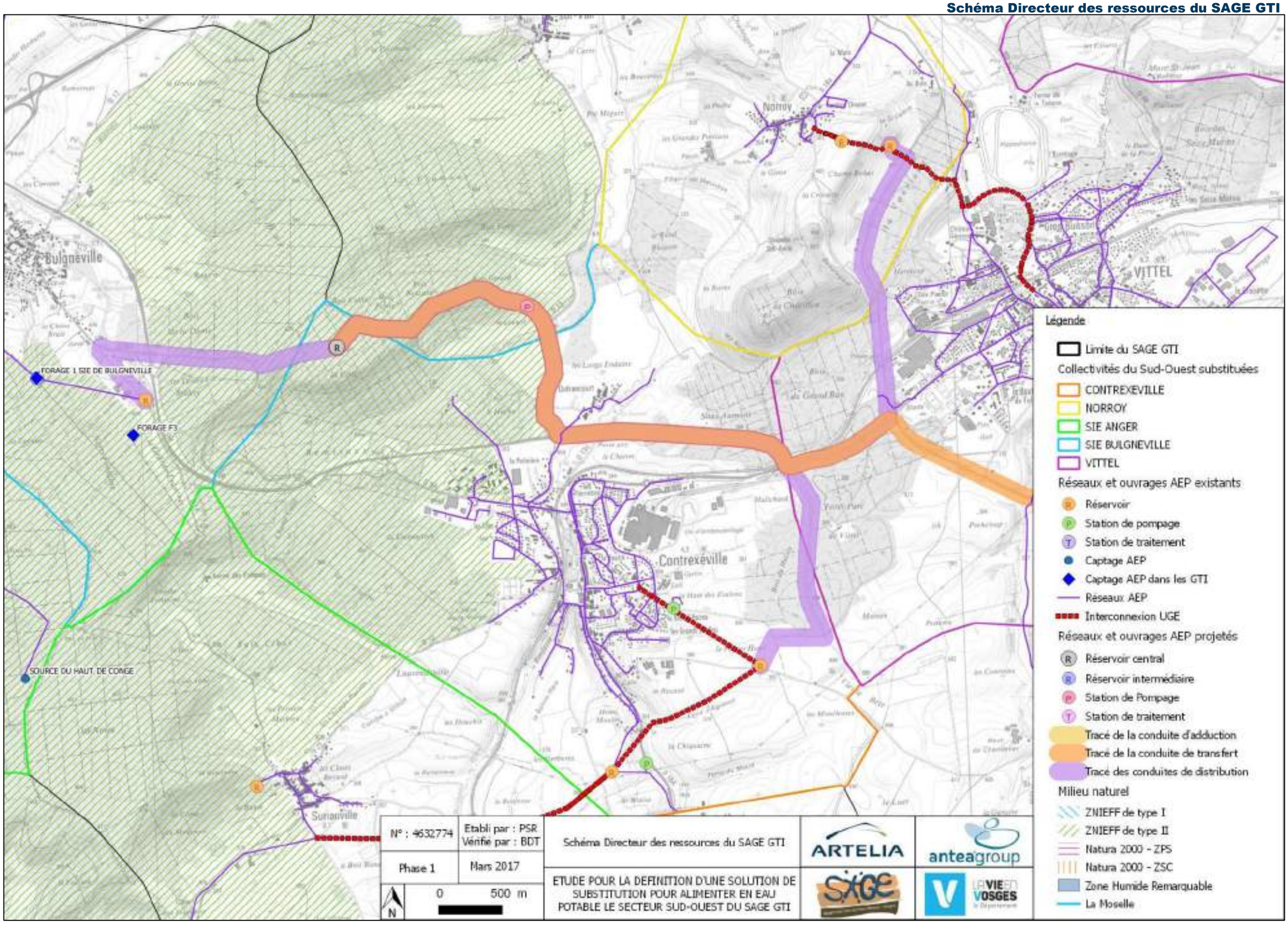


Fig. 58. Détail du tracé général de la solution de substitution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle »au 1 :25 000 – Plan 5

8.3. FONCTIONNEMENT DE L'INTERCONNEXION

8.3.1. Durée d'interconnexion

L'interconnexion entre les alluvions de la Moselle et les collectivités du Sud-Ouest fonctionnera sur une durée de 20h par jour.

Les ouvrages de production d'eau potable, les postes de refoulement et les réseaux sont ainsi dimensionnés pour satisfaire le besoin de pointe journalier sur 20h.

8.3.2. Volumes caractéristiques

Pour rappel, le secteur à substituer correspond au SIE de Bulgnéville, à Vittel (Interconnecté à Norroy), Contrexéville et au SIE de l'Anger.

Les besoins de ces collectivités sont supérieurs au volume à substituer. Ainsi, une partie des besoins sera substituer à partir de la nouvelle ressource, et une partie sera prélevé dans les GTI du secteur Sud-Ouest, à partir des installations existantes.

Tabl. 26 - Besoins des collectivités et volumes prélevables par ressource

	Hypothèse haute	Hypothèse basse
Volume annuel prélevé par les 5 collectivités du S-O	**2 089 260 m^3/an**	**1 695 060 m^3/an**
Besoin de pointe des 5 collectivités du S-O	6 300 m^3/j	5 200 m^3/j
Déficit à combler à partir de la ressource de substitution	1 000 000 m^3/an	500 000 m^3/an
Volume annuel prélevable sur les GTI	1 089 260 m^3/an	1 195 060 m^3/an

8.3.3. Saisonnalité

Contrairement à la nappe des GTI Sud-Ouest, la Moselle est une ressource sensible aux étiages. Le débit disponible diminue d'environ 2/3 entre juin et octobre.

Aussi, le prélèvement du volume déficitaire à partir de la ressource de substitution de ma Moselle, allant de 0.5 à 1 Mm^3/an, sera prélevé majoritairement hors étiage, entre novembre et juin.

En effet, un volume minimal correspondant au volume de la conduite de transfert doit être prélevé quotidiennement toute l'année, afin de **limiter le temps de séjour de l'eau dans la conduite de transfert.**

Le tableau suivant présente la répartition des prélèvements journaliers entre les GTI Sud-Ouest et la ressource de la Moselle.

Tabl. 27 - Répartition mensuelle des prélèvements par ressource - HH

		Hypothèse Haute - Besoin Moyen					
Mois	**Jours**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/j)**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/mois)**	**Prélèvements Moselle (m^3/j)**	**Prélèvements Moselle (m^3/mois)**	**Total Prélèvements (m^3/j)**	**Total Prélèvements (m^3/mois)**
Janvier	31	2197	68095	3527	109349	**5724**	**177444**
Février	28	2197	61505	3527	98767	**5724**	**160272**
Mars	31	2197	68095	3527	109349	**5724**	**177444**
Avril	30	2197	65898	3527	105822	**5724**	**171720**
Mai	31	2197	68095	3527	109349	**5724**	**177444**
Juin	30	2197	65898	3527	105822	**5724**	**171720**
Juillet	31	4534	140554	1190	36890	**5724**	**177444**
Août	31	4534	140554	1190	36890	**5724**	**177444**
Septembre	30	4534	136020	1190	35700	**5724**	**171720**
Octobre	31	4534	140554	1190	36890	**5724**	**177444**
Novembre	30	2197	65898	3527	105822	**5724**	**171720**
Décembre	31	2197	68095	3527	109349	**5724**	**177444**
Total	**365**	**35 709**	**1 089 260**	**32 979**	**1 000 000**	**68 688**	**2 089 260**

Dans le cas de l'hypothèse haute, le volume déficitaire de 1 Mm^3/an sera prélevé à 85% entre novembre et juin.

Tabl. 28 - Répartition mensuelle des prélèvements par ressource - HB

		Hypothèse Basse					
Mois	**Jours**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/j)**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/mois)**	**Prélèvements Moselle (m^3/j)**	**Prélèvements Moselle (m^3/mois)**	**Total Prélèvements (m^3/j)**	**Total Prélèvements (m^3/mois)**
Janvier	31	2880	89289	1764	54675	**4644**	**143964**
Février	28	2880	80648	1764	49384	**4644**	**130032**
Mars	31	2880	89289	1764	54675	**4644**	**143964**
Avril	30	2880	86409	1764	52911	**4644**	**139320**
Mai	31	2880	89289	1764	54675	**4644**	**143964**
Juin	30	2880	86409	1764	52911	**4644**	**139320**
Juillet	31	4049	125519	595	18445	**4644**	**143964**
Août	31	4049	125519	595	18445	**4644**	**143964**
Septembre	30	4049	121470	595	17850	**4644**	**139320**
Octobre	31	4049	125519	595	18445	**4644**	**143964**
Novembre	30	2880	86409	1764	52911	**4644**	**139320**
Décembre	31	2880	89289	1764	54675	**4644**	**143964**
Total	**365**	**39 238**	**1 195 060**	**16 490**	**500 000**	**55 728**	**1 695 060**

Dans le cas de l'hypothèse haute, le volume déficitaire de 0.5 Mm^3/an sera prélevé à 85% entre novembre et juin.

La conduite d'interconnexion doit également être en mesure de satisfaire le besoin de point des usagers du secteur Sud-Ouest. Ce besoin de pointe suit cette même saisonnalité.

Les tableaux suivants présentent en hypothèses haute et basse de prélèvements à horizon 30 ans, les besoins de pointes sur la ressource de substitution au cours de l'année.

Le besoin de pointe à satisfaire par la ressource de substitution est de 200 m^3/h dans le cas d'un déficit de 1 Mm^3/an, et 106 m^3/h dans le cas d'un déficit de 0.5 Mm^3/an.

Tabl. 29 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HH

	Hypothèse Haute - Besoin de Pointe		
Mois	**Besoin de pointe Sud-Ouest (m^3/j)**	**Besoin de pointe sur la nouvelle ressource (m^3/j)** Besoin de pointe Sud-Ouest - Prélèvements GTI	**Pointe sur la nouvelle ressource (m^3/h) sur 20h**
Janvier	6300	**4003**	**200**
Février	6300	**4003**	**200**
Mars	6300	**4003**	**200**
Avril	6300	**4003**	**200**
Mai	6300	**4003**	**200**
Juin	6300	**4003**	**200**
Juillet	6300	**1666**	**85**
Août	6300	**1666**	**85**
Septembre	6300	**1666**	**85**
Octobre	6300	**1666**	**85**
Novembre	6300	**4003**	**200**
Décembre	6300	**4003**	**200**

Tabl. 30 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HB

	Hypothèse Basse - Besoin de Pointe		
Mois	**Besoin de pointe Sud-Ouest (m^3/j)**	**Besoin de pointe sur la nouvelle ressource (m^3/j)** Besoin de pointe Sud-Ouest - Prélèvements GTI	**Pointe sur la nouvelle ressource (m^3/h) sur 20h**
Janvier	5200	**2120**	**110**
Février	5200	**2120**	**110**
Mars	5200	**2120**	**110**
Avril	5200	**2120**	**110**
Mai	5200	**2120**	**110**
Juin	5200	**2120**	**110**
Juillet	5200	**951**	**50**
Août	5200	**951**	**50**
Septembre	5200	**951**	**50**
Octobre	5200	**951**	**50**
Novembre	5200	**2120**	**110**
Décembre	5200	**2120**	**110**

8.4. DIMENSIONNEMENT DU TRANSFERT D'EAU DEPUIS LA STATION DE TRAITMENT JUSQU'AU RESERVOIR CENTRAL

8.4.1. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Haute (HH)

La conduite de transfert entre la station de traitement à proximité de Portieux et le réservoir central présente un linéaire de près de 47 km. Le besoin de pointe à fournir en hiver en HH s'élève à environ 200 m^3/h.

Des calculs hydrauliques ont été réalisés afin de définir en fonction des pertes de charge, la combinaison adéquate entre le diamètre de la conduite et le nombre de stations de relevage nécessaire pour atteindre le réservoir central.

Il en résulte la mise en place des réseaux et ouvrages suivants :

- Une conduite de diamètre 250 mm,
- Un poste de refoulement initial pour relever l'eau en sortie de station de traitement,
- 4 stations de reprise pour passer les points hauts localisés et relever l'eau jusqu'au réservoir central situé à une cote de 430 mNGF.

En fonction de la topographie le long du tracé, certains tronçons présentent un fonctionnement gravitaire sous pression, et d'autres un fonctionnement sous pression avec pompage en amont.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des différents tronçons de la conduite de transfert, avec indication de la pression à fournir par les pompes dans le cas d'un refoulement.

Tabl. 31 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HH

Tronçon	Cote départ (m)	Cote arrivée (m)	Distance (km)	Ecoulement	Diamètre	Pression à fournir* (Bar)
Vincey - Vincey	280	381	3,40	Refoulement	DN250	12,1
Vincey - Jorxey	381	414	5,75	Refoulement	DN250	7
Jorxey - Remoncourt	414	301	18,00	Gravitaire	DN250	0
Remoncourt - Hareville	301	384	6,40	Refoulement	DN250	12,4
Hareville - Vittel	384	404	4,07	Refoulement	DN250	4,6
Vittel - Mandres/Vair	404	355	7,09	Gravitaire	DN250	0
Mandres/Vair - Contrexéville	355	430	1,71	Refoulement	DN250	8,6

** La pression à fournir au niveau au droit des postes de refoulement inclue le delta topographique à franchir, ainsi que les pertes de charges le long de la conduite.*

Chaque station de pompage sera accompagnée d'une bâche de stockage de 500 m^3, correspondant à 2h de pompage en période de pointe.

Un réservoir intermédiaire de 500 m^3 sera positionné aux points hauts : 414 et 404 mNGF.

Le temps de séjour estimé dans la conduite de transfert à l'étiage est de 2 jours. Une chloration relais sera mise en place sur la dernière station de reprise, afin d'assurer une désinfection optimale de l'eau potable avant distribution vers les collectivités.

Le volume du réservoir central est défini en fonction des besoins des collectivités et de leurs volumes de réservoir existants :

- Les communes de Vittel et Norroy présentent un volume de réservoir total de 3800 m^3. Le besoin de pointe de 1913 m^3/j, soit 80 m^3/h : elles disposent ainsi de 2 jours de réserve.
- La commune de Contrexéville présente un volume de réservoir total de 1750 m^3. Le besoin de pointe de 860 m^3/j, soit 36 m^3/h : elle dispose ainsi de 2 jours de réserve.
- Le SIE de Bulgnéville présente un volume de réservoir total de 1800 m^3. Le besoin de pointe de 3911 m^3/j, soit 163 m^3/h : elle ne dispose ainsi que de 11h de réserve.

Le volume de réservoir du SIE de Bulgnéville est insuffisant. La construction d'un ouvrage de stockage supplémentaire a d'ailleurs été préconisée dans le programme pluriannuel de travaux réalisé en 2012 (Egis Eau).

Le réservoir central, d'une capacité de 2 000 m^3 (marnage de 8h), permettra ainsi de compenser le déficit volumétrique d'environ 2 000 m^3 du SIE de Bulgnéville.

La figure suivante présente le profil en long de la conduite de transfert, allant de 282 mNGF à 430 mNGF, avec positionnement des stations de pompage et du réservoir central.

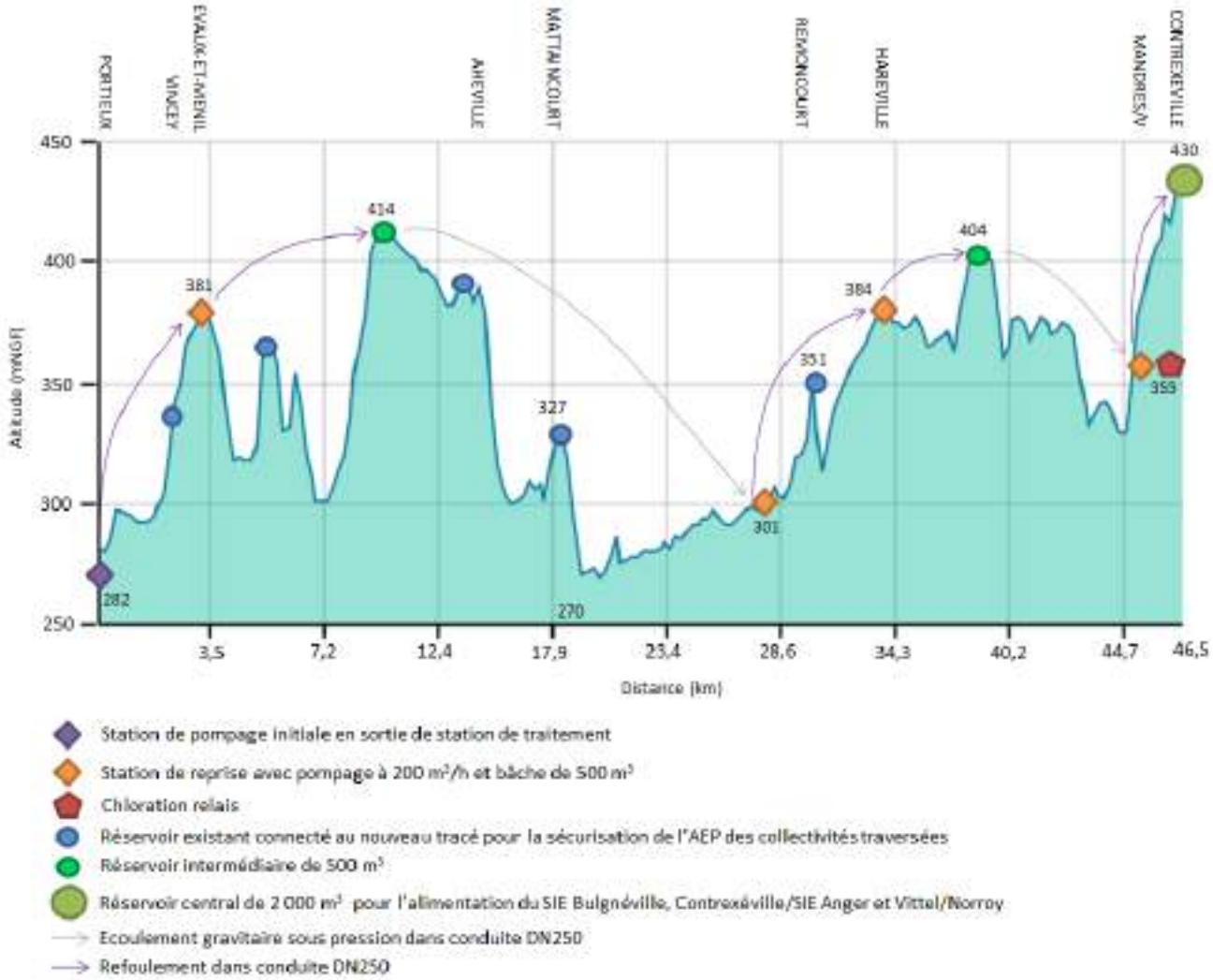


Fig. 59. Profil en long de la conduite de transfert de la solution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle » en Hypothèse Haute

8.4.2. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Basse (HB)

La conduite de transfert entre la station de traitement à créer sur Vincey et le réservoir central présente un linéaire de près de 47 km. Le besoin de pointe à fournir en hiver en HH s'élève à 120 m^3/h.

Des calculs hydrauliques ont été réalisés afin de définir en fonction des pertes de charge, la combinaison adéquate entre le diamètre de la conduite et le nombre de stations de relevage nécessaire pour atteindre le réservoir central.

Il en résulte la mise en place des réseaux et ouvrages suivants :

- Une conduite de diamètre 200 mm,
- Un poste de refoulement initial pour relever l'eau en sortie de station de traitement,
- Trois stations de reprise pour passer les points hauts localisés et relever l'eau jusqu'au réservoir central situé à une cote de 430 mNGF.

En fonction de la topographie le long du tracé, certains tronçons présentent un fonctionnement gravitaire sous pression, et d'autres un fonctionnement sous pression avec pompage en amont.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des différents tronçons de la conduite de transfert, avec indication de la pression à fournir par les pompes dans le cas d'un refoulement.

Tabl. 32 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HB

Tronçon	Cote départ (m)	Cote arrivée (m)	Distance (km)	Ecoulement	Diamètre	Pression à fournir* (Bar)
Vincey - Vincey	282	380,5	3,40	Refoulement	DN200	12,1
Vincey - Jorxey	380,5	413,7	5,75	Refoulement	DN200	6,7
Jorxey - Remoncourt	413,7	305	18,85	Gravitaire	DN200	0
Remoncourt - Hareville	301	383,7	5,55	Refoulement	DN200	11,2
Hareville - Vittel	383,7	403,7	4,07	Refoulement	DN200	4,4
Vittel - Mandres/Vair	403,7	360	7,20	Gravitaire	DN200	0
Mandres/Vair - Contrexéville	355	430	1,60	Refoulement	DN200	7,5

** La pression à fournir au niveau au droit des postes de refoulement inclue le delta topographique à franchir, ainsi que les pertes de charges le long de la conduite.*

Chaque station de pompage sera accompagnée d'une bâche de stockage de 300 m^3, correspondant à près de 3h de pompage en période de pointe.

Un réservoir intermédiaire de 500 m^3 sera positionné aux points hauts : 414 et 404 mNGF.

Le temps de séjour estimé dans la conduite de transfert à l'étiage est de 2.5 jours. Une chloration relais sera mise en place sur la dernière station de reprise, afin d'assurer une désinfection optimale de l'eau potable avant distribution vers les collectivités.

Le volume du réservoir central est défini en fonction des besoins des collectivités et de leurs volumes de réservoir existants :

- Les communes de Vittel et Norroy présentent un volume de réservoir total de 3800 m^3. Le besoin de pointe de 1723 m^3/j, soit 72 m^3/h : elles disposent ainsi de 2.2 jours de réserve.
- La commune de Contrexéville présente un volume de réservoir total de 1750 m^3. Le besoin de pointe de 771 m^3/j, soit 32 m^3/h : elle dispose ainsi de 2.3 jours de réserve.
- Le SIE de Bulgnéville présente un volume de réservoir total de 1800 m^3. Le besoin de pointe de 2938 m^3/j, soit 122 m^3/h : elle ne dispose ainsi que de 15h de réserve.

Le réservoir central, d'une capacité de 2 000 m^3 (marnage de 8h), permettra ainsi de compenser le déficit volumétrique du SIE de Bulgnéville. Un réservoir plus petit aurait un temps de marnage trop faible.

La figure suivante présente le profil en long de la conduite de transfert, allant de 282 mNGF à 430 mNGF, avec positionnement des stations de pompage et du réservoir central.

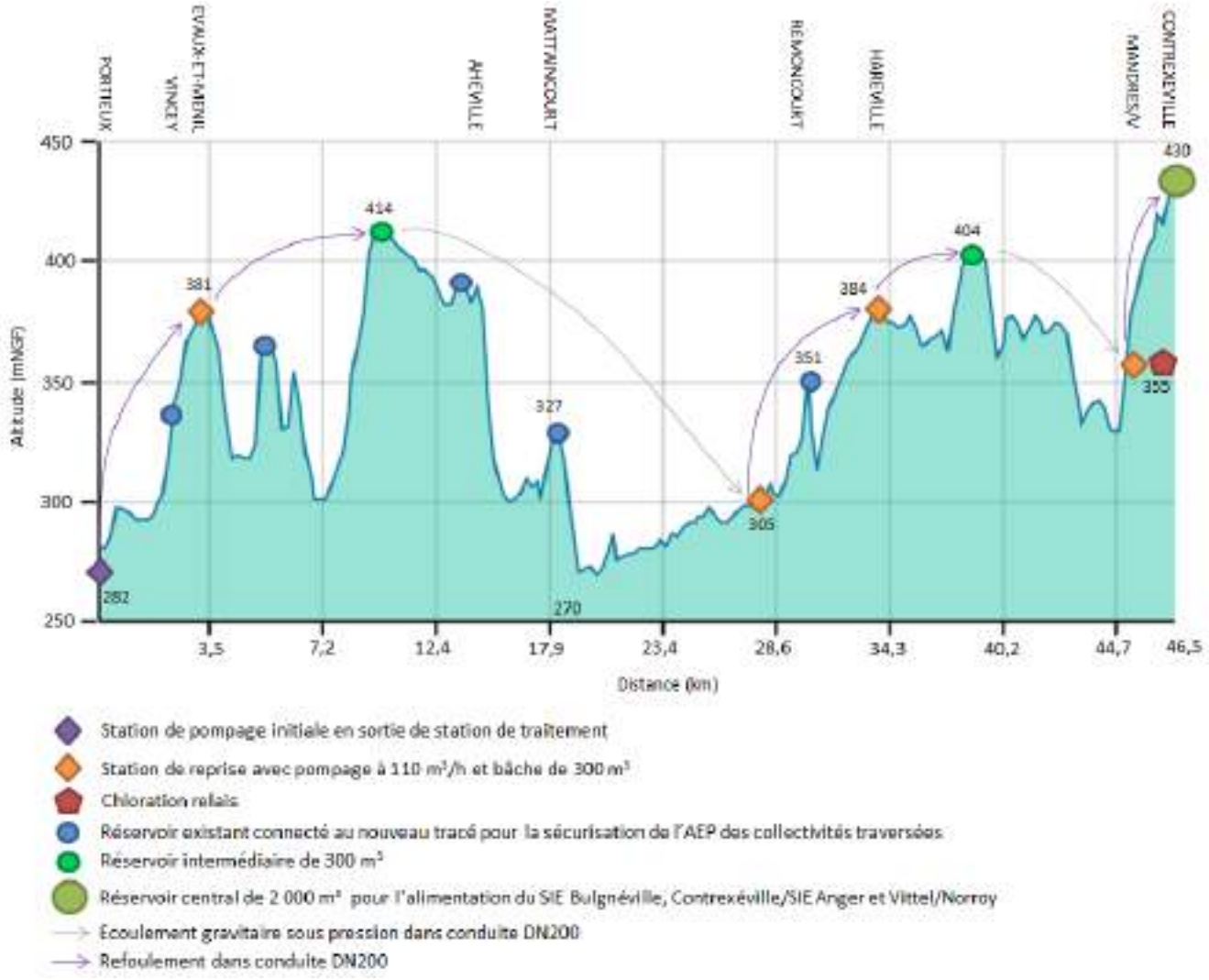


Fig. 60. Profil en long de la conduite de transfert de la solution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle » en Hypothèse Basse

8.5. DIMENSIONNEMENT DE LA DISTRIBUTION D'EAU DEPUIS LE RESERVOIR CENTRAL JUSQU'AUX COLLECTIVTES

8.5.1. Répartition des volumes distribués

La solution de substitution est en mesure d'acheminer :

- En Hypothèse Haute : 175 m^3/h en moyenne et 200 m^3/h en période de pointe.
- En Hypothèse Basse : 90 m^3/h en moyenne et 110 m^3/h en période de pointe.

Les besoins en eau des collectivités à desservir sont les suivants :

Tabl. 33 - Besoins journaliers moyens et de pointe des collectivités à desservir

Collectivités	Besoin moyen HH	Besoin moyen HB	Pointe HH	Pointe HB
SIE Bulgnéville	3401 m^3/j 142 m^3/h	2555 m^3/j 106 m^3/h	3911 m^3/j 163 m^3/h	2938 m^3/j 122 m^3/h
Vittel et Norroy	1434 m^3/j 60 m^3/h	1303 m^3/j 54 m^3/h	1913 m^3/j 80 m^3/h	1723 m^3/j 72 m^3/h
Contrexéville et SIE Anger	877 m^3/j 37 m^3/h	787 m^3/j 33 m^3/h	984 m^3/j 41 m^3/h	883 m^3/j 37 m^3/h

La répartition des débits de distribution en sortie de réservoir central a été fixée selon les hypothèses suivantes :

- Tous les ouvrages de prélèvements doivent fonctionner régulièrement toute l'année, il n'est donc pas question de substituer complètement une collectivité à partir de la nouvelle ressource.
- Les ouvrages existants sur le secteur Sud-Ouest présentent un état très variable. L'état des lieux a montré que :
  - 4 forages sont en mauvais état et non réhabilitables : le forage F1 du SIE de Bulgnéville, ainsi que les forages F3, F6 et F7 de la Ville de Vittel. Ces forages sont les plus anciens et il est urgent de substituer ces ressources.
  - 2 forages sont en très bon état car récents : F5 de la Ville de Vittel et F3 du SIE de Bulgnéville

  Aussi, en période d'étiage lors des besoins de pointe de Vittel, un maximum d'eau sera acheminé au réservoir de Vittel. En effet, de l'eau sera également acheminée vers les réservoirs de Bulgnéville et de Contrexéville afin de renouveler le volume de leur conduite.

  Hors d'étiage, la part de débit transmis aux collectivités sera proportionnelle aux besoins, mais d'un ratio de substitution équivalent (cf. tableaux suivants).

Les tableaux suivants présentent la saisonnalité des volumes distribués aux collectivités, pour les hypothèses haute et basse de prélèvements.

Tabl. 34 - Saisonnalité des volumes distribués aux collectivités - HH

	Vittel / Norroy		SIE Bulgnéville		Contrexéville / SIE Anger	
	Juil-Oct	Nov-Juin	Juil-Oct	Nov-Juin	Juil-Oct	Nov-Juin
Besoin de pointe (m3/j)	1913	1913	3911	3911	984	984
Volume substitué (m3/j)	938	1000	126	2017	126	510
Volume prélevé sur les GTI (m3/j)	975	913	3785	1894	858	474
Ratio ($V_{substitué}$/Besoin)	49 %	52 %	3 %	52 %	13 %	52 %

Tabl. 35 - Saisonnalité des volumes distribués aux collectivités - HB

	Vittel / Norroy		SIE Bulgnéville		Contrexéville / SIE Anger	
	Juil-Oct	Nov-Juin	Juil-Oct	Nov-Juin	Juil-Oct	Nov-Juin
Besoin de pointe (m3/j)	1723	1723	2938	2938	883	883
Volume substitué (m3/j)	373	550	96	934	126	280
Volume prélevé sur les GTI (m3/j)	1350	1173	2842	2004	757	603
Ratio ($V_{substitué}$/Besoin)	22 %	32 %	3 %	32 %	14 %	32 %

8.5.2. Dimensions des conduites de distribution

Le positionnement du réservoir central en point haut (430 mNGF) permet d'acheminer l'eau aux réservoirs des collectivités desservies de manière gravitaire.

Les calculs hydrauliques réalisés afin de satisfaire les besoins de pointe des usagers aboutissent à proposer des conduites de diamètres suivants :

- Distribution vers Bulgnéville : DN250 (arrivée : 2 bar en HH et 3.2 bar en HB),
- Distribution vers Vittel : DN200 (arrivée : 4.5 bar en HH et 5.6 bar en HB),
- Distribution vers Contrexéville : DN150 (arrivée : 2.4 bar en HH et 2.3 bar en HB),

Les figures suivantes présentent les profils en long des conduites de distribution vers Bulgnéville, Vittel et Contrexéville, ainsi que la ligne de charge.

Fig. 61. Profil en long de la conduite de distribution vers Bulgnéville

Fig. 62. Profil en long de la conduite de distribution vers Contrexéville

Fig. 63. Profil en long de la conduite de distribution vers Vittel

8.6. IMPLANTATION DES COMPTEURS DE VENTE ET D'ACHAT D'EAU

Les compteurs de vente d'eau pour la sécurisation de l'eau potable des SIE de Haut du Mont, Mirecourt et Thuillières, et de la commune de Vincey, seront positionnés sur le tronçon d'amené à leur réservoir.

Les compteurs d'achats d'eau du SIE de Bulgnéville, Contrexéville et Vittel seront positionnés en sortie du réservoir central, sur chacune des branches de distribution d'eau.

Des compteurs de vente d'eau sont existants entre Contrexéville et le SIE de L'Anger, et entre Vittel et Norroy.

Le schéma page suivante présente Synoptiques des collectivités desservies par la ressource de substitution..

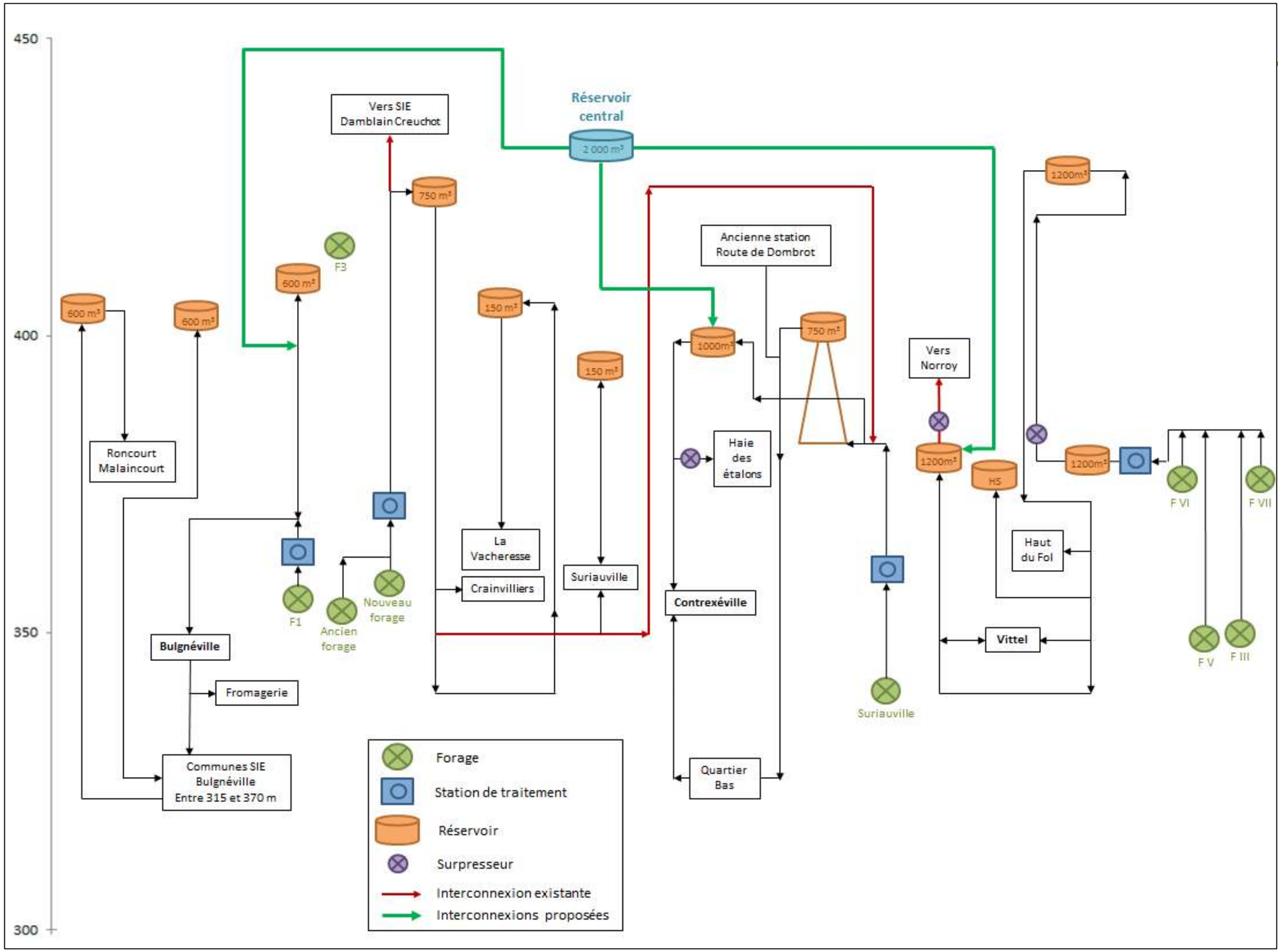


Fig. 64. Synoptiques des collectivités desservies par la ressource de substitution

9. ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT

L'estimation des coûts d'investissement de la solution « Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle » pour les hypothèses haute et basse de prélèvements à horizon 30 ans est présentée dans les tableaux suivants.

La solution s'élève à 29.7 millions d'euros pour substituer un volume de 1 Mm^3/an, et à 24,3 millions d'euros pour substituer un volume de 0.5 Mm^3/an

Tabl. 36 - Coûts d'investissement de la solution Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle »en Hypothèse Haute

Prestations	Coûts unitaires (€)	Quantité	Coûts (€)
OUVRAGES DE PRELEVEMENT			
Installation de 4 puits dans les alluvions de la Moselle	61 250	4	245 000
Têtes de puits, électricité intérieure, équipements hydrauliques	120 000	1	120 000
Raccordement au réseau électrique	50 000	1	50 000
STATION DE TRAITEMENT			
Capacité : besoin de pointe de 200 m^3/h Traitement : CAP, coagulation, floculation, décantation, filtration sur sable, désinfection	3 500 000	1	3 500 000
RESEAUX			
Adduction du site 4 au site 3 en DN100	100	3 200	320 000
Transfert de la station de traitement du SIE Vraine et Xaintois au réservoir central du secteur Sud-Ouest à substituer en diamètre DN250	250	46 500	11 625 000
Ditribution du réservoir central vers Bulgnéville en diamètre DN250	250	2 600	650 000
Ditribution du réservoir central vers Vittel - Norroy en diamètre DN200	150	8 400	1 260 000
Ditribution du réservoir central vers Contrexéville - SIE Anger en diamètre DN150	150	7 200	1 080 000
STATIONS DE REFOULEMENT			
Station de refoulement initiale en sortie de station de traitement de 200 m^3/h	300 000	1	300 000
Station de reprise de capacité 200 m^3/h	300 000	4	1 200 000
Chloration relais sur la dernière station de reprise	50 000	1	50 000
CHAMBRES DE VANNES			
Chambre ventouse DN200/DN250	15 000	29	431 250
Chambre ventouse DN150	10 000	5	52 000
Chambre vidange DN200/DN250	15 000	29	431 250
Chambre vidange DN150	10 000	5	52 000
BASSINS DE STOCKAGE			
Bâche de refoulement associée au station de reprise de 500 m^3	550 000	4	2 200 000
Réservoir intermédiaire de 500 m^3	550 000	2	1 100 000
Réservoir central de 2 000 m^3 avant distribution aux collectivités substituées	2 000 000	1	2 000 000
DIVERS			
Honoraires Maitrise d'Œuvre Levés Topo / Géotechnique Imprévus	2 902 200	1	2 902 200
Dossier réglementaire - Projet soumis à étude d'imapct	100 000	1	100 000
TOTAL HT			**29 668 700 €**

Pour information, en considérant une exploitation des alluvions de la Moselle à Chamagne (Site 1), Charme (Site 2) ou à Nomexy (Site 5), le surcout lié au tracé serait le suivant :

- Solution de coût équivalent pour Charmes,
- Surcoût de 1,3 M€ pour aller vers Chamagne (52 km),
- Surcoût de 1 M€ pour aller vers Nomexy (51 km).

Tabl. 37 - Coûts d'investissement de la solution Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle »en Hypothèse Haute

Prestations	Coûts unitaires (€)	Quantité	Coûts (€)
OUVRAGES DE PRELEVEMENT			
Installation de 2 puits dans les alluvions de la Moselle	62 500	2	125 000
Têtes de puits, électricité intérieure, équipements hydrauliques	120 000	1	120 000
Raccordement au réseau électrique	50 000	1	50 000
STATION DE TRAITEMENT			
Capacité : besoin de pointe de 110 m^3/h Traitement : injection CAP, coagulation, floculation, décantation, filtration sur sable, désinfection	2 500 000	1	2 500 000
RESEAUX			
Transfert de la station de traitement du SIE Vraine et Xaintois au réservoir de stockage central du secteur Sud-Ouest à substituer en diamètre DN200	200	46 500	9 300 000
Ditribution du réservoir central vers Bulgnéville en diamètre DN250	250	2 600	650 000
Ditribution du réservoir central vers Vittel - Norroy en diamètre DN200	150	8 400	1 260 000
Ditribution du réservoir central vers Contrexéville - SIE Anger en diamètre DN150	150	7 200	1 080 000
STATIONS DE REFOULEMENT			
Station de refoulement initiale en sortie de station de traitement de 110 m^3/h	200 000	1	200 000
Station de reprise de capacité 106 m^3/h	200 000	4	800 000
Chloration relais sur la dernière station de reprise	50 000	1	50 000
CHAMBRES DE VANNES			
Chambre ventouse DN200/DN250	15 000	29	431 250
Chambre ventouse DN150	10 000	4	36 000
Chambre vidange DN200/DN250	15 000	29	431 250
Chambre vidange DN150	10 000	4	36 000
BASSINS DE STOCKAGE			
Bâche associée au station de reprise de 300 m^3	450 000	4	1 800 000
Réservoir intermédiaire de 300 m^3	450 000	2	900 000
Réservoir central de 2 000 m^3 avant distribution aux collectivités substituées	2 000 000	1	2 000 000
DIVERS			
Honoraires Maitrise d'Œuvre Levés Topo / Géotechnique Imprévus	2 356 800	1	2 356 800
Dossier réglementaire - Projet soumis à étude d'imapct	100 000	1	100 000
TOTAL HT			**24 226 300 €**

SOLUTION DE SUSBTITION N°3 : EXPLOITATION DE LA NAPPE DES GTI DU SECTEUR SUD-EST

10. ETUDE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION

10.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE LA RESSOURCE

10.1.1. Cadre géologique et structural

Une carte géologique simplifiée du secteur Sud de la faille de Vittel établie par ANTEA Group sur le secteur d'étude est reportée à la Fig. 65. Deux coupes géologiques schématiques présentées sur les figures 45 et 46 illustrent le cadre structural régional.

Le contexte géologique régional montre une structure d'allure globalement monoclinale depuis les GTi observés à l'affleurement au Sud de Pierrefitte / Escles / Jésonville, jusqu'aux marnes du Keuper inférieur (t7). Ces formations plongent vers le Nord à Nord-Ouest avec un pendage de l'ordre de 2,5 %. Ces grès reposent en discordance sur les formations permiennes dans le secteur Sud-Ouest mais le Permien se biseaute progressivement vers l'Est où il disparaît totalement (coupe AB). Ainsi, dans la région de Relanges / Darney, et d'une façon générale sur tout le secteur Sud-Est, les grès vosgiens reposent directement sur le socle granitique qui affleure parfois en fond de thalweg dans le bassin versant de la Saône.

Cette structure monoclinale est perturbée par plusieurs failles, dont la principale est la faille de Vittel / Contrexéville d'orientation Ouest – Est de regard Nord et d'un rejet pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres. Cette faille est considérée comme peu perméable.

Les failles de Relanges d'orientation Nord-Est / Sud-Ouest et de Lerrain - Valfroicourt abaissent le compartiment dans lequel seront implantés les futurs forages de substitution. Ce compartiment délimité par ces deux failles serait abaissé d'environ 30 m par rapport au compartiment Est et d'environ 50 m par rapport au compartiment Ouest d'après la carte du mur des GTi calculée par interpolation des cotes du mur des GTi sur les forages existants par le BRGM (cf. figure suivante).

Plusieurs failles secondaires de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de rejets viennent découper ce massif gréseux, notamment au Sud de Darney.

Le secteur Sud-Est des GTI sous couverture tel que défini par le modèle hydrogéologique est délimité au Nord par la faille de Vittel et à l'Ouest par la faille de Relanges qui limite les secteurs Sud-Ouest et Sud-Est. Le modèle hydrogéologique dans sa version 2016 a été étendu au Sud et à l'Est jusqu'aux affleurements gréseux participant à la recharge de ce secteur, soit jusqu'à la ligne de partage des eaux souterraines supposée, entre les bassins de la Sâone et de son affluent le Coney d'une part, et le bassin versant du Madon et de l'Illon, affluents de la Moselle.

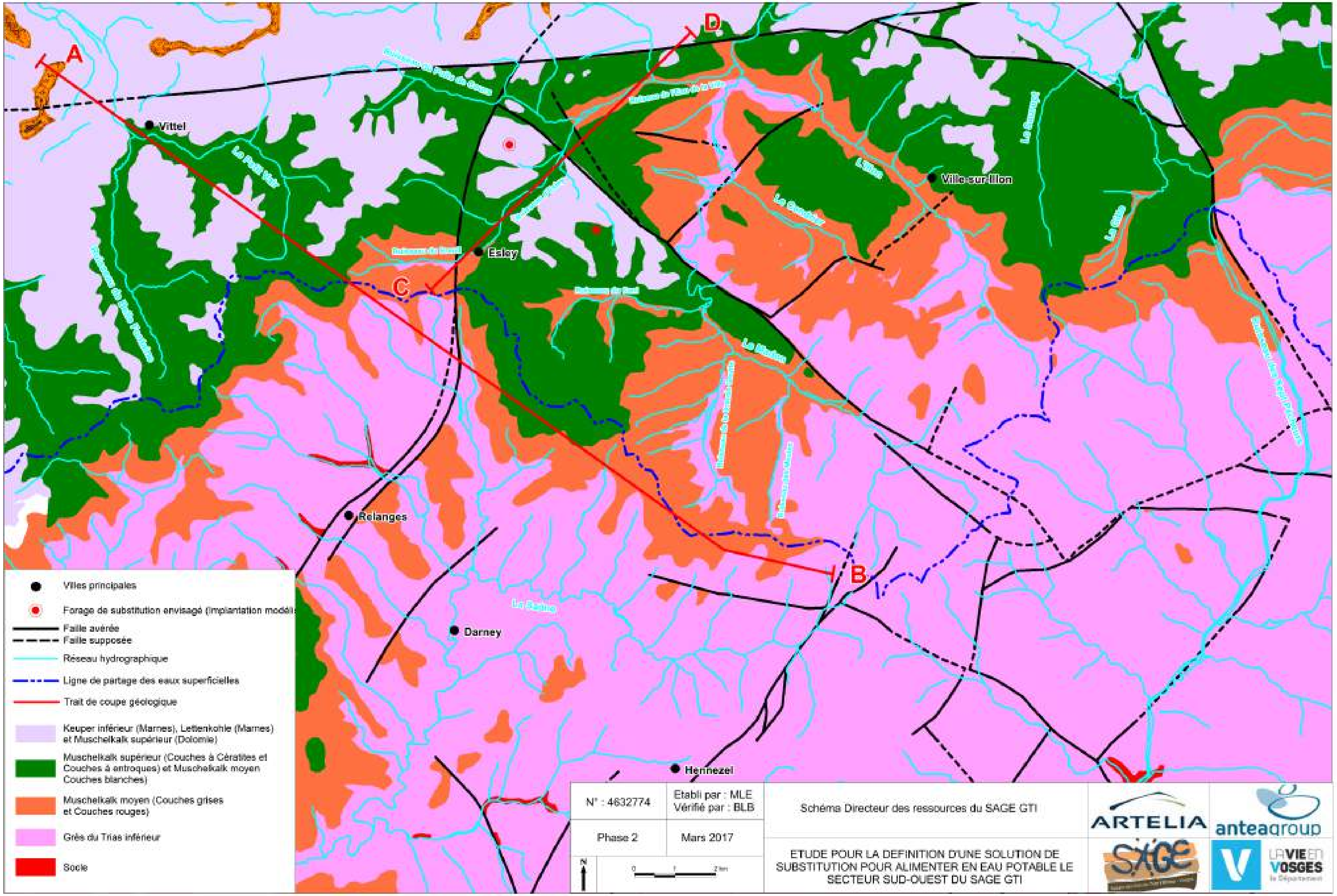


Fig. 65. ***Carte géologique simplifiée du secteur Sud de la faille de Vittel et traits de coupes géologiques***

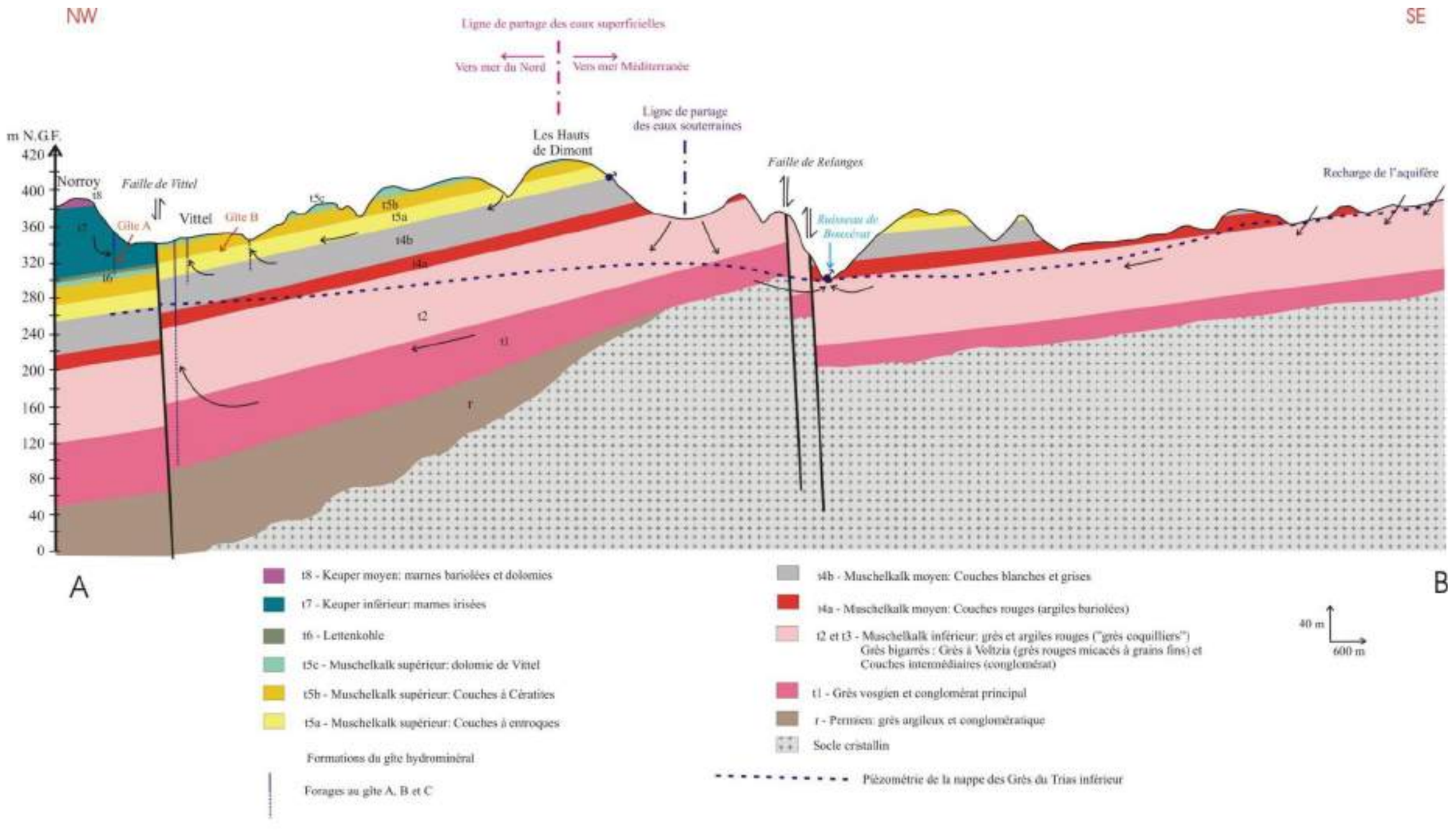


Fig. 66. ***Coupe géologique schématique AB***

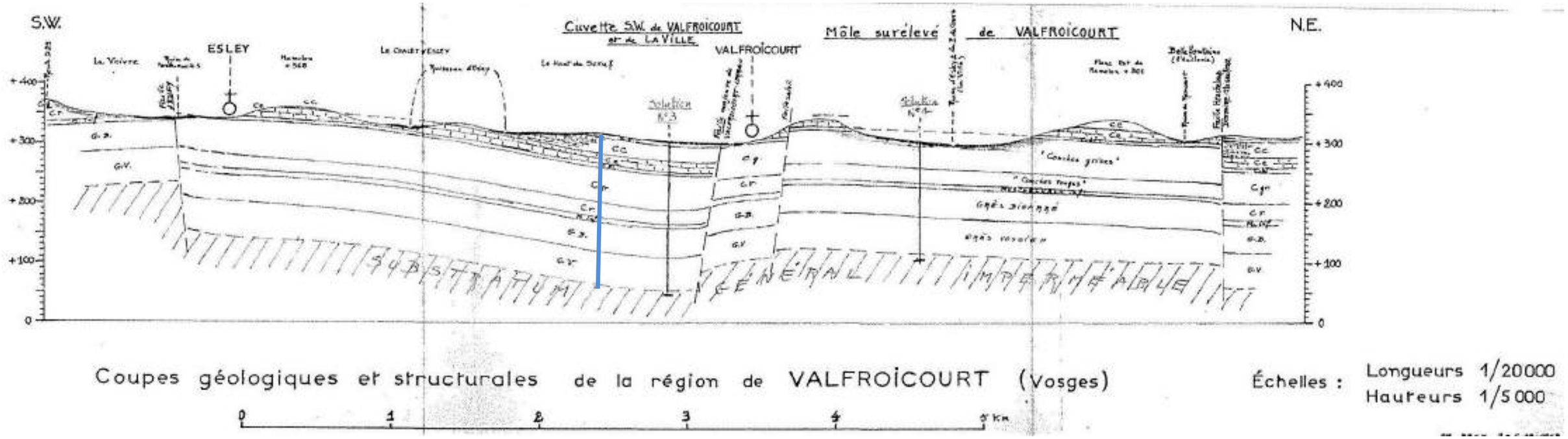


Fig. 67. ***Coupe géologique schématique CD***

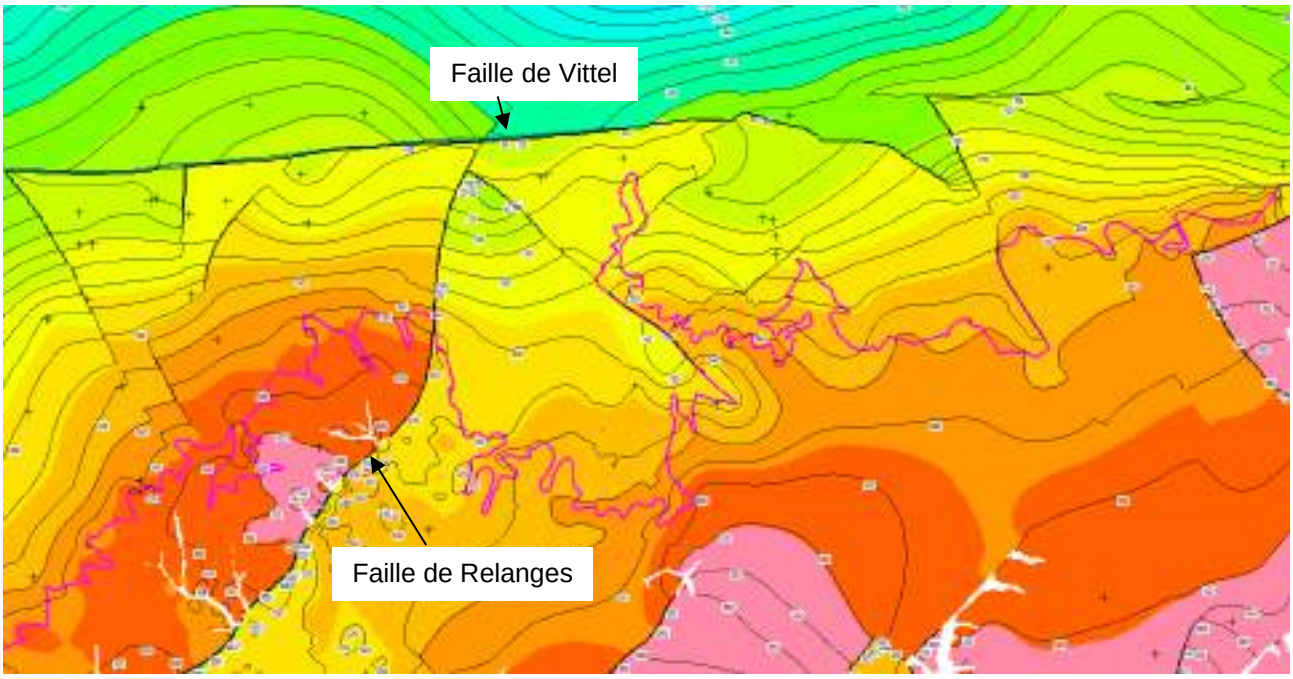


Fig. 68. Isohypses du mur des GTi (source BRGM)

Un extrait des cartes géologiques de Vittel et d'Epinal au 1/50 000ème couvrant le secteur Sud-Est est reporté à la Fig. 69.

Sur le secteur Sud-Est, les formations affleurantes sont constituées en très large majorité par les Couches à Cératites du Muschelkalk supérieur, formations marno-calcaires considérées comme peu perméables. Elles sont localement recouvertes par les Calcaires à entroques, voire la dolomie de la Lettenkohle (t6) près de la faille de Vittel.

L'Illon et le Madon ont déposé des alluvions qui sont cartographiées, donc présentent une épaisseur supérieure à 3 m.

Les affleurements gréseux participant à l'alimentation des GTi sous couverture du secteur Sud-Est sont constitués majoritairement par les Grès à Voltzia (t2b), ce qui confirme une continuité hydraulique entre les différents horizons gréseux puisque les forages aux GTi sur ce secteur captent principalement les Couches intermédiaires et les Grès vosgiens.

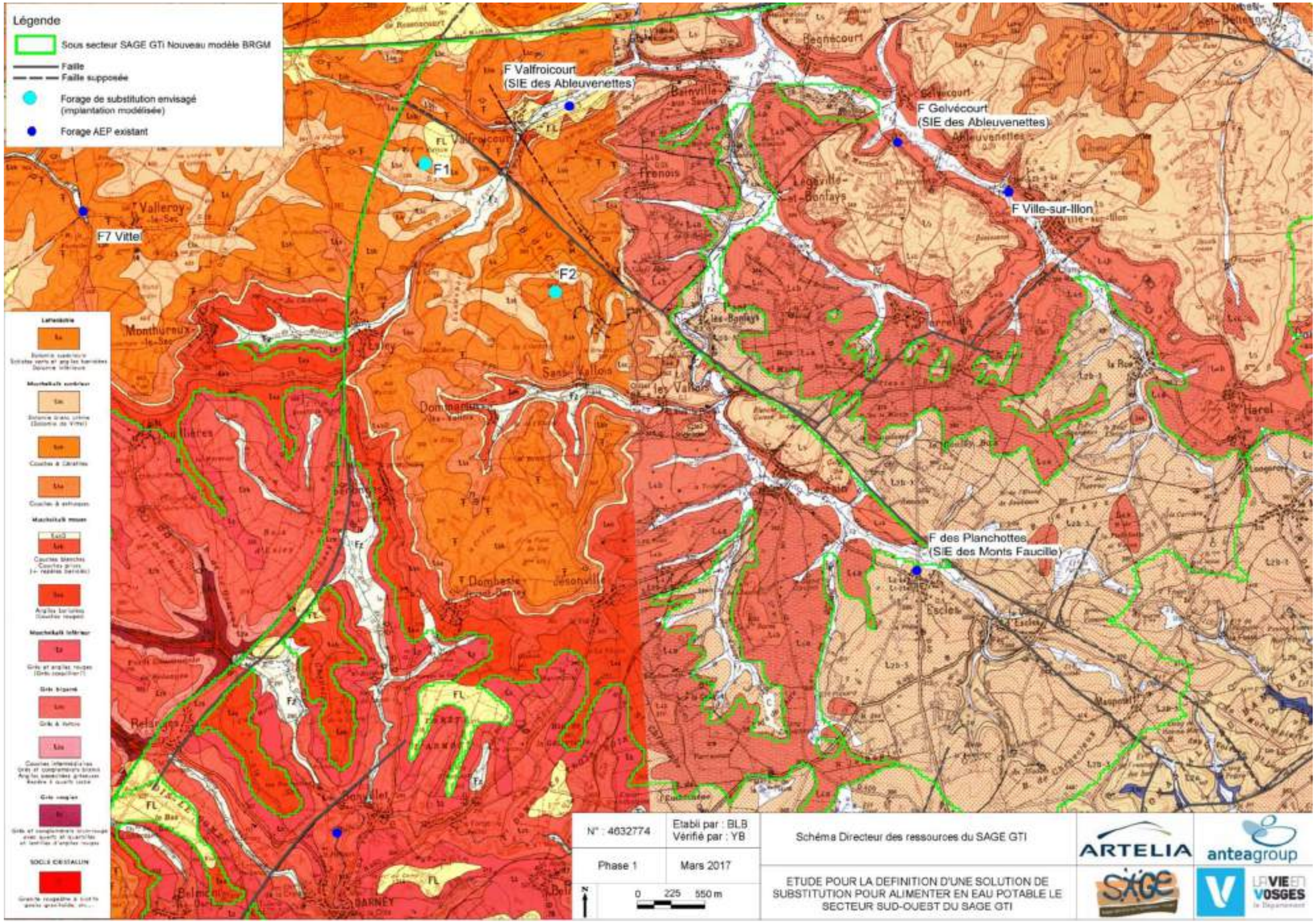


Fig. 69. ***Extraits des cartes géologiques au 1/50 000ème de Vittel et d'Epinal sur le secteur Sud-Est***

10.1.1.1. LITHO-STRATIGRAPHIE

La litho-stratigraphie des terrains rencontrés dans le secteur est la suivante, des formations les plus récentes aux formations les plus anciennes :

- Lettenkohle (t6) : constitué par des marnes et des schistes gris verdâtre entre deux niveaux de dolomie grise ou blanchâtre. L'épaisseur est comprise entre 9 et 13 m,
- Muschelkalk supérieur (t5), d'une épaisseur d'environ 50 m constitué par :
  - Dolomie de Vittel, (t5c) : calcaires dolomitiques en bancs plus ou moins épais atteignant 8 à 9 mètres d'épaisseur. Dans l'ensemble, ces calcaires sont très poreux et comportent de nombreuses fractures ;
  - Calcaires à Cératites (t5b) : franchement dolomitiques dans leur partie supérieure, ils passent ensuite à un faciès classique calcaire et marneux ;
  - Calcaires à entroques (t5a) : constitués par des calcaires à entroques, compacts, plus ou moins durs, gris bleu ou jaunâtres, parfois blanchâtres, en bancs épais.
- Muschelkalk moyen (t4b et t4a) d'une puissance d'environ 50 mètres. Il comprend :
  - Couches blanches, dolomie tendre sur quelques mètres d'épaisseur,
  - Couches grises, d'épaisseur totale 20 mètres. Elles sont en fait un complexe d'assises argilo-marneuses et dolomitiques en alternance très variable avec de très abondantes passées de gypse et d'anhydrite ;
  - Argiles bariolées, d'une épaisseur de 25 m, constituées par des marnes tendres, argileuses et micro-gréseuses rouge à mauve.
- Muschelkalk inférieur (grès coquilliers, t3) : alternance de grès souvent argileux et d'argiles rouges sableuses sur une épaisseur de 9 à 13 m,
- Grès bigarrés (Grès à Voltzia - Couches intermédiaires) (t2b-a), d'une puissance d'environ 60 m,
  - Grès à Meules et Grès à Voltzia (t2b) : d'une épaisseur de 26 à 30 m, ils sont constitués de grès à grain très fin de couleur ocre verdâtre comprenant de fins débris charbonneux.
    Un niveau de marnes rouges de 1 à 3 m d'épaisseur sépare les Grès à Voltzia des Couches intermédiaires (niveau repère de Minoux).
  - Couches intermédiaires (t2a) : d'une épaisseur de 20 à 40 m, ils sont constitués d'un grès à grain fin de couleur rose à passées argileuses qui devient conglomératique dans la moitié inférieure.
- Grès vosgien s.l.– Conglomérat principal et Grès vosgiens s.s. (t1), d'une puissance moyenne de 70 m qui augmente vers le Nord-Est. Il comprend :
  - la Zone limite Violette, niveau repère constitué par 0,5 à 6 m de grès fins argieux de couleur rouge violette,
  - le Conglomérat Principal : poudingue à galets roulés de quartz et accessoirement de granite ou grès, et grès rouge sombre sableux ou conglomératiques, à des lentilles d'argile rouge. L'épaisseur moyenne est de 20 m,
  - Gros vosgiens s.s. : grès rose fin d'une épaisseur de l'ordre de 45 m, puis grès conglomératique sur quelques mètres.

Ces GTi reposent sur le socle hercynien constitué d'un granite ou granito-gneiss altéré sur les premiers mètres qui devient rapidement massif.

10.1.1.2. NATURE DU SUBSTRATUM SOUS ALLUVIAL DES COURS D'EAU DU SECTEUR

D'après la carte géologique au 1/50 000ème de Vittel, les ruisseaux de la tête de bassin versant de la Saône (ruisseaux de Bonneval et de Thuillères, ruisseau du Bois le Comte, et ruisseau du Brau) ont fortement entaillé le massif gréseux jusqu'au granite à l'Ouest de la faille de Relanges, et doivent donc fortement drainer la nappe des grès à contre-pendage dans ce secteur. Au Sud-Est de cette faille, ces ruisseaux s'écoulent principalement sur les Grès à Voltzia sous un recouvrement alluvial. Seule, la Saône sur son cours amont, entre sa source et la Verrerie de Belrupt s'écoule sur les Couches intermédiaires et le Grès vosgien.

Concernant le Madon et ses affluents il apparaît que, d'après la carte géologique :

Les ruisseaux d'Esley et du Cani (qui traverse le village de Sans-Vallois) s'écoulent sur les formations du Muschelkalk moyen et inférieur et donc ne peuvent drainer la nappe des GTi,

L'Illon s'écoule sur le t2-3 indifférencié (Grès à Voltzia et Mushelkalk inférieur qui est argileux) en amont de Ville-sur-Illon, ainsi que sur son tronçon aval, entre la faille de Gelvécourt et le pont de Begnecourt), soit sur environ 1/4 de son cours,

Le Madon s'écoule sur les Couches Intermédiaires depuis sa source jusqu'au village Le Void d'Escles, puis sur le t2-3 indifférencié jusqu'à Escles ainsi qu'en aval de la faille de Lerrain / Valfroicourt.

Le ruisseau de la Grande Goutte, affluent rive gauche du Madon entaille le t2-3 sur l'essentiel de son cours.

Le Madon, le ruisseau de la Grande Goutte et l'Illon drainent vraisemblablement la nappe des GTi sur ces tronçons d'après l'analyse géologique. On notera toutefois que ces ruisseaux s'écoulent sur le Muschelkalk inférieur et le Grès à Voltzia qui renferment en tête des niveaux argileux sur plus de 10 m d'épaisseur (ex : forage d'indice BSS 3391-050 situé dans la vallée du Madon en aval de Pont-les-Bonfays et forage du SIE des Monts-Faucille qui est artésien sous une dizaine de mètres d'argile).

10.1.2. Contexte hydrogéologique

10.1.2.1. GEOMETRIE DE L'AQUIFERE

Le mur de l'aquifère des GTI est constitué par le socle cristallin et le toit par les niveaux marneux du Muschelkalk moyen.

La puissance de l'aquifère des GTI qui regroupe les formations t1 à t3 est de l'ordre de 130 à 140 m sur le secteur Sud-Est, et est plus importante que dans le secteur Sud-Ouest où elle ne dépasse pas 100 m sous couverture. Ce constat est également vrai près des affleurements : au Sud-Ouest, l'épaisseur des GTI se réduit rapidement vers les affleurements près de la faille de Relanges pour laisser apparaître le granite. L'épaisseur totale des GTi captée par les forages est ainsi faible : elle ne dépasse pas 45 m sur le forage de Sérécourt et 65 m sur le forage de Martigny-les-Bains. Au Sud-Est, la partie supérieure des GTI affleure sur de larges surfaces, donc l'épaisseur des GTI reste importante même en affleurement.

La puissance des GTi sous couverture est importante mais seule la moitié inférieure des Couches Intermédiaires et des Grès vosgiens s.l. sont généralement captés sur les forages sous couverture du fait de la présence de fer et de sulfates dans les niveaux supérieurs. L'épaisseur d'aquifère captée est ainsi de l'ordre 90 m sur le secteur Sud-Est.

10.1.2.2. ALIMENTATION, PIEZOMETRIE

Le fonctionnement hydrogéologique de ce secteur Sud-Est n'est pas connu avec précision en raison du manque de données disponibles : faible nombre de forages (4 ouvrages), un seul piézomètre avec une chronique piézométrique depuis 2004 seulement, nombreuses failles dont celles de Relanges et de Lerrain qui peuvent jouer un rôle important.

En l'absence de carte piézométrique suffisamment précise sur ce secteur, une esquisse piézométrique a été tracée par Antea Group à la figure 70, à partir des mesures piézométriques ponctuelles renseignées en BSS, qui sont peu nombreuses et asynchrones. Ces données ont été prises en compte par le BRGM pour caler le modèle. La piézométrie n'ayant pas connu d'évolution significative au cours des dernières décennies sur ce secteur, cette esquisse constitue une première approche qui a simplement pour vocation d'illustrer les sens d'écoulement supposés.

L'aquifère des GTI sur le secteur Sud-Est s'alimente par l'infiltration des précipitations pluviales et nivales tombées sur les affleurements gréseux, correspondant aux formations t2-3 principalement.

Cette zone de recharge de la nappe des GTi du secteur Sud-Est, correspond aux affleurements gréseux situés entre Escles, Vioménil et Maupotel ainsi qu'au Nord de la faille de Lerrain (délimités en vert sur la Fig. 69). Il est peu probable dans l'état actuel des connaissances que les affleurements situés au Nord-Est de la faille de Lerrain participent à l'alimentation du compartiment délimité par ces deux failles dans la mesure où le Madon draine. Les affleurements gréseux en bordure de la vallée du Madon participent également à la recharge de l'aquifère.

Depuis les affleurements, la nappe s'écoule en charge sous les argiles du Muschelkalk moyen, en direction du Nord-Nord-Ouest, avec un gradient très faible, de l'ordre de 0,3 % sur le secteur Sud-Est (NS. d'environ 318 m N.G.F. sur le forage d'Escles et de 291 m N.G.F. sur le piézomètre de Valfroicourt). La nappe est drainée par le Madon et l'Illon lorsque ces ruisseaux s'écoulent sur les grès. La mise en charge rapide de la nappe s'explique par la recharge sur des affleurements gréseux à une altitude élevée, comprise entre 380 et 415 m N.G.F.

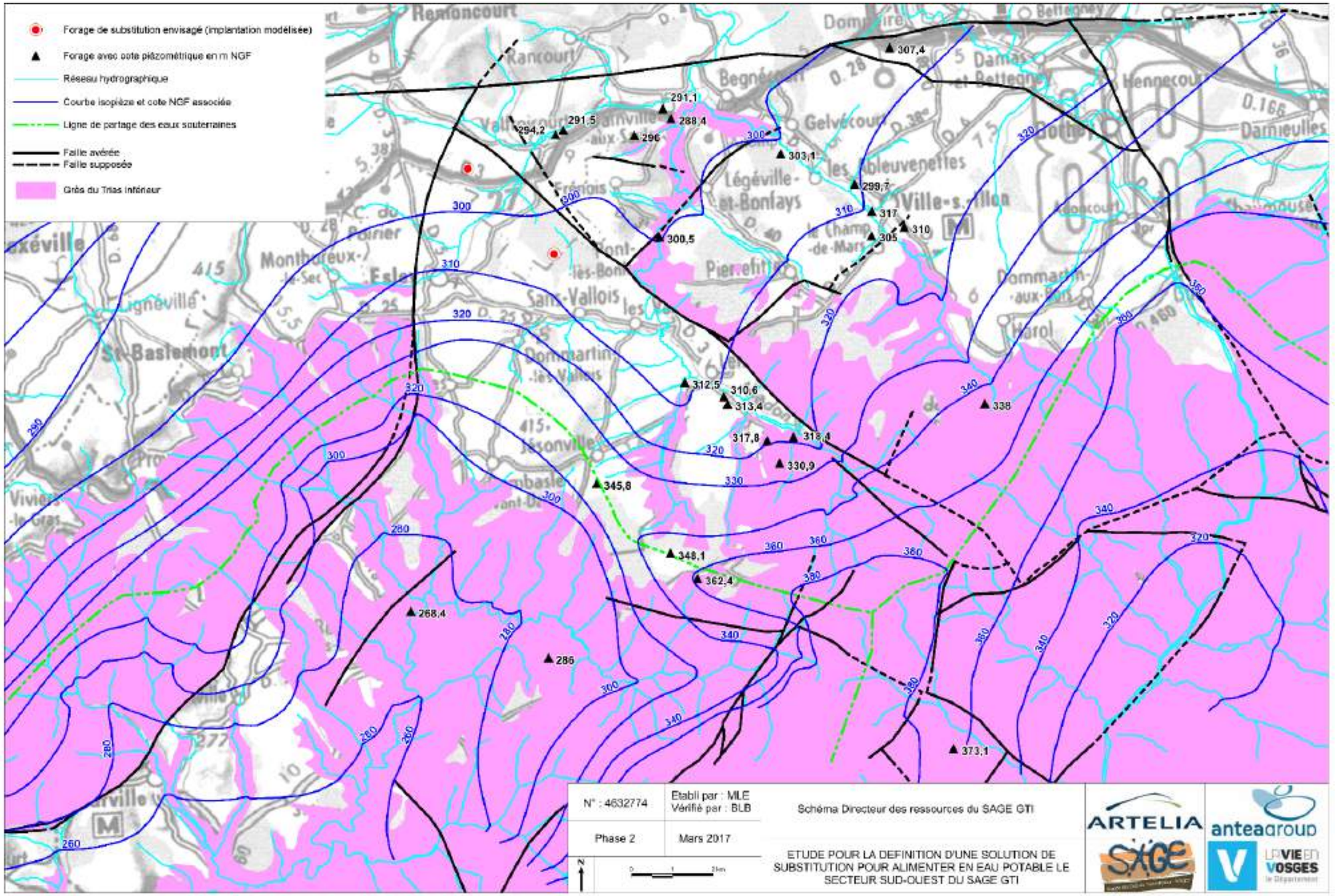


Fig. 70. ***Esquisse piézométrique sur le secteur Sud-Est***

Vers le Sud, au-delà de la ligne de partage des eaux, la nappe des grès est drainée à contre-pendage par le Coney, affluent de la Saône et la Sâone elle-même. Il en est de même pour une partie des affleurements gréseux situés au Nord-Ouest de la faille de Relanges.

Ainsi, la nappe est vraisemblablement captive sur la totalité du secteur sous quelques mètres à quelques dizaines de mètres de terrains peu perméables et sa profondeur est faible : elle est légèrement artésienne en fond de vallée près des affleurements (forage de Ville sur-Illon, forage d'Escles) et le niveau statique se situe à 11 m de profondeur sur le piézomètre de Valfroicourt à 1km de la faille de Vittel.

L'anisotropie des grès joue certainement un rôle dans le fonctionnement hydrogéologique. Plusieurs niveaux argileux sont en effet intercalés au sein de la masse gréseuse, qui peuvent conférer à l'aquifère, un comportement d'aquifère multicouches plus ou moins continues : niveau marneux entre les Grès à Voltzia et les grès des Couches intermédiaires, Zone limite Violette (jusqu'à 3 m d'épaisseur), entre les Couches Intermédiaires et le Grès vosgien s.s.et horizons argileux à différents niveaux dans les grès. L'âge très ancien de l'eau pompée sur le forage d'Escles (plus de 2000 ans), pourtant situé en affleurement des GTi est un élément à prendre en compte dans l'analyse hydrogéologique (référence de datation : *MARTY B., DEWONCK S., FRANCE LANORD C. (2003) Geochemical evidence for efficient aquifer isolation over geological timeframes Bernard Marty1,2, Sarah Dewonck1* & Christian France-Lanord1. NATURE |VOL 425 | 4 SEPTEMBER 2003. Received 27 February; accepted 31 July 2003; doi:10.1038/nature01966).*

10.1.2.3. EVOLUTION ET FLUCTUATIONS PIEZOMETRIQUES

Un seul piézomètre avec chronique existe sur ce secteur : il s'agit de l'ancien forage de Valfroicourt sur lequel sont enregistrés des mesures de niveaux journalières depuis 2004 seulement (cf. Fig. 71 ci-dessous).

L'évolution piézométrique montre ***une tendance haussière de la piézométrie***, surtout marquée entre 2005 et 2014 (environ 1 m), qui peut s'expliquer par ***l'évolution baissière des prélèvements*** (6,2% entre 2010 et 2014).

Quelques mesures ponctuelles sur des forages exploités tendraient à montrer par ailleurs une baisse piézométrique d'environ 4 m entre 1970 et 2004 sur ce secteur.

Les fluctuations piézométriques saisonnières sont de l'ordre de 50 à 60 cm sur le piézomètre de Valfroicourt situé en nappe captive, à environ 1800 m des affleurements gréseux de la vallée du Madon, sans déphasage notable des périodes de recharge et d'étiage, ce qui confirme le faible coefficient d'emmagasinement lié à la nature captive de la nappe (réactivité d'une journée calculée avec un coeff. S de 1/10-4 et de 10 jours avec un coeff. S de 10-3).

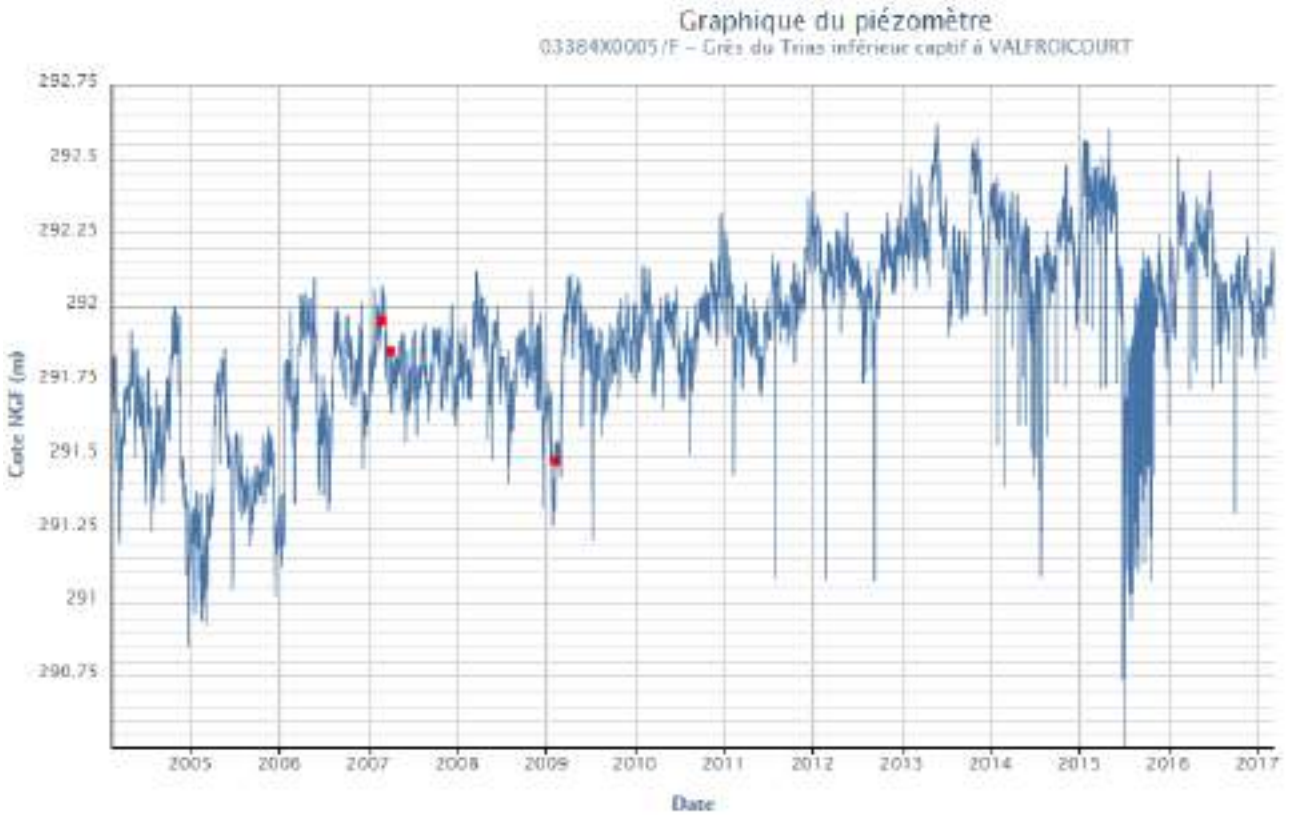


Fig. 71. Evolution de la piézométrie dans les GTI sous couverture dans le secteur Sud-Est depuis 2004

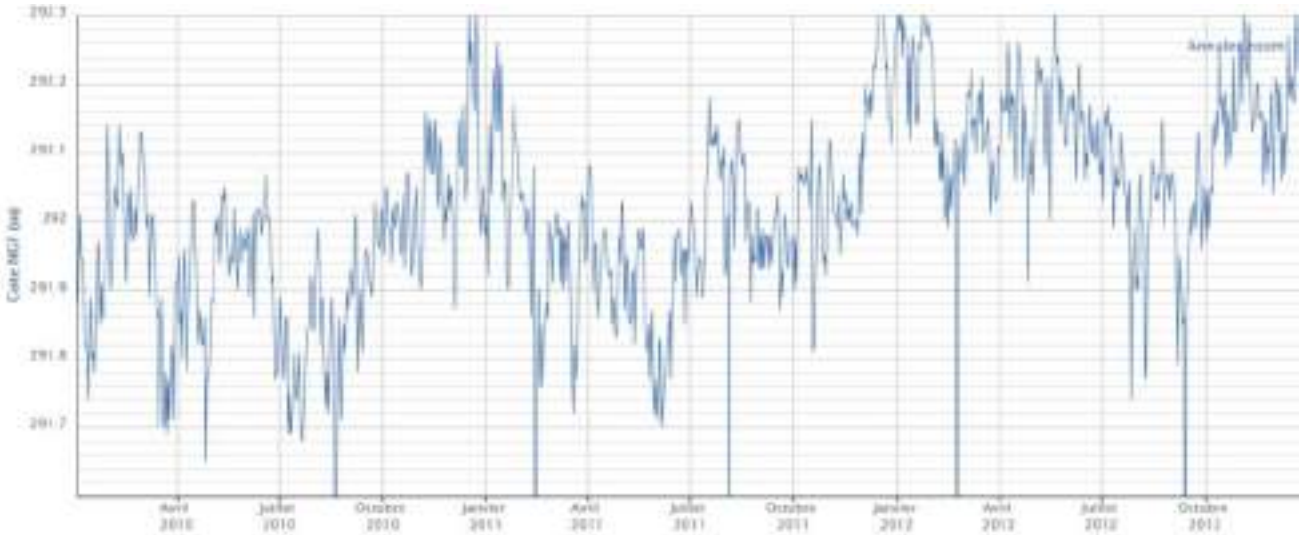


Fig. 72. Fluctuations saisonnières sur le piézomètre de Valfroicourt entre 2010 et 2012

10.1.2.4. EVOLUTION DES PRELEVEMENTS DANS LA NAPPE DES GTI DU SECTEUR SUD-EST

L'évolution des volumes prélevés dans la nappe des GTI du secteur Sud-Est est reportée sur le graphique ci-dessous.

Cette évolution traduit l'augmentation des besoins et reflète la mise en service des forages après leur réalisation : mise en exploitation du forage de Ville sur-Illon réalisé en 1974, mise en exploitation du forage de Gelvécourt (SIE des Ableuvenettes) à partir de 2004. Ce forage est le plus exploité du secteur.

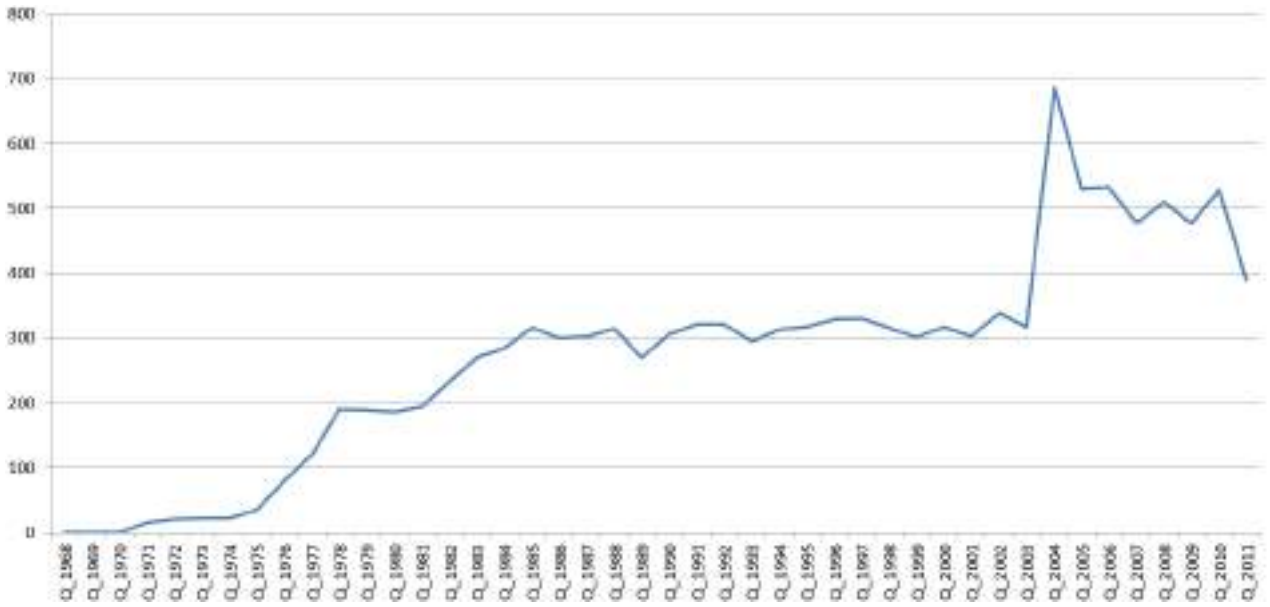


Fig. 73. Evolution des volumes totaux annuels prélevés de 1968 à 2010 dans le secteur Sud Est (en milliers de m³/an) (source des données : BRGM, modèle de la nappe des GTI version 2012)

10.1.3. Contexte hydrologique et milieu aquatique

10.1.3.1. BASSINS VERSANT CONCERNES, DEBITS ET QUALITE DES EAUX

Le secteur d'étude se situe en limite de partage des eaux entre la Mer du Nord (bassin Rhin-Meuse) et la Méditerranée (Rhône) et s'inscrit dans le bassin versant du Haut Madon (code masse d'eau FRCR249) qui prend sa source à Vioménil et de son affluent rive droite l'Illon (Code masse d'eau FRCR254).

Au Sud immédiat du secteur s'écoule la Saône et son affluent rive gauche le Coney.

Les cours d'eau du secteur d'étude et leurs bassins versants sont reportés à la Fig. 75 en page suivante.

10.1.3.2. ETAT ECOLOGIQUE ET CHIMIQUE DES COURS D'EAU

La qualité chimique du Madon sur la période 2013-2015 était moyenne à bonne à la station de Bainville-aux-Saules, soit en limite aval du secteur d'étude à cause de la présence de polluants spécifiques As, Cu et Métazachlore) et sa qualité chimique bonne. Notons que la qualité écologique du Madon en amont d'Escles était classée mauvaise dans l'état des lieux du SDAGE 2013 pour l'état piscicole.

L'Illon à la station de Gelvécourt à Adompt était dans un état écologique moyen sur la période 2013 – 2015 de par la présence de polluants spécifiques (As) et d'un taux de saturation en O2 faible. Sur la même période son état chimique était mauvais pour certains paramètres (polluants organiques). Cette mauvaise qualité chimique est liée à des rejets d'assainissements dans certains de ses affluents.

D'après l'état des lieux du SDAGE RMC en 2009, la qualité écologique de la Saône était bonne jusqu'en amont de Monthureux-sur-Saône et sa qualité chimique mauvaise.

10.1.3.3. RELATIONS NAPPE DES GTI / COURS D'EAU

Le BRGM a réalisé une campagne de jaugeages différentiels sur l'Illon et le Madon à l'étiage, le 20 septembre 2016 pour quantifier ce drainage de nappe et prendre en compte dans le modèle la répartition spatiale du drainage de la nappe (cf. figure ci-dessous).

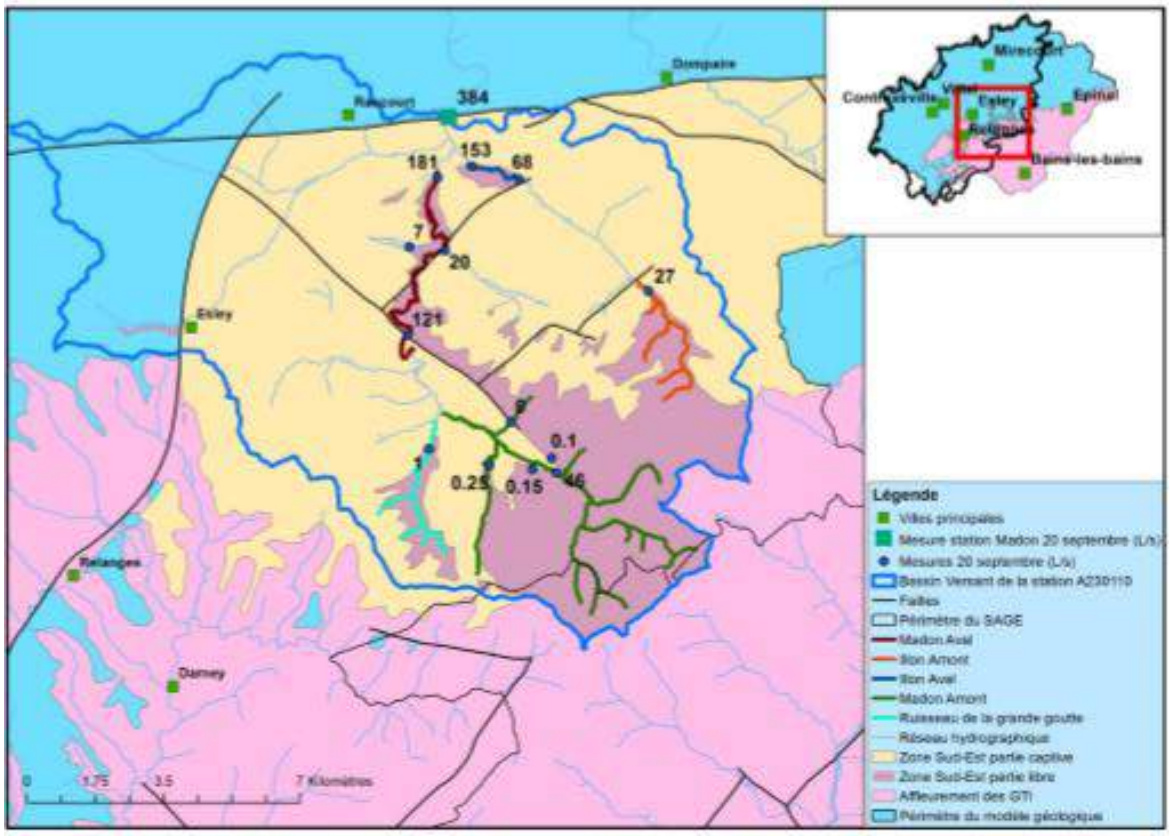


Fig. 74. Campagne de jaugeages différentiels du 20/09/2016 sur le Madon et l'Illon (source BRGM)

Ce jour-là, les débits acquis par les cours d'eau sur les biefs s'écoulant sur les GTi étaient les suivants :

- Madon : 46 l/s pour le bief amont et 33 l/s pour le bief aval,
- Illon : 27 l/s pour le bief amont et 85 l/s pour le bief aval (notons que ce débit paraît élevé compte tenu du faible linéaire du tronçon et de la configuration géologique : l'Illon reçoit l'apport de sources en rive droite, cartographiées sur la carte géologique. Ces sources sont probablement issues des Couches blanches du Muschelkalk moyen et de la partie supérieure des Couches grises).

Le débit total, considéré comme provenir du drainage de la nappe des GTi, représentait ainsi 191 l/s, soit près de la moitié du débit mesuré à la station de Begnecourt (384l/s, débit d'étiage qui était proche du débit d'étiage de récurrence 1/2 = 369 l/s).

Le ruisseau de la Grande Goutte ne draine pas la nappe des GTi compte-tenu des très faibles débits mesurés.

10.1.3.4. SENSIBILITE DU MILIEU AQUATIQUE

La note technique de l'Agence Française de la Biodiversité souligne la grande sensibilité de la tête de bassin du Haut-Madon : certaines espèces piscicoles, considérées comme patrimoniales et faisant l'objet d'un statut de protection national ou européen ont en effet été recensées comme la Truite commune, le Chabot et le Brochet. De plus, il existe de nombreuses frayères pour le Chabot et la Truite sur ce secteur. Afin de réduire l'impact potentiel de nouveaux prélèvements sur le débit de ces cours d'eau en étiage, les nouveaux pompages sur le secteur Sud-Est ont été éloignés des affleurements, et des secteurs de Lerrain – Pierrefitte envisagés initialement.

La note mentionne également la présence d'Ecrevisses à pieds blancs et à pattes rouges figurant sur la liste rouge des espèces protégées au niveau national dans le ruisseau le Puits de Cours, affluent rive gauche du Madon. Ce ruisseau s'écoule sur le Muschelkalk calcaire et donc ne draine pas la nappe des GTI.

Aucune donnée n'a pu être compilée concernant l'Illon, qui n'a pas été étudiée par l'AFB, l'AERM ayant exclu tout impact sur le débit d'étiage sur le cours d'eau actuellement impacté par les rejets d'assainissement.

10.1.3.5. ESPACES NATURELS REMARQUABLES

Une cartographie des espaces naturels remarquables est présentée à la Fig. 75. Il n'existe pas de sites NATURA 2000 sur le secteur.

Plusieurs ZNIEFF de type 1 sont recensés dans les vallons du Haut bassin de la Saône (cf. tableau ci-dessous). Une ZNIEFF de type 1, l'étang de Jeanmoie à Ville sur Illon est identifiée dans le bassin versant du Haut Madon.

La tête de Bassin du ruisseau de la Grande Goutte, le Madon et ses affluents en amont du Void d'Escles ainsi que le bassin amont de la Sâone se situent dans la ZNIEFF de type II « Voge et Bassigny » (n°410030456) qui concerne plus d'une soixantaine de communes.

Tabl. 38 - Liste des ZNIEFF de type 1 sur le secteur d'étude

Nom	Identifiant National	Bassin versant concerné
Etang de Jeanmoie à Ville-sur-Illon	410008097	Madon
Rivière de la Saône de Viomènil à Bonvillet	410030226	Saône
Etangs de Francogney, des Bois et le Pretre à Charmois-L'Orgueilleux	410030043	Saône
Zone de source à Esley	410030217	Saône
Ruisseau de Bonneval à Saint-Baslemont	410030215	Saône
Ruisseau du Bouxerat à Senonges	410030216	Saône

On retiendra la grande sensibilité du Haut Madon en amont d'Escles de par l'existence de frayères, ainsi que du Haut bassin de la Saône pour le nombre de ZNIEFF de type 1.

Il convient d'éloigner au maximum les futurs forages de ces zones, ainsi que des zones de drainage de nappe identifiés pour minimiser l'impact sur le débit des ruisseaux et sur le milieu naturel.

De ce point de vue, les implantations modélisées sont bien positionnées.

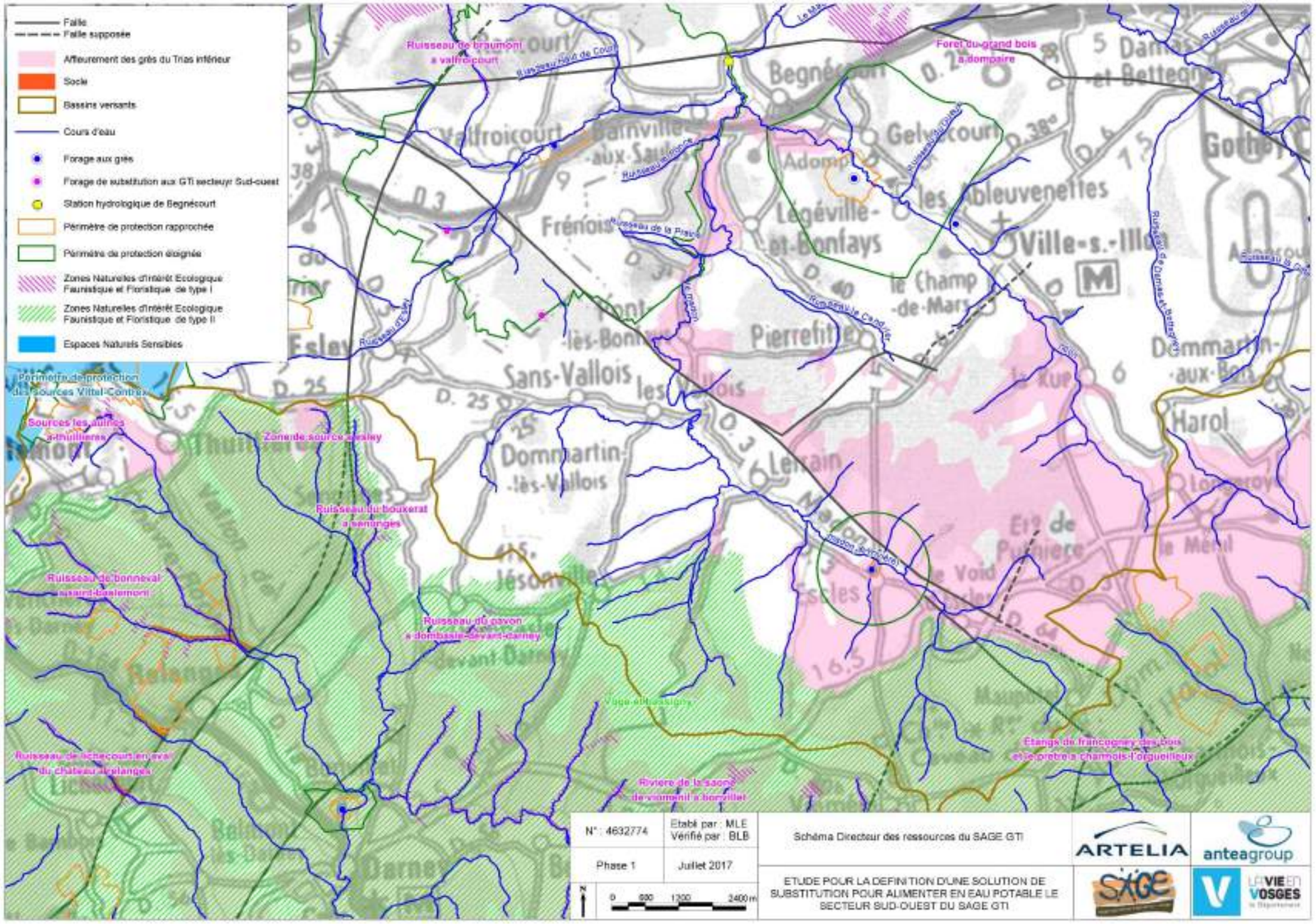


Fig. 75. Carte des contraintes et enjeux du secteur Sud-Est

10.1.4. Productivité des ouvrages existants

Quatre forages sont exploités pour l'AEP de collectivités sur le secteur : les forages du SIE des Ableuvenettes situés sur les bans communaux de Valfroicourt et Gelvécourt, le forage communal de Ville-sur-Illon, ainsi que le forage d'Escles situé en zone d'affleurement des grès, qui alimente en eau potable le SIE des Mont-Faucille. Ces forages sont localisés sur la carte à Fig. 69.

Le tracé des périmètres de protection de ces forages est reporté à la Fig. 75 en page précédente.

10.1.4.1. FORAGES DE VALFROICOURT (SIE DES ABLEUVENETTES)

10.1.4.1.1. Ancien forage (03384X005)

Cet ancien forage, d'une profondeur de 144 m, est situé dans la vallée du ruisseau « Le Puits de Cours », affluent du Madon. Il a traversé respectivement le Muschelkalk moyen et inférieur jusqu'à 30 m de profondeur, les Grès bigarrés jusqu'à une profondeur de 81 m, puis les Grès vosgiens jusqu'au fond. Le substratum granitique n'a pas été atteint. Le forage est équipé d'un tubage plein cimenté jusqu'à 50 m de profondeur en face des Grès à Voltzia, puis est équipé d'une crépine jusqu'à 100 m de profondeur et remblayé de graviers en dessous.

Les essais à l'avancement de la foration ont montré que la tranche aquifère la moins productive et la plus minéralisée, marquée notamment par des teneurs élevées en fer et en sulfates, se situait dans les grès Voltzia, terrains qui ont été obturés par la cimentation.

Un profil micro-moulinet en pompage a mis en évidence que la quasi-totalité du débit pompé était acquis entre 50 et 70 m, soit dans les Couches intermédiaires et que donc les Grès vosgiens s.l. n'étaient pas productifs. Le débit spécifique de l'ouvrage était de l'ordre de 0,9 m3/h/m pour un débit de 45 m3/h, et son débit critique de 49 m3/h.

Ce forage n'est plus exploité et a été conservé comme piézomètre de contrôle de la nappe des GTi.

10.1.4.1.2. Nouveau forage (03384X0039)

Ce nouveau forage a été réalisé à une distance de 230 m de l'ancien. D'une profondeur de 150 m, le forage a traversé respectivement les couches rouges du Muschelkalk moyen sur une épaisseur de 19 m, le Muschelkalk inférieur jusqu'à une profondeur de 30 m, les Grès bigarrés jusqu'à 80 m et les grès vosgiens s.s jusqu'au conglomérat basal.

L'ouvrage est crépiné en face de la moitié inférieure des Couches intermédiaires et des grès vosgiens s.s, niveaux qui ne produisent pas sur l'ancien forage. La nappe des grès est localement captive sous quelques mètres de Couches rouges.

La productivité de ce forage est beaucoup plus importante que l'ancien puisqu'il peut fournir un débit de 100 m^3/h pour 37 m de rabattement, soit un débit spécifique de 2,7 m^3/h/m. La transmissivité locale, déduite de l'interprétation des essais de débit, est très bonne, de l'ordre de $2{,}3.10^{-3}$ m^3/s.

10.1.4.2. FORAGE DE GELVECOURT (SIE DES ABLEUVENETTES)

Ce forage (indice BSS 03384X040), d'une profondeur de 195 m, capte le conglomérat de base des Couches Intermédiaires et le grès vosgiens s.s. sur 100 m d'épaisseur jusqu'au granite altéré dans lequel il pénètre.

Le forage peut fournir un débit de 60 m3/h, pour 37 m de rabattement, soit un débit spécifique de 1,6 m3/h/m. La transmissivité locale, déduite de l'interprétation des essais de débit, est de l'ordre de 1,7.10-3 m3/s.

10.1.4.3. FORAGE DE VILLE SUR ILLON

Ce forage (indice BSS 03391X0040/F), d'une profondeur de 115 m capte la moitié des Grès à Voltzia et la partie supérieure des Grès vosgiens, soit une épaisseur totale de grès de 45 m. Ce forage est légèrement artésien sous 50 m de terrains peu perméables et le trop plein du forage alimente un étang. Le forage pourrait fournir un débit de 60 m3/h en pompage.

10.1.4.4. FORAGE D'ESCLES (SIE DES MONT-FAUCILLES)

Le Syndicat des Eaux des Mont-Faucilles exploite un forage d'une profondeur de 87 m sur le ban communal d'Escles. Ce forage d'indice BSS 339-5X031, réalisé en 1985, capte les horizons des Couches Intermédiaires et du Conglomérat Principal. Il a traversé en partie supérieur 10 m d'argile sableuse appartenant aux Grès à Voltzia.

Ce forage était artésien au débit de 7 m^3/h et à un niveau de +3,4 m / sol lors de sa réalisation. Le débit spécifique de l'ouvrage était de 2 m3/h/m pour un débit de 60 m3/h. La transmissivité déduite des essais de débit a été évaluée à 9.10-4 m2/s et le coefficient d'emmagasinement à 0,35%, ce qui est élevé pour ce type d'aquifère.

La transmissivité des forages du secteur est de l'ordre 0,5 à 2,5.10^{-3} m^3/s et les débits exploitables sont compris entre 60 et 100 m3/h sur le secteur Sud-Est.

Le débit de pointe journalier de 100 m3/h recherché en hypothèse haute est donc susceptible d'être obtenu sur un forage, d'autant que le potentiel de rabattement est un peu plus important sur ce compartiment surbaissé.

Les résultats des essais et diagraphies effectués sur les forages du secteur confirment l'anisotropie des grès, les horizons producteurs pouvant être variables d'un ouvrage à l'autre.

10.1.5. Qualité des eaux brutes

Une étude de la qualité des eaux prélevées sur les 4 forages exploités dans les GTi sur le secteur Sud-Est, a été conduite à partir des résultats d'analyses sur l'eau brute transmises par l'ARS au cours des 10 dernières années. Les résultats d'analyse d'eau prélevée sur le forage F7 de la Ville de Vittel, forage du secteur Sud-Ouest le plus proche de la zone d'étude, ont été présentés à titre de comparaison. Ce forage se situe toutefois à l'Ouest de la faille de Relanges, dans un secteur fortement marqué par la baisse piézométrique où le niveau de nappe actuel est proche de la limite de captivité et du sommet des crépines.

Les valeurs moyennes des concentrations et des principaux paramètres sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Tabl. 39 - Concentration moyenne des principaux paramètres sur les forages du secteur au cours des 10 dernières années

Numéro BSS	Nom de l'ouvrage	Collectivité exploitante	pH	Conduc-tivité à 25°C	TH	TAC (°F)	Turbidité (NFU)	Hydrogéno-carbonates (mg/l)	Chlorures (mg/l)	Sulfates (mg/l)	Sodium (mg/l)	Calcium (mg/l)	Potassium (mg/l)	Magnésium (mg/l)
03384X0039/F	Forage de VALFROICOURT	SIE des Ableuvenettes	7,31	372	15,02	11,99	0,55	146,07	17,44	43,18	16,46	42,20	3,58	10,71
03391X0059/F	Forage de GELVECOURT	SIE des Ableuvenettes	7,2	203	8,51	8,23	0,51	100,08	5,24	8,39	5,3	23,74	2,79	6,34
03391X0040/F	Forage du RUPT D'AILLE	Commune de Ville-sur-Illon	7,7	291	14,63	13,6	0,44	163,4	2,35	14,05	2,78	38,6	3,08	12,12
03395X0031/F	Forage d'ESCLES	Syndicat Intercommunal des Eaux DES MONTS FAUCILLES	6,7	119	6,105	5,68	0,28	71,24	3,71	2,68	3,22	17,43	2,89	4,63
03383X0042/VII	*FORAGE 7 VITTEL*	*Ville de Vittel*	*7,5*	*540*	*25,23*	*21,2*	*1,69*	*252*	4,86	79,51	*5,08*	*80,5*	*3,54*	*18,57*

Nom de l'ouvrage	Fer total (µg/l)	Fer dissous (µg/l)	Manga-nèse (µg/l)	Arsenic (µg/l)	Cuivre (µg/l)	Zinc (µg/l)	Cadmium (µg/l)	Chrome (µg/l)	Nickel (µg/l)	Plomb (µg/l)	Baryum (µg/l)
Forage de VALFROICOURT	13,50	4,00	2,60	37,09	1,6	12	0,06	1	0,75	6,2	29
Forage de GELVECOURT	19,00	2,00	2,00	14,75	0	0	0	0	0,29	3	0,05
Forage du RUPT D'AILLE	8,06	1,40	7,71	7,88	1	-	0,3	0	1,16	-	-
Forage d'ESCLES	18,50	5,00	16,18	11,40	3,7	4,17	-	0	0,21	0,83	0,12
FORAGE 7 VITTEL	95,50	58,67	95,65	21,53	0,01	*0,025*	*0,01*	-	*0,27*	*0*	-

L'eau pompée se caractérise par :

- Un ***pH plutôt légèrement basique*** excepté sur le forage d'Escles situé près des affleurements,
- Une ***minéralisation moyenne*** (conductivité de 200 à 400 µS/cm). La conductivité est d'une façon générale d'autant plus élevée que l'on s'éloigne de la zone de recharge, la minéralisation étant acquise au fur et à mesure du parcours de l'eau par dissolution des minéraux constitutifs des formations du toit et du mur de l'aquifère. *Notons que la présence de gypse dans les formations du toit de l'aquifère (Muschelkalk moyen) peut augmenter la conductivité et la teneur en sulfates de façon significative. On évitera donc de capter les Grès à Voltzia, voir la partie supérieure des Couches intermédiaires sur les futurs forages.*
- Un faciès chimique bicarbonaté calcique à bicarbonaté sulfaté calcique,
- Une faible dureté plutôt faible, de l'ordre de 10 à 15°F,
- De faibles teneurs en fer et en manganèse. Des teneurs élevées sont observées sur le forage F7 de la Ville de Vittel mais la mise en solution du Manganèse est probablement favorisée par l'apport d'oxygène lié au fort rabattement sur ce secteur,
- Une teneur en arsenic variable, comprise entre 8 et 37 µg/l, mais beaucoup plus faible que sur le secteur Sud-Ouest (teneur moyenne de 17,8 µg/l sur les forages du secteur Sud-Est contre 48 µg/l sur les forages du secteur Sud-Ouest),
- L'absence de nitrates et de micro-polluants organiques et une excellente qualité bactériologique (nappe sous couverture)

Les eaux pompées sur les forages de substitution devront subir une désinfection préventive et un traitement de l'arsenic dimensionné pour une teneur de 30 µg/l de façon à être sécuritaire. Le traitement du fer et du Manganèse n'apparaît pas nécessaire à priori.

10.2. EVALUATION DE LA RESSOURCE DISPONIBLE SUR LE SECTEUR SUD-EST

La modélisation réalisée par le BRGM n'a pas encore permis d'évaluer le volume maximum prélevable sur ce secteur permettant de préserver un équilibre entre recharge et prélèvements ainsi que le débit minimum biologique des cours d'eau alimentés en partie par le drainage de la nappe des GTi.

Une comparaison entre recharge et prélèvements peut néanmoins être effectuée : les affleurements des GTI participant à l'alimentation de la nappe captive du secteur Sud-Est représentent une superficie totale de 42,52 km2 dont 28,37 km2 sur la haute vallée du Madon (secteur représenté en vert sur la figure ci-dessous).

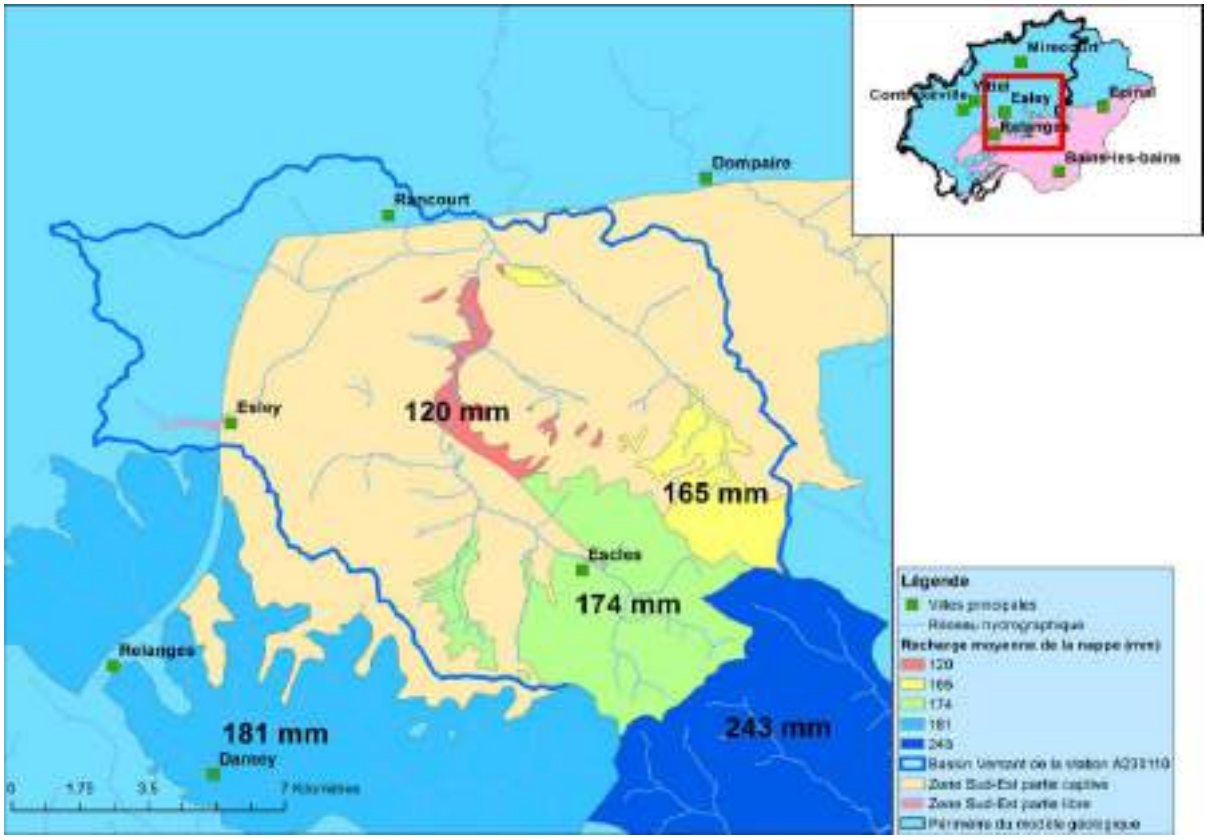


Fig. 76. Infiltration moyenne interannuelle calculée sur les affleurements gréseux du secteur Sud-Est (source BRGM)

Si l'on prend en compte les infiltrations efficaces moyennes interannuelles calculées par le BRGM sur chaque zone d'affleurement des GTi participant à la recharge du secteur Sud-Est (cf. figure ci-dessus), la recharge moyenne sur ce secteur représenterait environ 7,015 M m3 par an.

Recharge moyenne annuelle = (120 x4,44 +165 x 9,71 +28,37*172) /1000 * 1000000 = 7014952 m^3.

Les prélèvements sur le secteur Sud-Est ont représenté 520 000 m3/an en moyenne sur la période 2010-2014 et n'atteindrait que 537 000 m3/an pour l'hypothèse haute à l'horizon 2030. Ils représentent ainsi 7,4 % de la recharge moyenne annuelle. Les prélèvements supplémentaires sur ce secteur, même pour l'hypothèse haute, resteront largement inférieurs à la capacité de recharge de l'aquifère et donc l'équilibre de la ressource sera préservé.

Une comparaison effectuée ci-dessous avec le secteur Sud-Ouest illustre le fort déséquilibre entre les deux secteurs et souligne de fait le potentiel du secteur Sud-Est en terme de ressource.

Tabl. 40 - Balance prélèvements / recharge de la nappe des GTI des secteurs Sud-Ouest et Sud-Est

Secteur	Sud-Ouest	Sud-Est
Prélèvements annuels (Mm^3/an)	3,009	0,52
Recharge estimée (Mm^3/an)	< 2,10 (= alimentation globale recharge + drainance)	7,015
Rapport prélèvements / recharge	143%	7,4%

10.3. EVALUATION DE L'IMPACT DES PRELEVEMENTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE PAR MODELISATION

10.3.1. Présentation de la modélisation effectuée par le BRGM

10.3.1.1. EXTENSION ET ACTUALISATION DU MODELE

Afin d'évaluer l'impact de prélèvements de substitution dans les GTI Sud-Est sur le débit des cours d'eau drainant la nappe en zone d'affleurement, et donc sur le milieu aquatique, le BRGM a réalisé une extension et un développement de son modèle qui peut se résumer comme suit (note technique LOR17N090) :

- Extension du modèle régional des GTi aux affleurements des grès de manière à intégrer les premiers bassins versants en nappe libre. Auparavant le modèle s'arrêtait à la partie captive et la limite était modélisée par un niveau constant. Les bassins versants ajoutés concernent à la fois le bassin Rhin-Meuse (le Madon) et le bassin Rhône Méditerranée (La Saône et le Coney), pour pouvoir intégrer la ligne de crête piézométrique entres les 2 bassins,

- Prise en compte des relations nappe-rivière dans la partie libre intégrée. Elle se fait sous forme de zones de débordement.

- Le modèle permet ainsi de calculer et comptabiliser les débits de débordement (par tronçons, et par bassin, …), c'est-à-dire le débit soutiré à la nappe (et rejoignant les cours d'eau) pour maintenir la cote du débordement (= cote du cours d'eau) lorsque le niveau de la nappe tend à dépasser cette cote. Le débit de débordement dépend du niveau de la nappe.Le modèle a été calé de manière à ce que ce débit de débordement représente peu ou prou le débit d'étiage attribuable aux apports de la nappe des GTi. Des pertes de charge ont été introduites (couche d'alluvions pour reproduire ce débordement.

- Réduction de la taille des mailles du modèle de 500m x 500m à 50m x 50m,

- Passage de 1 à 4 couches dont au moins 2 ont été activées : une pour les GTi et la seconde pour les alluvions semi-perméables qui ont été introduites pour limiter les débits de débordement (en restant sur une seule couche et pour la perméabilité des grès introduite, le débit de débordement calculé était trop élevé),

- Calage en régime transitoire au pas de temps annuel entre 1977 et 2015 :
  - Sur des chroniques de débit de drainage déduites de chroniques de stations hydrométriques sur 6 points,
  - Sur des données piézométriques peu nombreuses et asynchrones : 21 point (dont 2 correspondraient à des nappes perchées qui n'ont pas été exploités) dont 1 seul disposait d'une chronique piézométrique.

Pour caler le modèle sur les débits de drainage des GTi, il a d'abord fallu établir la part qui correspond à ce débit de drainage dans le débit global des rivières mesuré aux stations hydrométriques. Pour cela, un travail de calage préalable pluie-débit a été réalisé au pas quotidien entre 2010 et 2014 sur les 6 stations hydrométriques du secteur au moyen du logiciel GARDENIA. Ce modèle permet de décomposer le débit arrivant aux rivières en trois : un débit lié au ruissellement, et deux débits liés au drainage des eaux souterraines (un écoulement « lent » et un écoulement « très lent »). Il est fait l'hypothèse que le débit souterrain « lent » correspond au drainage des calcaires du Muschelkalk (dans les secteurs où ils sont présents) et que le débit « très lent » correspond au drainage de la nappe des GTi. Ce débit de drainage varie relativement peu dans le temps et en étiage, le débit de la rivière vient pour l'essentiel du drainage des eaux souterraines.

Ce travail de calage entre 2010 et 2014 permet ensuite de reconstituer, à partir des chroniques de pluies, d'ETP, etc., ce débit de drainage sur la période de calage du modèle de nappe, c'est-à-dire de 1977 à 2015.

Pour améliorer la représentativité du modèle dans le secteur le plus sensible (qui est en outre complexe car les cours d'eau ne sont pas partout en relation avec la nappe), il a été fait un travail d'ajustement supplémentaire pour essayer de mieux intégrer la répartition spatiale des apports de la nappe aux cours d'eau.

L'approche a consisté à s'appuyer sur une campagne de jaugeages en période d'étiage (septembre 2016), avec jaugeages différentiels pour quantifier les apports par tronçons.

Ainsi au lieu de n'avoir qu'une chronique des débits de drainage moyens annuels à la station de Begnécourt (représentant le cumul des débits drainés à l'amont), il est reconstitué une chronique des débits de drainage moyens annuels pour chacun des tronçons, en affectant le pourcentage de contribution de chaque tronçon au débit à la station (sur la base de la répartition mesurée lors de la campagne de jaugeages de septembre 2016).

10.3.1.2. SCENARIOS MODELISES

Afin d'effectuer une première évaluation des impacts sur le débit de drainage des cours d'eau, le BRGM a simulé les 4 scénarios de nouveaux prélèvement suivants :

- 125 000 m^3/an ou 250 000 m^3/an sur 1 forage,
- 500 000 m^3/an ou 1 000 000 m^3/an sur 2 forages.

Les simulations sont faites en transitoire avec un pas de temps annuel sur la période 1977-2015, ce qui permet d'intégrer la variabilité de la recharge pluviale de cette période.

10.3.1.3. REMARQUES CONCERNANT LE CALAGE ET LES SIMULATIONS EFFECTUEES

Le calage du modèle n'est pas présenté en détail dans la note du BRGM mais il semble :

- que les débits drainés calculés soient plutôt majorants par rapport aux mesures, ce qui est certes sécuritaire mais risque aussi de majorer l'appréciation de l'impact,
- que les niveaux calculés sont inférieurs aux niveaux mesurés pour la moitié des points environ, notamment près de certaines zones de drainage (339-1X-60 dans la zone du « Madon aval », plusieurs ouvrages dans la zone du Madon amont). Ceci conduit à surestimer l'ampleur de la contribution de la nappe et donc l'ampleur de l'incidence d'un abaissement de la nappe sous l'effet des pompages.

Les impacts calculés sont par ailleurs majorants puisqu'il s'agit de prélèvements supplémentaires qui ont été simulés et non une solution de substitution à des prélèvements du secteur Sud-Ouest qui ont été maintenus en l'état.

10.3.2. Résultats

Le calcul des impacts a été effectué en comparant les débits de drainage calculés pour la simulation de référence (sans pompage supplémentaire), avec celle avec pompage. L'année de référence est l'année 2015 qui est une année sèche au cours de laquelle le débit d'étiage était inférieur au QMNA5 : on est là aussi dans des conditions sécuritaires.

L'impact a été calculé à long terme après stabilisation des débits de drainage, soit au bout de 39 ans.

Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Tabl. 41 - Impacts calculés sur les zones de drainage des secteurs Sud-Est et Saône amont (source BRGM)

Zones de Drainage	Débit d'étiage de référence (2015) en m3/an	Impact au bout de 39 ans (1977-2015)	1 000 000 m3/an avec 2 forages	500 000 m3/an avec 2 forages	250 000 m3/an avec 1 forage	125 000 m3/an avec 1 forage
Madon amont	-1315647	Baisse du drainage (m3/an)	-18613	-9335	-3754	-1873
		Pourcentage de baisse (%)	1,4	0,7	0,3	0,1
Madon aval	-3973279	Baisse du drainage (m3/an)	-358954	-179565	-81213	-40610
		Pourcentage de baisse (%)	9,0	4,5	2,0	1,0
Illon amont	-789606	Baisse du drainage (m3/an)	-13159	-6446	-2879	-1463
		Pourcentage de baisse (%)	1,7	0,8	0,4	0,2
Illon aval	-5130620	Baisse du drainage (m3/an)	-94890	-47095	-26616	-13292
		Pourcentage de baisse (%)	1,8	0,9	0,5	0,3
Saône amont	-14183830	Baisse du drainage (m3/an)	-315330	-157928	-71564	-32090
		Pourcentage de baisse (%)	2,2	1,1	0,5	0,2

D'après les calculs, un prélèvement de 500 000 m^3/an réparti à part égale sur les 2 forages, aurait un impact faible, correspondant à une réduction de 0,7 et 1,1 % sur le débit d'étiage de la Sâone, l'Illon sur son tronçon amont et aval ainsi que le Madon amont. L'impact atteindrait 4,5 % sur le Madon aval qui est le plus impacté du fait de la proximité du second forage.

Ces impacts seraient 2 fois plus importants pour un prélèvement d'1 000 000 de m^3, et attendraient ainsi 9% du débit d'étiage pour le Madon aval. Sur le Madon amont et la Saône amont, secteurs les plus sensibles, la réduction du débit d'étiage resterait faible.

L'appréciation de l'ampleur de l'impact reste néanmoins un peu subjective puisque l'on ne connait pas les « besoins biologiques à l'étiage ». Il convient ainsi de définir le Débit Minimum Biologique du Madon, c'est-à-dire le débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivantes dans les eaux ».

L'impact sur la qualité de l'eau serait moins évident puisque l'apport d'arsenic serait moindre et c'est souvent ce paramètre qui déclassant pour la qualité écologique des cours d'eau.

10.3.3. Propositions pour le scénario d'action à modéliser

A court terme, pour les besoins de la présente étude, il semble envisageable d'affiner les prévisions de la façon suivante :

- Dans un premier temps, en modélisant une substitution avec les implantations modélisées, puis avec les implantions proposées, puis si nécessaire en modifiant l'implantation du forage le plus impactant, à savoir le forage F2 (c'est-à-dire-en le déplaçant vers l'Ouest),
- Dans un second temps en introduisant un pas de temps mensuel pour pouvoir tester des scénarios dans lesquels les débits varient saisonnièrement.

Enfin d'effectuer ces simulations sur la période 2017-2050, pour les 2 hypothèses d'évolution et de recharge (hypothèse haute tenant compte d'une baisse de recharge liée au changement climatique)

En parallèle, il conviendra d'améliorer la connaissance des débits minimum biologiques pour pouvoir les confronter aux impacts calculés.

Sur le long terme, pour préciser les impacts, il sera nécessaire s'améliorer le calage du modèle avec des données complémentaires acquises : piézomètres pour disposer de chroniques, essais de débit dans les formations superficielles dans les secteurs les plus sensibles, pompage à débit constant sur le forage de Valfroicourt avec suivi sur le piézomètre voisin pour vérifier le coefficient d'emmagasinement en nappe captive (la valeur de 1.10^{-4} retenue dans le modèle parait faible) nouvelle campagne de jaugeages à une échelle plus fine couplée à une campagne d'analyses chimiques etc…Ces acquisitions, nécessaires pour améliorer la solidité du modèle, devront être détaillées par le BRGM.

Par ailleurs, il serait important de représenter les GTi en plusieurs couches dans le modèle de façon à être cohérent avec les datations des eaux (cf. paragraphe suivant).

Les résultats de ce travail ne pourront être utilisés dans le cadre de la présente étude.

10.4. ANALYSE DE LA VULNERABILITE DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION

La nappe des Grès du Trias inférieur étant localement protégée par plusieurs dizaines de mètres de formations peu perméables, la vulnérabilité intrinsèque de la ressource en eau est donc très faible.

Les plus proches affleurements des Grès à Voltzia, hors zone d'influence se situent dans la vallée du Madon, à une distance de 4 km en amont hydraulique.

Les sols sur les affleurements gréseux sont principalement occupés par des prairies. Si l'on considère une transmissivité moyenne de 1,5.10-3 m/s, une porosité efficace de 4 % et un gradient hydraulique moyen de 0,3%, la vitesse réelle de l'eau est de l'ordre 34 m par an. A cette vitesse, les précipitations tombées sur les affleurements gréseux les plus proches (Grès à Voltzia) mettraient plus de 120 ans pour arriver au forage F2. Les risques de pollution anthropique sont donc inexistants.

Les datations des eaux sur les forages confirment cette très lente vitesse d'écoulement (6000 ans sur le forage de Valfroicourt, 8500 ans sur le forage de Ville-sur-Illon et 2280 ans pour le forage du SIE du Mont-Faucille situé en zone d'affleurement des Grès à Voltzia (!).

Les seuls risques de contamination des eaux pompées proviendraient d'un défaut d'étanchéité d'ouvrages de tiers (forages ou piézomètres) réalisés dans les GTi, dans la zone d'emprunt des nouveaux forages, qui favoriserait l'introduction dans la nappe d'eaux contaminées ou séléniteuses.

10.5. SENSIBILITE DE LA RESSOURCE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

D'après l'étude EXPLORE du BRGM (cf. rapport RP 61483-FR), l'évolution climatique induirait :

- **une baisse de la recharge des aquifères estimée entre 10 et 20 % sur la Lorraine**,
- **une diminution du débit moyen mensuel des cours d'eau comprise entre 10 et 40% dans le Nord de la France** avec une répartition annuelle des débits modifiée de la façon suivante :
  - baisse du débit d'étiage variant entre 30 et 70 %,
  - stagnation voire légère baisse des débits hivernaux.

Le changement climatique en termes de baisse du débit d'étiage des cours d'eau et de recharge, devra être pris en compte par le BRGM dans son modèle pour simuler l'impact de la solution retenue sur le débit de drainage des cours d'eau, avec l'évolution climatique prévisionnelle.

La diminution de la recharge se traduira par une baisse piézométrique sur le secteur Sud-Est mais la ressource restera très largement excédentaire par rapport aux prélèvements (les prélèvements représenteront toujours 27,5% de la recharge annuelle en hypothèse haute).

Cette ressource est peu sensible au changement climatique mais celui-ci accentuera l'impact sur le débit d'étiage des ruisseaux.

10.6. CONCLUSIONS SUR LA RESSOURCE GTI SUD-EST

Le contexte hydrogéologique est complexe du fait de la présence d'un grand nombre de failles et de la situation du secteur d'étude en limite de bassin versant. Ce secteur est relativement mal connu.

La **ressource est très importante** sur ce secteur : l'épaisseur aquifère est plus importante que dans le secteur Sud-Est et les prélèvements actuels ne représentent que 7% de la recharge contre 143% pour le secteur Sud-Ouest. Le bilan recharge (7 Mm^3 par an/ prélèvement restera positif, y c. avec le prélèvement supplémentaire d'1 Mm^3).

L'eau est de bonne qualité, exempte de fer et de manganèse sur les forages existants et avec des teneurs en arsenic plus faibles que sur le secteur Sud-Ouest (moyenne de 18µg/l). Un traitement de l'Arsenic devra néanmoins être prévu.

Cette ressource sous couverture n'est **pas sensible aux étiages** : les fluctuations saisonnières sont très faibles et ne représentent que 0,5% de la hauteur saturée.

Cette ressource sous couverture **n'est pas vulnérable** : la nappe est captive sous plusieurs dizaines de mètres de formations peu perméables et les vitesses d'écoulement sont très lentes. De ce fait, les futures servitudes instaurées pour la protection des forages seront très peu contraignantes.

Les prélèvements de 500 000 m^3 et 1 000 000 m^3/an **auraient un impact sur le débit d'étiage** du Madon et de l'Illon sur les biefs amont et aval, ainsi que sur la Saône, débit qui correspond au débit de drainage de ces cours d'eau. Il convient de repréciser ces impacts qui semblent très sécuritaires en affinant le scénario à modéliser et en les comparant aux besoins du milieu aquatique.

Le changement climatique n'affectera pas la pérennité de la ressource en eau mais il accentuera l'impact sur le débit d'étiage des ruisseaux.

Compte-tenu de la productivité des forages actuels, il conviendrait de réaliser 1 forage de capacité 100 m^3/h de profondeur pour satisfaire les besoins de l'hypothèse basse et 2 forages à 100 m^3/h pour satisfaire les besoins de l'hypothèse haute. Les forages auront une profondeur d'environ 100 m.

10.7. ETUDE DES NOUVEAUX OUVRAGES DE PRODUCTION

10.7.1. Localisation proposée pour les nouveaux forages

Il serait nécessaire de réaliser :

- **1 forage de capacité horaire 100 m^3/h pour satisfaire les besoins de l'hypothèse basse**.
  Le débit de pompage serait réduit en étiage, 6 mois par an, de façon à ce qu'il ne dépasse pas 63 m^3/h en pointe durant les 3 mois d'étiage,

- **2 forages de capacité horaire 100 m^3/h pour satisfaire les besoins de l'hypothèse haute.**
  Le débit de pompage serait réduit en étiage, 6 mois par an et 1 seul des deux forages serait exploité durant les 3 mois d'étiage, à savoir le forage F1 qui est plus éloigné de la zone Madon aval.

Les deux implantations modélisées sont situées à l'intérieur du périmètre de protection éloignée du forage de Valfroicourt. Les prescriptions à l'intérieur de ce périmètre soumettent à l'avis préalable d'un hydrogéologue agréé tout projet de forage.

Dans le scénario d'action à tester sur le modèle hydrogéologique, nous proposons de déplacer le forage F1 de 780 m vers le Sud-Est, de façon à ce qu'il se situe à proximité d'une voie d'accès et de préférence en fond de vallée, à une altitude située 25 m plus basse que l'implantation modélisée.

Le forage est un peu plus proche de la zone de drainage « Madon aval » que l'implantation modélisée, mais le nouveau prélèvement ne devrait pas augmenter l'impact sur le débit de drainage du cours d'eau en étiage sur ce tronçon avec la répartition des prélèvements et la gestion saisonnière proposée. Rappelons que même dans le scénario à 500 000 m3 pan an, le BRGM avait modélisé une répartition des prélèvements sur 2 forages et que le prélèvement sur le forage situé plus au Sud est plus impactant pour le milieu naturel.

Le forage, dénommé F1bis pourrait se situer sur la commune de Valfroicourt, au Sud de la D3, au lieu-dit *Les Arbures*, dans un petit vallon affluent du ruisseau d'Esley.

Le second forage, dénommé F2, correspond à l'implantation modélisée et n'a pas été déplacé pour ne pas trop impacter le secteur Sud-Ouest. **Un déplacement vers l'Ouest pourrait être envisagé et testé sur le modèle si l'impact sur le débit biologique des ruisseaux n'est pas acceptable avec l'implantation proposée.** Le forage F2 se situerait également sur le ban communal de Valfroicourt, dans le Bois de Curé.

Fig. 77. Proposition de localisation du forage F1

Fig. 78. Proposition de localisation du forage F2

10.7.2. Pré-dimensionnement des ouvrages de production

Les caractéristiques sommaires des deux forages sont données ci-après :

F1 bis : profondeur prévisionnelle de 215 m (cote sol à 315 m N.G.F.)

- Forage DN 610 mm et pose d'un 1er tube cimenté en acier DN 508 mm de 0 à -20 m,
- Forage DN 445 mm et pose d'un 2ème tube cimenté DN 330 m de 0 à -133 m (soit jusqu'en partie supérieure des Couches intermédiaires)
- Forage DN 311 mm et pose d'une colonne de captage inox DN 220 mm avec diabolo en tête de -120 à - 215 mm avec massif de gravier à l'extrados.

F2 : profondeur prévisionnelle de 205 m (cote sol à 342 m N.G.F.)

- Forage DN 610 mm et pose d'un 1er tube cimenté en acier DN 508 mm de 0 à -20 m,
- Forage DN 445 mm et pose d'un 2ème tube cimenté DN 330 m de 0 à -122 m (soit jusqu'en partie supérieure des Couches intermédiaires)
- Forage DN 311 mm et pose d'une colonne de captage inox DN 220 mm avec diabolo en tête de -113 à - 205 mm avec massif de gravier à l'extrados.

Signalons qu'aucun sondage de reconnaissance dans les GTi n'a été effectué sur le compartiment délimité par les failles de Relanges et de Lerrain. Il subsiste donc une incertitude de plus ou moins 15 m pour les cotes indiquées.

10.7.3. Pré-dimensionnement de la station de traitement

D'après l'analyse de la qualité des eaux issues des forages avoisinant, les eaux pompées sur les forages de substitution devront subir :

- **une désinfection préventive,**
- **un traitement de l'arsenic dimensionné pour une teneur de 30 µg/l de façon à être sécuritaire.**

Le traitement du fer et du Manganèse n'apparaît pas nécessaire à priori.

La station de traitement située sur le banc communal de Valfroicourt présentera une capacité de traitement de :

- **200 m^3/h pour l'hypothèse haute de déficit,**
- **100 m^3/h pour l'hypothèse basse de déficit.**

11. PROPOSITION DE TRACES DE RESEAUX POUR L'ACHEMINEMENT DE L'EAU DE LA RESSOURCE DE SUBSTITUTION

11.1. SECTEURS DESERVIS ET POINT DE DESSERTE

La solution de substitution « Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est» consiste à exploiter la nappe des GTI Sud-Est par création de nouveaux forages, afin de substituer une partie des besoins en eau du secteur Sud-Ouest du SAGE GTI, à hauteur de 1 Mm^3/an en hypothèse haute et de 0,5 Mm^3/an en hypothèse basse de prélèvements à horizons 30 ans.

Pour rappel, le BRGM a réalisé une modélisation de la nappe des GTI Sud-Est afin d'évaluer les impacts sur les cours d'eau de surface (cf. §10.3.1).

Deux forages ont été positionnés au nord d'Esley afin de simuler un prélèvement à hauteur de 1 Mm^3/an. L'étude de la ressource de substitution a montré que le positionnement des forages n'était pas optimale, et qu'il serait préférable de les déplacer à des altitudes plus faibles.

Néanmoins, **l'étude de la solution de substitution se base sur le positionnement des forages du BRGM, ayant fait l'objet des modélisations, afin d'exploiter ces résultats.**

Le secteur à substituer correspond aux cinq collectivités suivantes :

- SIE de Bulgnéville,
- Vittel, alimentant la commune de Norroy,
- Contrexéville,
- SIE de l'Anger.

Le schéma suivant localise les sites pressentis pour les prélèvements dans les alluvions de la Moselle, ainsi que les collectivités dont la ressource en eau est à substituer partiellement.

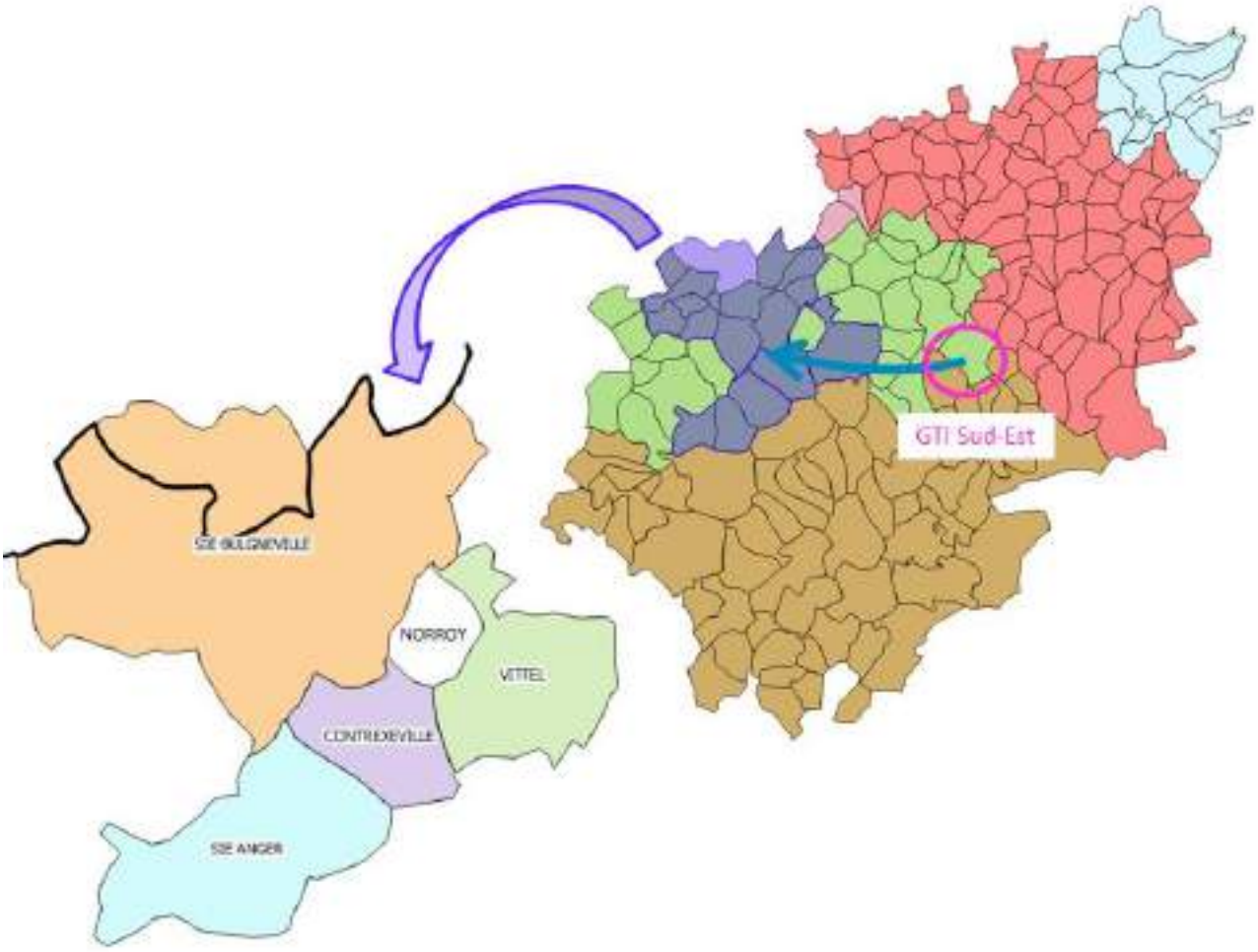


Fig. 79. Localisation de la ressource de substitution et des collectivités à substituer

Les principes de la solution de substitution «Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est » sont :

- **Créer 1 à 2 forages dans les GTI Sud-Est**, afin de prélever dans cette nouvelle ressource à hauteur de 1 Mm^3/an en hypothèse haute et de 0,5 Mm^3/an en hypothèse basse de prélèvements à horizons 30 ans.
- **Créer une station de traitement des eaux** issues des GTI Sud-Est, sur le banc communal de Valfroicourt, afin de satisfaire les besoins de pointe de secteurs Sud-Ouest à substituer. Le traitement comprend un traitement de l'arsenic et une désinfection.
- **Acheminer l'eau depuis la station de traitement jusqu'au réservoir central à créer**, situé en point haut entre Bulgnéville, Contrexéville et Vittel. L'emplacement idéal de ce réservoir est le point haut au sud du Bois Collin, sur le banc communal de Contrexéville.
- **Distribuer l'eau depuis le réservoir central vers les réservoirs existants des collectivités à substituer** :
  - Réservoir de Bulgnéville de 600 m^3,
  - Réservoir de Contrexéville de 1000 m^3, interconnecté au SIE Anger,
  - Réservoir de Vittel de 1200 m^3, interconnecté à Norroy.

Le schéma suivant présente la proposition d'implantation du réservoir central ainsi que le schéma de distribution vers les réservoirs existants.

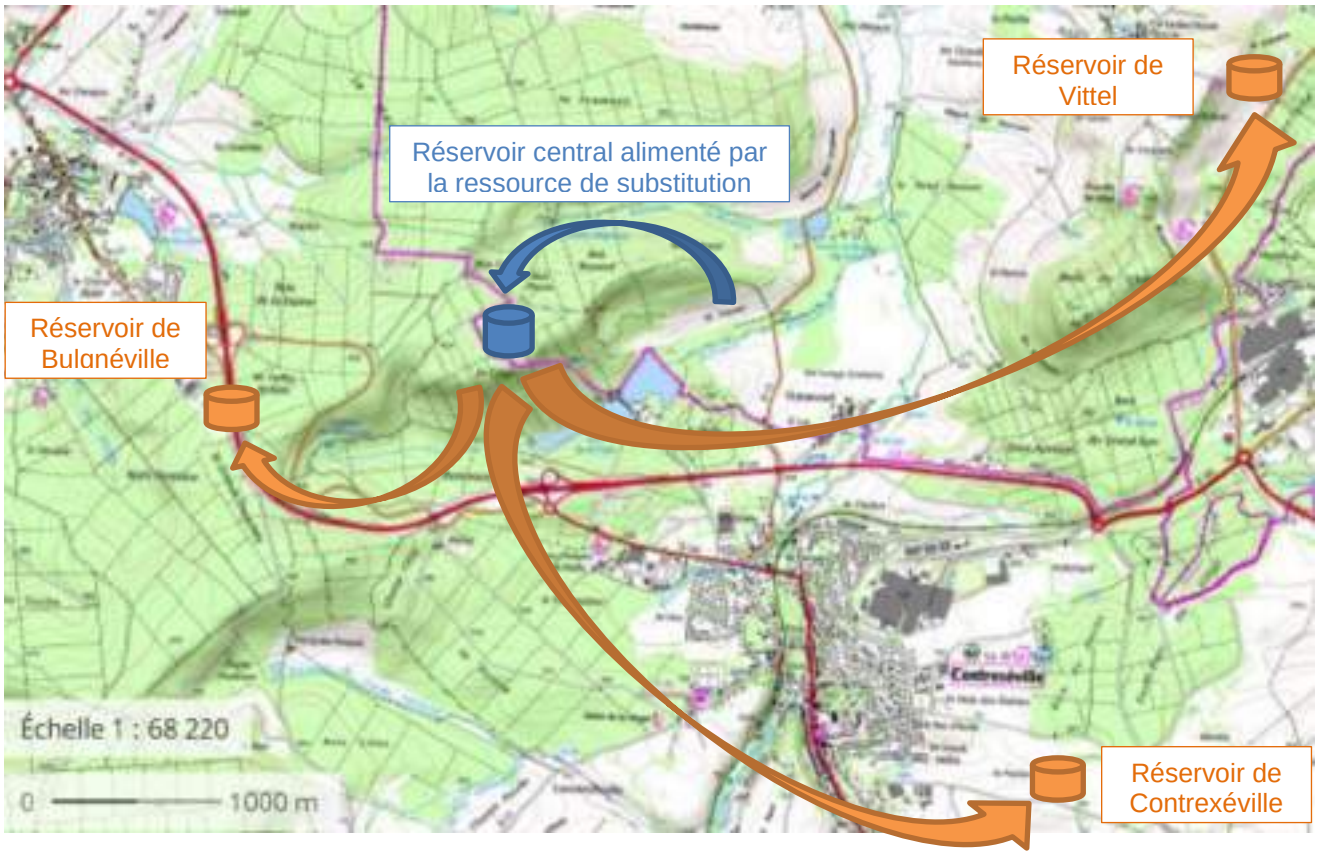


Fig. 80. Proposition d'implantation du réservoir central et schéma de distribution vers les réservoirs existants de Bulgnéville, Contrexéville et Vittel

11.2. PROPOSITION DE TRACE DES RESEAUX

La réflexion sur le tracé des réseaux est portée à deux niveaux :

- Le tracé de la conduite de transfert, acheminant l'eau de la station de traitement de la ressource de substitution jusqu'au réservoir central ;
- Les tracé des conduites de distributions depuis le réservoir central jusqu'aux réservoirs existants des collectivités à substituer.

Le tracé des réseaux de transferts et de distribution tient compte :

- De l'implantation de la ressource de substitution et de sa station de traitement d'eau potable,
- Des points de desserte retenus, etc.
- De la topographie et de l'occupation du sol,
- Des impacts environnementaux, contraintes d'urbanismes

A ce stade de l'étude, afin de proposer un tracé réaliste intégrant un maximum de contraintes, les conduites d'eau potable ont été tracées en respectant de préférence les principes suivants :

- Suivre les axes routiers, notamment les Routes Départementales :
  - les routes en déblais-remblais permettent de limiter les dénivelés à franchir,
  - les acquisitions et / ou servitudes de passage seront imitées,
  - les conduites peuvent être posées dans l'accotement de la voirie, avec une installation de chantier facilitée.
- Emprunter des traversées de cours d'eau, voies de chemin de fer et autoroutes existantes ;
- Lorsque le tracé s'écarte de la voirie (à travers des zones urbanisés, champs ou bois), suivre de préférence des conduites existantes :
  - servitude de passage existante / accès existants,
  - garanti à priori la faisabilité du tracé.
- Eviter autant que possible la traversée d'espaces naturels sensibles : Zone Natura 2000, Zone Humide Remarquable, ZNIEFF, etc.
- Passer à proximité de réservoirs existants des UGE traversée, dans un objectif de sécurisation de l'AEP.

La proposition de tracé est présentée sous la forme d'un fuseau, donnant une idée du profil en long tout en gardant une enveloppe d'incertitude.

En plus des collectivités à substituer, la solution de substitution proposée traverse les 3 communes suivantes :

SIE des Ableuvenettes	SIE de Thuillières
Valfroicourt	Remoncourt Haréville

Le tracé proposé pourrait permettre de secourir le SIE de Thuillières, par le réservoir d'Haréville, en cas de problèmes majeurs sur leur infrastructure d'eau potable :

La figure page suivante présente le tracé général de la solution de substitution « Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est ».

11.2.1. Tracé des conduites d'adduction

Les conduites d'adduction acheminent l'eau depuis les deux forages dans le s GTI Sud-Est jusqu'à la station de traitement positionnée sur le banc communal de Valfroicourt.

- Pour le forage 1 (928 390 / 6 792 600) : la conduite suit la RD3,
- Pour le forage 2 (930 490/ 6 790 500) : la conduite suit les chemins forestiers à travers le Bois Cure, puis le chemin le long du Ruisseau d'Esley, et rejoint la station de traitement par la RD3.

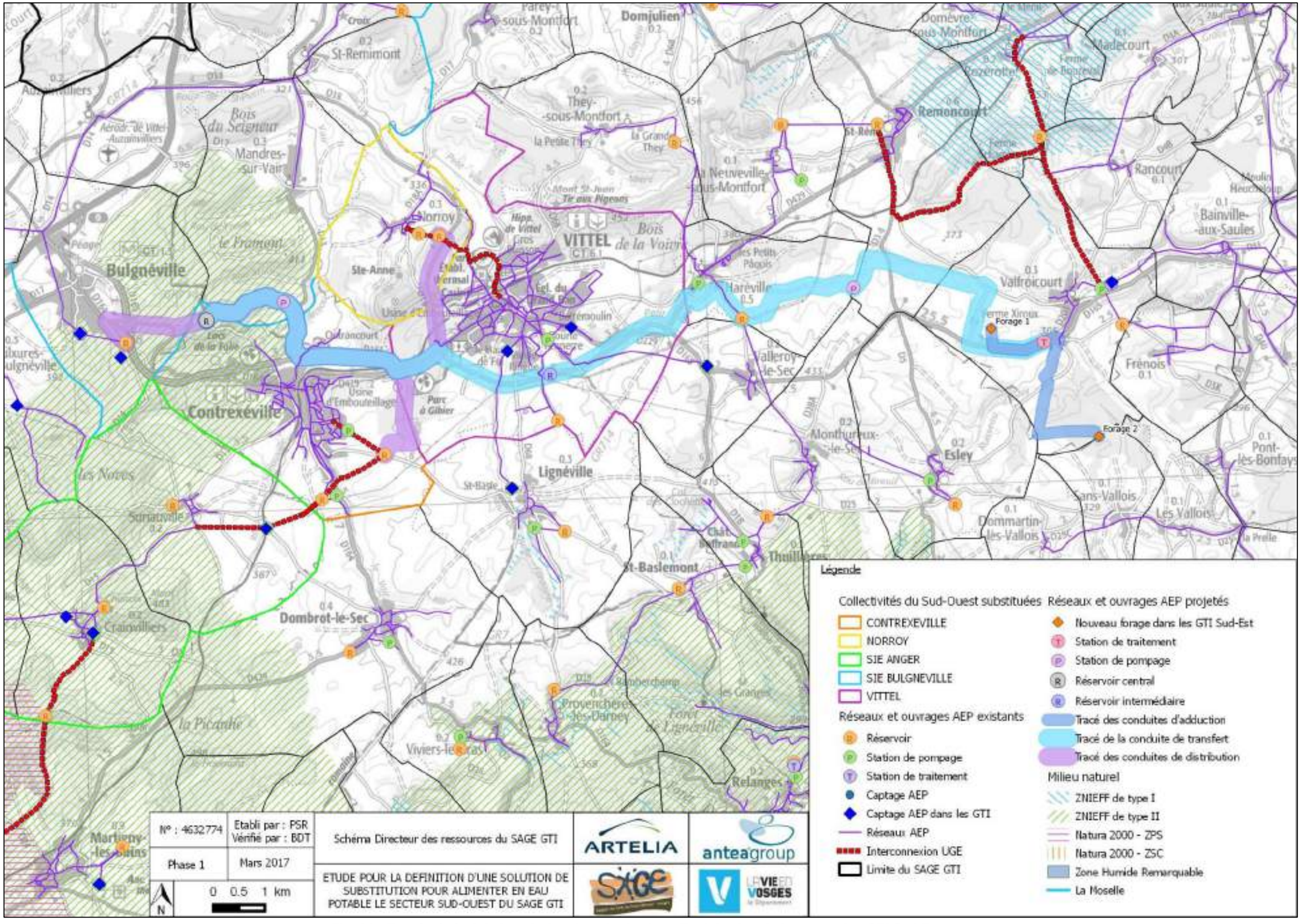


Fig. 81. Tracé général de la solution de substitution «Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est »

11.2.2. Tracé de la conduite de transfert

Le tracé de la conduite de transfert de la solution de substitution «Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est» démarre de la station de traitement à créer sur le territoire de Valfroicourt jusqu'au réservoir central (cf. figures pages suivantes).

La canalisation traverse successivement les UGE suivantes : le SIE des Ableuvenettes, le SIE de Thuillières et les communes de Vittel, Contrexéville et Mandres/Vair.

La conduite longe les axes routiers suivants : les routes départementales RD3, RD429, RD164, RD13 puis le chemin forestier qui monte au Bois Collin.

La conduite de transfert traverse la ZNIEFF Type II n° 410030456 : Voge et Bassigny.

11.2.3. Tracé des conduites de distribution

Le tracé des conduites de distribution de la solution de substitution « Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est » démarrent du réservoir central jusqu'aux réservoirs existants des collectivités à desservir (cf. figures pages suivantes) :

- Réservoir de Bulgnéville de 600 m^3,
- Réservoir de Contrexéville de 1000 m^3, interconnecté au SIE Anger,
- Réservoir de Vittel de 1200 m^3, interconnecté à Norroy.

11.2.3.1. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS BULGNEVILLE

La conduite de distribution vers le réservoir de Bulgnéville traverse le bois de la Côte jusqu'à rejoindre la RD164, emprunte le pont au-dessus de la RD165 puis rejoint le bassin par la route de Contrexéville.

11.2.3.2. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS CONTREXEVILLE

La conduite de distribution vers le réservoir de Contrexéville (interconnecté avec le SIE de l'Anger) :

- Emprunte le même tracé que la conduite de transfert le long du chemin forestier, jusqu'au carrefour avec la RD13.
- Longe la RD13 puis la RD165,
- Le tracé traverse ensuite la Forêt-Parc de Vittel puis remonte vers le réservoir de Contrexéville au lieu-dit Le Poirier Henri.

11.2.3.3. CONDUITE DE DISTRIBUTION VERS VITTEL

La conduite de distribution vers le réservoir de Vittel (alimentant également la commune de Norroy) :

- Emprunte le même tracé que la conduite de transfert le long du chemin forestier, jusqu'au carrefour avec la RD13.
- Longe la RD13, la RD165, la RD429, la RD18 puis rejoint le bassin de Vittel.

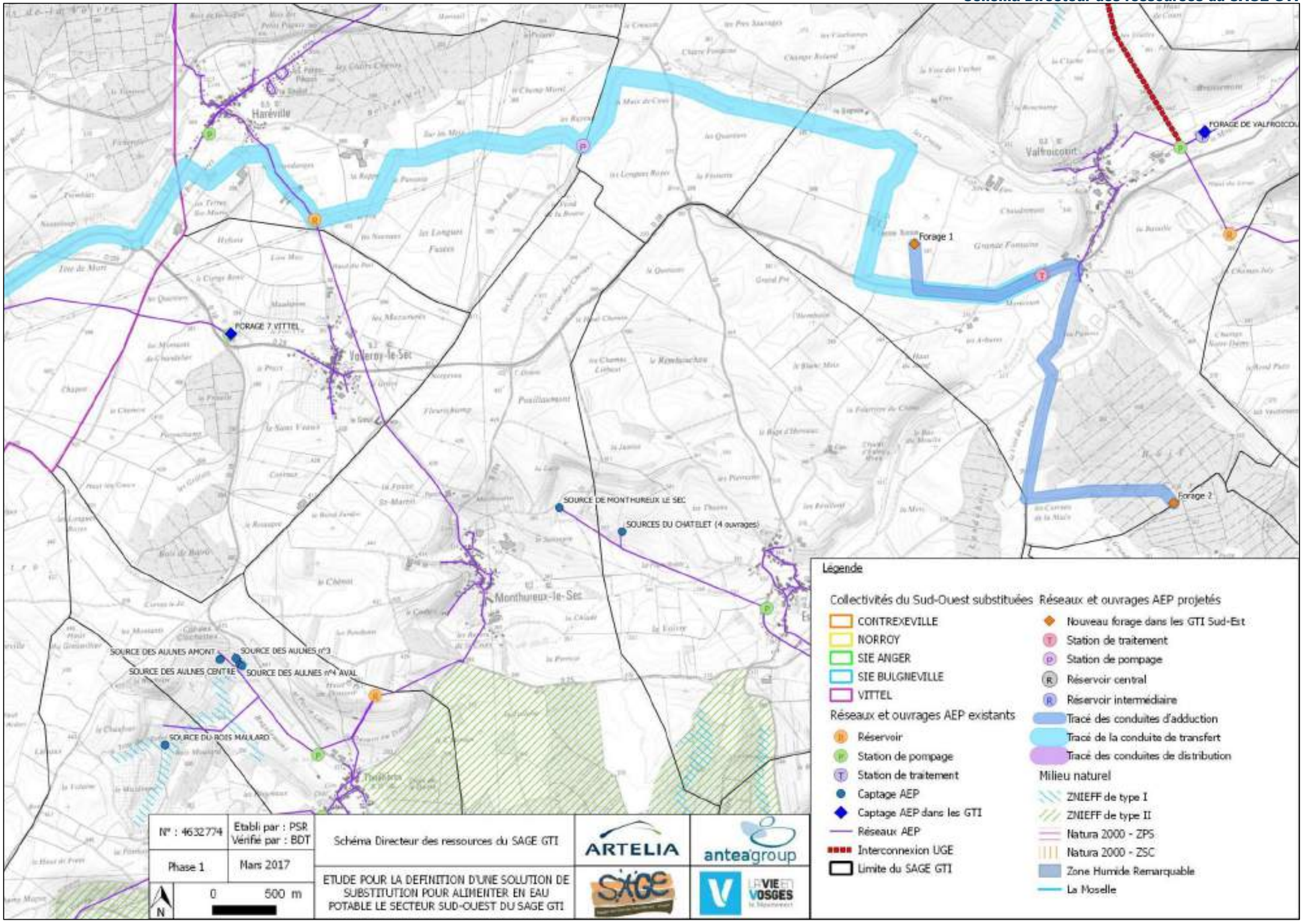


Fig. 82. Détail du tracé général de la solution de substitution «Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est »au 1 :25 000 – Plan 1

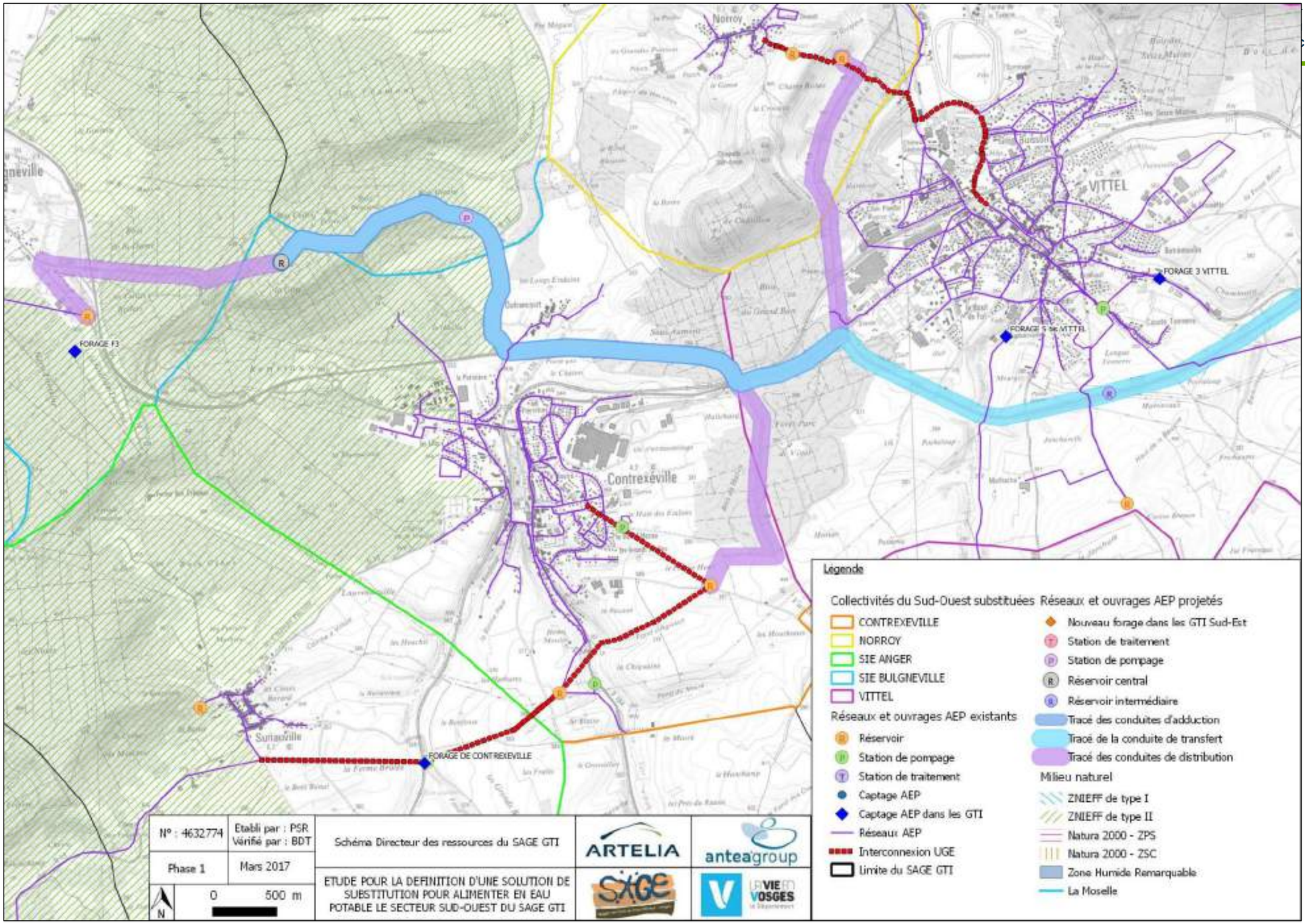


Fig. 83. Détail du tracé général de la solution de substitution «Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est »au 1 :25 000 – Plan 2

11.3. FONCTIONNEMENT DE L'INTERCONNEXION

11.3.1. Durée d'interconnexion

L'interconnexion entre les GTI Sud-Est et les collectivités du Sud-Ouest fonctionnera sur une durée de 20h par jour.

Les ouvrages de production d'eau potable, les postes de refoulement et les réseaux sont ainsi dimensionnés pour satisfaire le besoin de pointe journalier sur 20h.

11.3.2. Volumes caractéristiques

Pour rappel, le secteur à substituer correspond au SIE de Bulgnéville, à Vittel (Interconnecté à Norroy), Contrexéville et au SIE de l'Anger.

Les besoins de ces collectivités sont supérieurs au volume à substituer. Ainsi, une partie des besoins sera substituer à partir de la nouvelle ressource, et une partie sera prélevé dans les GTI du secteur Sud-Ouest, à partir des installations existantes.

Tabl. 42 - Besoins des collectivités et volumes prélevables par ressource

	Hypothèse haute	**Hypothèse basse**
Volume annuel prélevé par les 5 collectivités du S-O	**2 089 260 m^3/an**	**1 695 060 m^3/an**
Besoin de pointe des 5 collectivités du S-O	6 300 m^3/j	5 200 m^3/j
Déficit à combler à partir de la ressource de substitution	1 000 000 m^3/an	500 000 m^3/an
Volume annuel prélevable sur les GTI	1 089 260 m^3/an	1 195 060 m^3/an

11.3.3. Saisonnalité

Comme la nappe des GTI Sud-Ouest, la nappe des GTI Sud-Est n'est pas sensible aux variations saisonnières. Toutefois, les prélèvements dans les GTI Sud-Est à l'étiage ont un impact sur les cours d'eau de surface (Madon, Illon).

Aussi, le prélèvement du volume déficitaire à partir de la ressource de substitution des GTI Sud-Est, allant de 0.5 à 1 Mm^3/an, sera prélevé majoritairement hors étiage, entre novembre et juillet.

En effet, un volume minimal correspondant au volume de la conduite de transfert doit être prélevé quotidiennement toute l'année, afin de **limiter le temps de séjour de l'eau dans la conduite de transfert.**

Le tableau suivant présente la répartition des prélèvements journaliers entre les GTI Sud-Ouest et la ressource des GTI Sud-Est.

Tabl. 43 - Répartition mensuelle des prélèvements par ressource - HH

		Hypothèse Haute - Besoin Moyen					
Mois	**Jours**	**Prélèvements GTI S-O HH (m^3/j)**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/mois)**	**Prélèvements GTI Sud-Est HH (m^3/j)**	**Prélèvements GTI Sud-Est (m^3/mois)**	**Total Prélèvements (m^3/j)**	**Total Prélèvements (m^3/mois)**
Janvier	31	2294	71114	3430	106330	**5724**	**177444**
Février	28	2294	64232	3430	96040	**5724**	**160272**
Mars	31	2294	71114	3430	106330	**5724**	**177444**
Avril	30	2294	68820	3430	102900	**5724**	**171720**
Mai	31	2294	71114	3430	106330	**5724**	**177444**
Juin	30	2473	74180	3251	97540	**5724**	**171720**
Juillet	31	3124	96844	2600	80600	**5724**	**177444**
Août	31	4424	137144	1300	40300	**5724**	**177444**
Septembre	30	4424	132720	1300	39000	**5724**	**171720**
Octobre	31	4424	137144	1300	40300	**5724**	**177444**
Novembre	30	3124	93720	2600	78000	**5724**	**171720**
Décembre	31	2294	71114	3430	106330	**5724**	**177444**
Total	**365**	**35 757**	**1 089 260**	**32 931**	**1 000 000**	**68 688**	**2 089 260**

Dans le cas de l'hypothèse haute, le volume déficitaire de 1 Mm^3/an sera prélevé à 88% entre novembre et juillet.

Tabl. 44 - Répartition mensuelle des prélèvements par ressource - HB

		Hypothèse Basse - Besoin Moyen					
Mois	**Jours**	**Prélèvements GTI S-O HB (m^3/j)**	**Prélèvements GTI S-O (m^3/mois)**	**Prélèvements GTI Sud-Est HB (m^3/j)**	**Prélèvements GTI Sud-Est (m^3/mois)**	**Total Prélèvements (m^3/j)**	**Total Prélèvements (m^3/mois)**
Janvier	31	3194	99014	1450	44950	**4644**	**143964**
Février	28	3194	89432	1450	40600	**4644**	**130032**
Mars	31	3194	99014	1450	44950	**4644**	**143964**
Avril	30	3194	95820	1450	43500	**4644**	**139320**
Mai	31	3194	99014	1450	44950	**4644**	**143964**
Juin	30	3194	95820	1450	43500	**4644**	**139320**
Juillet	31	3247	100664	1397	43300	**4644**	**143964**
Août	31	3494	108314	1150	35650	**4644**	**143964**
Septembre	30	3494	104820	1150	34500	**4644**	**139320**
Octobre	31	3494	108314	1150	35650	**4644**	**143964**
Novembre	30	3194	95820	1450	43500	**4644**	**139320**
Décembre	31	3194	99014	1450	44950	**4644**	**143964**
Total	**365**	**39 281**	**1 195 060**	**16 447**	**500 000**	**55 728**	**1 695 060**

Dans le cas de l'hypothèse haute, le volume déficitaire de 0.5 Mm^3/an sera prélevé à 84% entre novembre et juillet.

La conduite d'interconnexion doit également être en mesure de satisfaire le besoin de point des usagers du secteur Sud-Ouest. Ce besoin de pointe suit cette même saisonnalité.

Les tableaux suivants présentent en hypothèses haute et basse de prélèvements à horizon 30 ans, les besoins de pointes sur la ressource de substitution au cours de l'année.

Le besoin de pointe à satisfaire par la ressource de substitution est de 200 m^3/h dans le cas d'un déficit de 1 Mm^3/an, et 100 m^3/h dans le cas d'un déficit de 0.5 Mm^3/an.

Tabl. 45 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HH

	Hypothèse Haute - Besoin de Pointe		
Mois	**Besoin de pointe Sud-Ouest (m^3/j)**	**Besoin de pointe sur la nouvelle ressource (m^3/j)** Besoin de pointe Sud-Ouest - Prélèvements GTI	**Pointe sur la nouvelle ressource (m^3/h) sur 20h**
Janvier	6300	**4006**	**200**
Février	6300	**4006**	**200**
Mars	6300	**4006**	**200**
Avril	6300	**4006**	**200**
Mai	6300	**4006**	**200**
Juin	6300	**3827**	**191**
Juillet	6300	**3176**	**159**
Août	6300	**1876**	**94**
Septembre	6300	**1876**	**94**
Octobre	6300	**1876**	**94**
Novembre	6300	**3176**	**159**
Décembre	6300	**4006**	**200**

Tabl. 46 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HB

	Hypothèse Basse - Besoin de Pointe		
Mois	**Besoin de pointe Sud-Ouest (m^3/j)**	**Besoin de pointe sur la nouvelle ressource (m^3/j)** Besoin de pointe Sud-Ouest - Prélèvements GTI	**Pointe sur la nouvelle ressource (m^3/h) sur 20h**
Janvier	5200	**2006**	**100**
Février	5200	**2006**	**100**
Mars	5200	**2006**	**100**
Avril	5200	**2006**	**100**
Mai	5200	**2006**	**100**
Juin	5200	**2006**	**100**
Juillet	5200	**1953**	**98**
Août	5200	**1706**	**85**
Septembre	5200	**1706**	**85**
Octobre	5200	**1706**	**85**
Novembre	5200	**2006**	**100**
Décembre	5200	**2006**	**100**

11.4. DIMENSIONNEMENT DU TRANSFERT D'EAU DEPUIS LA STATION DE TRAITMENT JUSQU'AU RESERVOIR CENTRAL

11.4.1. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Haute (HH)

La conduite de transfert entre la station de traitement à créer sur la commune de Valfroicourt et le réservoir central présente un linéaire de près de 22 km. Le besoin de pointe à fournir en hiver en HH s'élève à 200 m^3/h.

Des calculs hydrauliques ont été réalisés afin de définir en fonction des pertes de charge, la combinaison adéquate entre le diamètre de la conduite et le nombre de stations de relevage nécessaire pour atteindre le réservoir central.

Il en résulte la mise en place des réseaux et ouvrages suivants :

- Une conduite de diamètre 250 mm,
- Un poste de refoulement initial pour relever l'eau en sortie de station de traitement,
- Deux stations de reprise pour passer les points hauts localisés et relever l'eau jusqu'au réservoir central situé à une cote de 430 mNGF.
- Un réservoir intermédiaire de 500 m^3 en point haut.

En fonction de la topographie le long du tracé, certains tronçons présentent un fonctionnement gravitaire sous pression, et d'autres un fonctionnement sous pression avec pompage en amont.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des différents tronçons de la conduite de transfert, avec indication de la pression à fournir par les pompes dans le cas d'un refoulement.

Tabl. 47 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HH

Tronçon	Cote départ (mNGF)	Cote arrivée (mNGF)	Distance (m)	Ecoulement	Diamètre	Pression à fournir au départ (Bar)
Valfroicourt - Remoncourt	305	376	5300	Refoulement	DN250	10,5
Remoncourt - Vittel	376	403	8047	Refoulement	DN250	7,9
Vittel - Mandres/Vair	403	365	6050	Gravitaire sous pression	DN250	0
Mandres/Vair - Contrexéville	365	430	1899	Refoulement	DN250	7,7

** La pression à fournir au niveau au droit des postes de refoulement inclue le delta topographique à franchir, ainsi que les pertes de charges le long de la conduite.*

Chaque station de pompage sera accompagnée d'une bâche de stockage de 500 m^3, correspondant à près de 2h de pompage en période de pointe.

Un réservoir intermédiaire de 500 m^3 sera positionné au point haut 403 mNGF.

Le temps de séjour estimé dans la conduite de transfert à l'étiage est de 1.3 jours. Une chloration relais sera mise en place sur la dernière station de reprise, afin d'assurer une désinfection optimale de l'eau potable avant distribution vers les collectivités.

Le volume du réservoir central est défini en fonction des besoins des collectivités et de leurs volumes de réservoir existants :

- Les communes de Vittel et Norroy présentent un volume de réservoir total de 3800 m^3. Le besoin de pointe de 1913 m^3/j, soit 80 m^3/h : elles disposent ainsi de 2 jours de réserve.
- La commune de Contrexéville présente un volume de réservoir total de 1750 m^3. Le besoin de pointe de 860 m^3/j, soit 36 m^3/h : elle dispose ainsi de 2 jours de réserve.
- Le SIE de Bulgnéville présente un volume de réservoir total de 1800 m^3. Le besoin de pointe de 3911 m^3/j, soit 163 m^3/h : elle ne dispose ainsi que de 11h de réserve.

Le volume de réservoir du SIE de Bulgnéville est insuffisant. La construction d'un ouvrage de stockage supplémentaire a d'ailleurs été préconisée dans le programme pluriannuel de travaux réalisé en 2012 (Egis Eau).

Le réservoir central, d'une capacité de 2 000 m^3 (marnage de 8h), permettra ainsi de compenser le déficit volumétrique d'environ 2 000 m^3 du SIE de Bulgnéville.

La figure suivante présente le profil en long de la conduite de transfert, allant de 305 mNGF à 430 mNGF, avec positionnement des stations de pompage et du réservoir central.

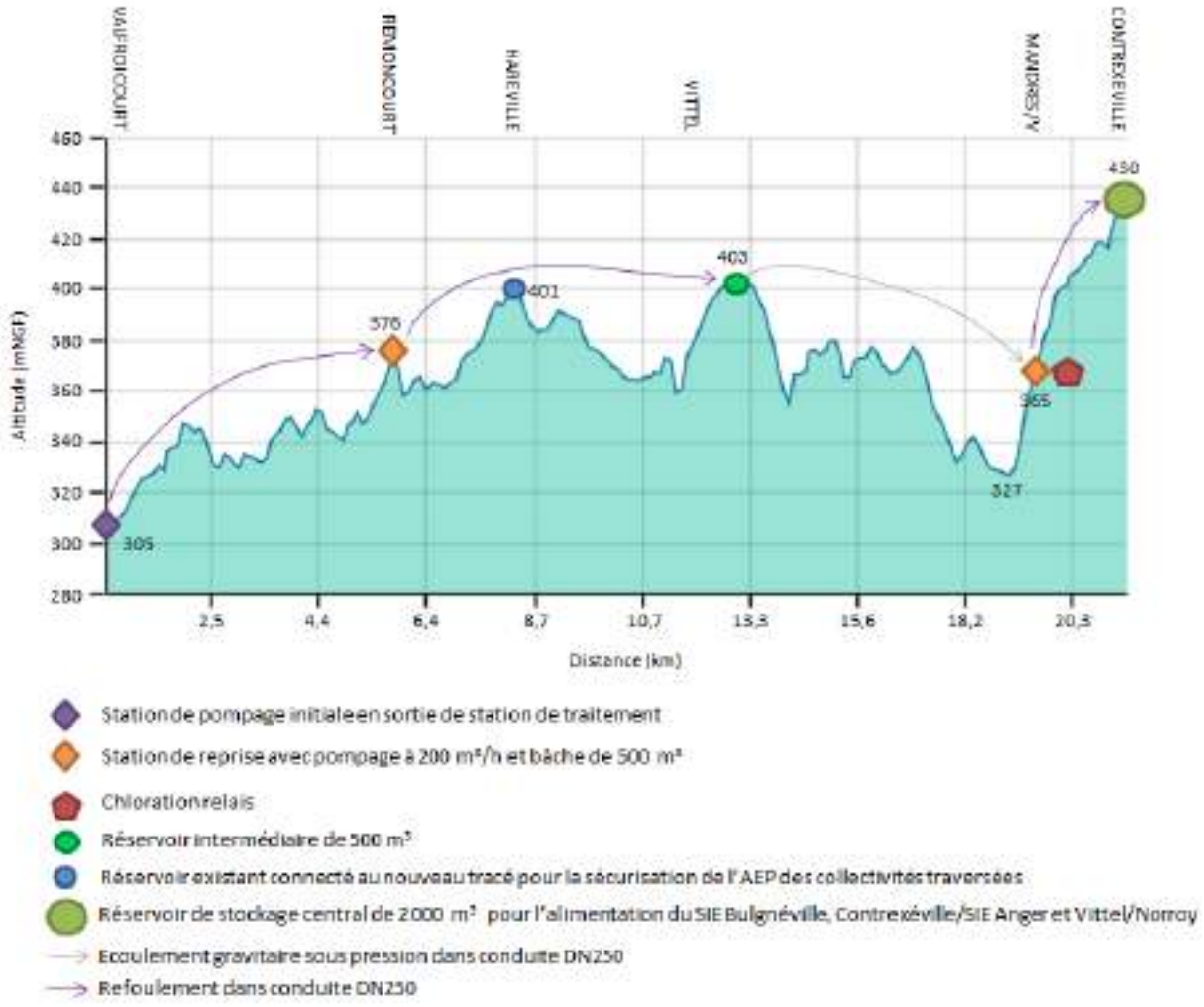


Fig. 84. Profil en long de la conduite de transfert de la solution « Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est » en Hypothèse Haute

11.4.2. Réseau et ouvrages de stockage en Hypothèse Basse (HB)

La conduite de transfert entre la station de traitement à créer sur la commune de Valfroicourt et le réservoir central présente un linéaire de près de 22 km. Le besoin de pointe à fournir en hiver en HH s'élève à 100 m^3/h.

Des calculs hydrauliques ont été réalisés afin de définir en fonction des pertes de charge, la combinaison adéquate entre le diamètre de la conduite et le nombre de stations de relevage nécessaire pour atteindre le réservoir central.

Il en résulte la mise en place des réseaux et ouvrages suivants :

- Une conduite de diamètre 200 mm,
- Un poste de refoulement initial pour relever l'eau en sortie de station de traitement,
- Deux stations de reprise pour passer les points hauts localisés et relever l'eau jusqu'au réservoir central situé à une cote de 430 mNGF,
- Un réservoir intermédiaire de 300 m^3 en point haut.

En fonction de la topographie le long du tracé, certains tronçons présentent un fonctionnement gravitaire, et d'autres un fonctionnement sous pression avec pompage en amont.

Le tableau suivant présente les caractéristiques des différents tronçons de la conduite de transfert, avec indication de la pression à fournir par les pompes dans le cas d'un refoulement.

Tabl. 48 - Evolution du besoin de pointe sur la ressource de substitution en HB

Tronçon	Cote départ (mNGF)	Cote arrivée (mNGF)	Distance (m)	Ecoulement	Diamètre	Pression à fournir au départ (Bar)
Valfroicourt - Remoncourt	305	376	5300	Refoulement	DN200	10,2
Remoncourt - Vittel	376	403	8047	Refoulement	DN200	7,5
Vittel - Mandres/Vair	403	365	7200	Gravitaire sous pression	DN200	0
Mandres/Vair - Contrexéville	365	430	750	Refoulement	DN200	7,1

* *La pression à fournir au niveau au droit des postes de refoulement inclue le delta topographique à franchir, ainsi que les pertes de charges le long de la conduite.*

Chaque station de pompage sera accompagnée d'une bâche de stockage de 300 m^3, correspondant à près de 3h de pompage en période de pointe.

Un réservoir intermédiaire de 300 m^3 sera positionné au point haut 403 mNGF.

Le temps de séjour estimé dans la conduite de transfert à l'étiage est de 0.8 jour. Une chloration relais sera mise en place sur la dernière station de reprise, afin d'assurer une désinfection optimale de l'eau potable avant distribution vers les collectivités.

Le volume du réservoir central est défini en fonction des besoins des collectivités et de leurs volumes de réservoir existants :

- Les communes de Vittel et Norroy présentent un volume de réservoir total de 3800 m^3. Le besoin de pointe de 1723 m^3/j, soit 72 m^3/h : elles disposent ainsi de 2.2 jours de réserve.

- La commune de Contrexéville présente un volume de réservoir total de 1750 m^3. Le besoin de pointe de 771 m^3/j, soit 32 m^3/h : elle dispose ainsi de 2.3 jours de réserve.
- Le SIE de Bulgnéville présente un volume de réservoir total de 1800 m^3. Le besoin de pointe de 2938 m^3/j, soit 122 m^3/h : elle ne dispose ainsi que de 15h de réserve.

Le réservoir central, d'une capacité de 2 000 m^3 (marnage de 8h), permettra ainsi de compenser le déficit volumétrique du SIE de Bulgnéville. Un réservoir plus petit aurait un temps de marnage trop faible.

La figure suivante présente le profil en long de la conduite de transfert, allant de 305 mNGF à 430 mNGF, avec positionnement des stations de pompage et du réservoir central.

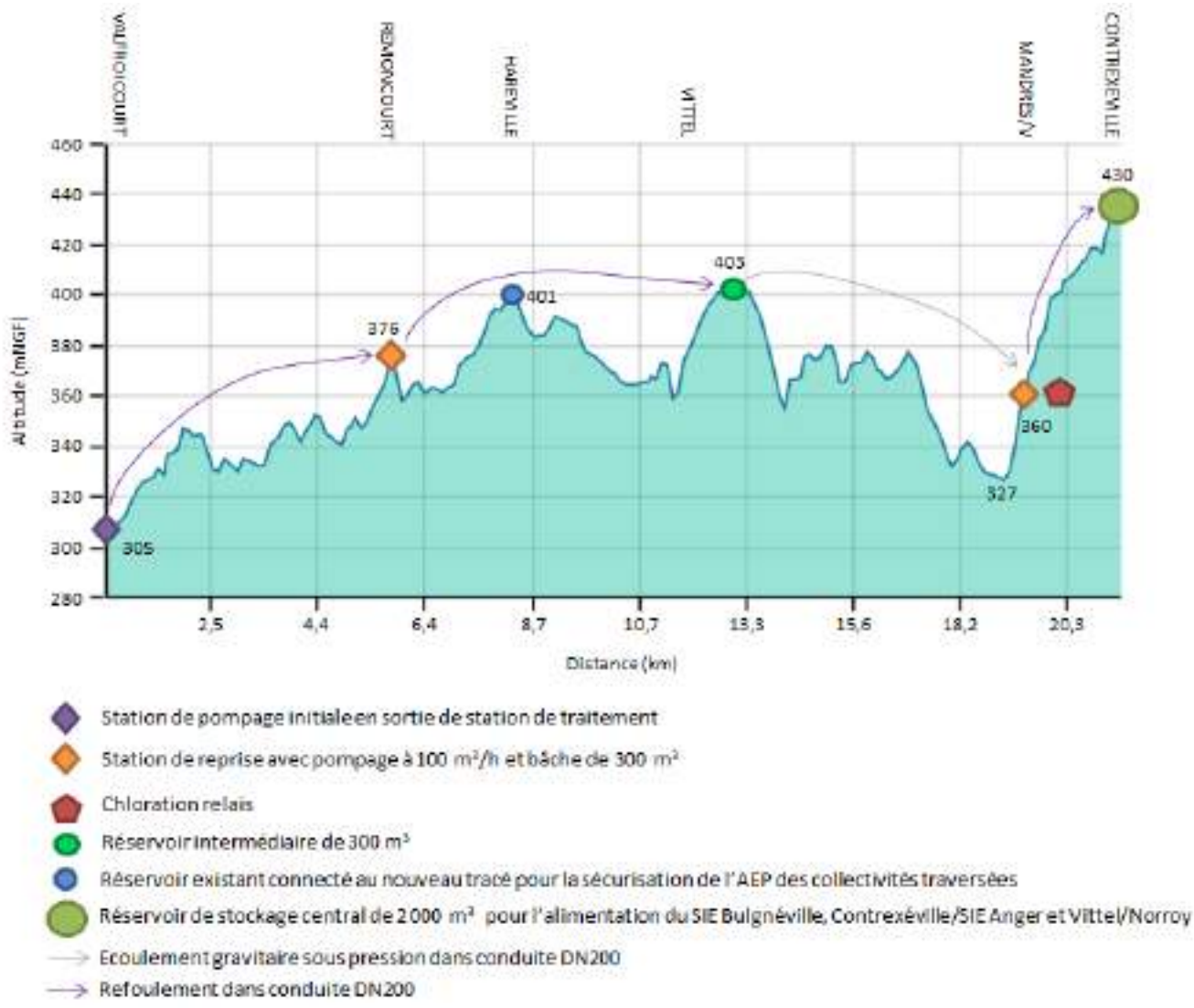


Fig. 85. Profil en long de la conduite de transfert de la solution « Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est » en Hypothèse Basse

11.5. DIMENSIONNEMENT DE LA DISTRIBUTION D'EAU DEPUIS LE RESERVOIR CENTRAL JUSQU'AUX COLLECTIVTES

11.5.1. Répartition des volumes distribués

La solution de substitution est en mesure d'acheminer :

- En Hypothèse Haute : 175 m^3/h en moyenne et 200 m^3/h en période de pointe.
- En Hypothèse Basse : 75 m^3/h en moyenne et 100 m^3/h en période de pointe.

Les besoins en eau des collectivités à desservir sont les suivants :

Tabl. 49 - Besoins journaliers moyens et de pointe des collectivités à desservir

Collectivités	Besoin moyen HH	Besoin moyen HB	Pointe HH	Pointe HB
SIE Bulgnéville	3401 m^3/j 142 m^3/h	2555 m^3/j 106 m^3/h	3911 m^3/j 163 m^3/h	2938 m^3/j 122 m^3/h
Vittel et Norroy	1434 m^3/j 60 m^3/h	1303 m^3/j 54 m^3/h	1913 m^3/j 80 m^3/h	1723 m^3/j 72 m^3/h
Contrexéville et SIE Anger	877 m^3/j 37 m^3/h	787 m^3/j 33 m^3/h	984 m^3/j 41 m^3/h	883 m^3/j 37 m^3/h

La répartition des débits de distribution en sortie de réservoir central a été fixée selon les hypothèses suivantes :

- Tous les ouvrages de prélèvements doivent fonctionner régulièrement toute l'année, il n'est donc pas question de substituer complètement une collectivité à partir de la nouvelle ressource.
- Les ouvrages existants sur le secteur Sud-Ouest présentent un état très variable. L'état des lieux a montré que :
  - 4 forages sont en mauvais état et non réhabilitables : le forage F1 du SIE de Bulgnéville, ainsi que les forages F3, F6 et F7 de la Ville de Vittel. Ces forages sont les plus anciens et il est urgent de substituer ces ressources.
  - 2 forages sont en très bon état car récents : F5 de la Ville de Vittel et F3 du SIE de Bulgnéville

  Aussi, en période d'étiage lors des besoins de pointe de Vittel, un maximum d'eau sera acheminé au réservoir de Vittel. En effet, de l'eau sera également acheminée vers les réservoirs de Bulgnéville et de Contrexéville afin de renouveler le volume de leur conduite.

  Hors d'étiage, la part de débit transmis aux collectivités sera proportionnelle aux besoins, mais d'un ratio de substitution équivalent (cf. tableaux suivants).

Les tableaux suivants présentent la saisonnalité des volumes distribués aux collectivités, pour les hypothèses haute et basse de prélèvements.

Tabl. 50 - Saisonnalité des volumes distribués aux collectivités - HH

	Vittel / Norroy		SIE Bulgnéville		Contrexéville / SIE Anger	
	Aout-Oct	Dec-Juin	Aout-Oct	Dec-Juin	Aout-Oct	Dec-Juin
Besoin de pointe (m3/j)	1913	1913	3911	3911	984	984
Volume substitué (m3/j)	1048	985	126	2014	126	506
Volume prélevé sur les GTI (m3/j)	865	928	3785	1897	858	478
Ratio ($V_{substitué}$/Besoin)	55 %	51 %	3 %	51 %	13 %	51 %

Tabl. 51 - Saisonnalité des volumes distribués aux collectivités - HB

	Vittel / Norroy		SIE Bulgnéville		Contrexéville / SIE Anger	
	Aout-Oct	Dec-Juin	Aout-Oct	Dec-Juin	Aout-Oct	Dec-Juin
Besoin de pointe (m3/j)	1723	1723	2938	2938	883	883
Volume substitué (m3/j)	678	510	96	868	126	265
Volume prélevé sur les GTI (m3/j)	1045	1213	2842	2070	757	618
Ratio ($V_{substitué}$/Besoin)	39 %	30 %	3 %	30 %	14 %	30 %

11.5.2. Dimensions des conduites de distribution

Le positionnement du réservoir central en point haut (430 mNGF) permet d'acheminer l'eau aux réservoirs des collectivités desservies de manière gravitaire.

Les calculs hydrauliques réalisés afin de satisfaire les besoins de pointe des usagers aboutissent à proposer des conduites de diamètres suivants :

- Distribution vers Bulgnéville : DN250 (arrivée : 2 bar en HH et 2.3 bar en HB),
- Distribution vers Vittel : DN200 (arrivée : 4.4 bar en HH et 5.1 bar en HB),
- Distribution vers Contrexéville : DN150 (arrivée : 2.5 bar en HH et 3.3 bar en HB),

Les figures suivantes présentent les profils en long des conduites de distribution vers Bulgnéville, Vittel et Contrexéville, ainsi que la ligne de charge.

Fig. 86. Profil en long de la conduite de distribution vers Bulgnéville

Fig. 87. Profil en long de la conduite de distribution vers Contrexéville

Fig. 88. Profil en long de la conduite de distribution vers Vittel

Le schéma page suivante présente Synoptiques des collectivités desservies par la ressource de substitution.

11.6. IMPLANTATION DES COMPTEURS DE VENTE ET D'ACHAT D'EAU

Le compteur de vente d'eau pour la sécurisation de l'eau potable du SIE de Thuillières sera positionné sur le tronçon d'amené au réservoir d'Haréville.

Les compteurs d'achats d'eau du SIE de Bulgnéville, Contrexéville et Vittel seront positionnés en sortie du réservoir central, sur chacune des branches de distribution d'eau.

Des compteurs de vente d'eau sont existants entre Contrexéville et le SIE de L'Anger, et entre Vittel et Norroy.

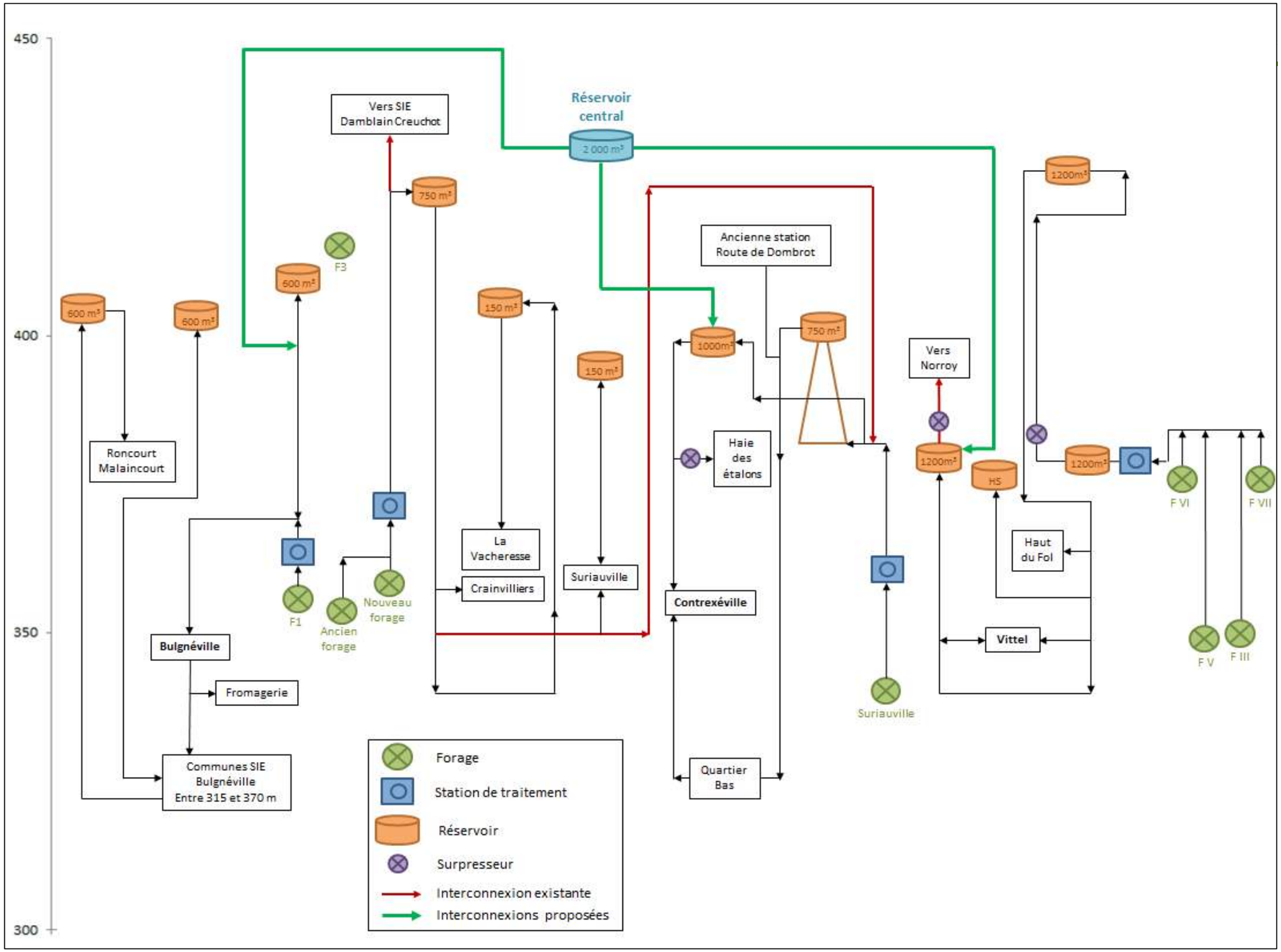


Fig. 89. ***Synoptiques des collectivités desservies par la ressource de substitution***

12. ESTIMATION DES COUTS D'INVESTISSEMENT

L'estimation des coûts d'investissement de la solution «Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est » pour les hypothèse haute et basse de prélèvements à horizon 30 ans est présentée dans les tableaux suivants.

La solution s'élève à 20 millions d'euros pour substituer un volume de 1 Mm^3/an, et à 15.5 millions d'euros pour substituer un volume de 0.5 Mm^3/an

Tabl. 52 - Coûts d'investissement de la solution « Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est » en Hypothèse Haute

Prestations	Coûts unitaires (€)	Quantité	Coûts (€)
OUVRAGES DE PRELEVEMENT			
Installation de 2 forages dans les GTI Sud-Est	375 000	2	750 000
STATION DE TRAITEMENT			
Capacité : besoin de pointe de 200 m^3/h Traitement : arsenic - désinfection	2 500 000	1	2 500 000
RESEAUX			
Adduction des forages 1 et 2 à la station de traitement	150	5 000	750 000
Transfert de la station de traitement du SIE Vraine et Xaintois au réservoir de stockage central du secteur Sud-Ouest à substituer en diamètre DN250	250	21 500	5 375 000
Ditribution du réservoir central vers Bulgnéville en diamètre DN250	250	2 600	650 000
Ditribution du réservoir central vers Vittel - Norroy en diamètre DN200	200	8 400	1 680 000
Ditribution du réservoir central vers Contrexéville - SIE Anger en diamètre DN150	150	7 200	1 080 000
STATIONS DE REFOULEMENT			
Station de refoulement initiale en sortie de station de traitement de 200 m^3/h	300 000	1	300 000
Station de reprise de capacité 200 m^3/h	300 000	2	600 000
Chloration relais sur la dernière station de reprise	50 000	1	50 000
CHAMBRES DE VANNES			
Chambre ventouse DN200/DN250	15 000	16	243 750
Chambre ventouse DN150	10 000	4	36 000
Chambre vidange DN200/DN250	15 000	16	243 750
Chambre vidange DN150	10 000	4	36 000
BASSINS DE STOCKAGE			
Bâche de refoulement associée au station de reprise de 500 m^3	550 000	2	1 100 000
Réservoir intermédiaire de 300 m^3	550 000	1	550 000
Réservoir central de 2 000 m^3 avant distribution aux collectivités substituées	2 000 000	1	2 000 000
DIVERS			
Honoraires Maitrise d'Œuvre Levés Topo / Géotechnique Imprévus	1 840 200	1	1 840 200
Dossier réglementaire - Projet soumis à étude d'imapct	100 000	1	100 000
TOTAL HT			**19 884 700 €**

Tabl. 53 - Coûts d'investissement de la solution « Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est» en Hypothèse Haute

Prestations	Coûts unitaires (€)	Quantité	Coûts (€)
OUVRAGES DE PRELEVEMENT			
Installation de 1 forage dans les GTI Sud-Est	400 000	1	400 000
STATION DE TRAITEMENT			
Capacité : besoin de pointe de 100 m^3/h Traitement : arsenic - désinfection	1 500 000	1	1 500 000
RESEAUX			
Adduction du forage 1 à la station de traitement	150	1 500	225 000
Transfert de la station de traitement du SIE Vraine et Xaintois au réservoir de stockage central du secteur Sud-Ouest à substituer en diamètre DN200	200	21 296	4 259 200
Ditribution du réservoir central vers Bulgnéville en diamètre DN250	250	2 560	640 000
Ditribution du réservoir central vers Vittel - Norroy en diamètre DN200	200	8 333	1 666 600
Ditribution du réservoir central vers Contrexéville - SIE Anger en diamètre DN150	150	7 125	1 068 750
STATIONS DE REFOULEMENT			
Station de refoulement initiale en sortie de station de traitement de 100 m^3/h	200 000	1	200 000
Station de reprise de capacité 100 m^3/h	200 000	2	400 000
Chloration relais sur la dernière station de reprise	50 000	1	50 000
BASSINS DE STOCKAGE			
Bâche associée au station de reprise de 300 m^3	450 000	2	900 000
Réservoir intermédiaire de 300 m^3	450 000	1	450 000
Réservoir central de 2 000 m^3 avant distribution aux collectivités substituées	2 000 000	1	2 000 000
DIVERS			
Honoraires Maitrise d'Œuvre Levés Topo / Géotechnique Imprévus	1 522 146	1	1 522 146
Dossier réglementaire - Projet soumis à étude d'imapct	100 000	1	100 000
TOTAL HT			**15 381 696 €**

SYNTHESE COMPARATIVE DES SOLUTIONS

Critère	Solution n°1 : Interconnexion avec le SIE Vraine et Xaintois		Solution n°2 : Transfert d'eau depuis les alluvions de la Moselle		Solution n°3 : Exploitation de la nappe des GTI Sud-Est	
	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Débit disponible à la ressource	Ressource en eau importante à priori	**Hypothèses sur les débits disponibles** Pas de données précises au droit des sources, mais uniquement en entrée de station de traitement, Investigations complémentaires nécessaires pour préciser les débits exploitables	Capacité à fournir les débits nécessaires pour satisfaire les besoins du secteur Sud-Ouest	Mais fortes contraintes d'implantation des puits (5 sites identifiés)	Ressource en eau importante	Incertitudes sur les quantités d'eau prélevables, liées à l'impact potentiel des prélèvements sur les cours d'eau de surface. Investigations complémentaires nécessaires pour préciser les débits exploitables
Sensibilité aux étiages		Ressource sensible aux étiages (la Chavée passe d'un débit de 200 m^3/h à 30 m^3/h en étiage, 85% de réduction de débit)		Ressource sensible aux étiages (en étiage, réduction de 2/3 du débit disponible au droit des puits)	**Ressource sous couverture non sensible aux étiages**	
Qualité de la ressource		**Eau de qualité variable** En étiage, nécessité de prélever dans le puits de Roche de qualité moindre **Filière de traitement complète**		**Eau de qualité non homogène** du fait de la variabilité de la nature géologique. **Filière de traitement complète**	**Eau de bonne qualité et constante** Traitement limité à l'arsenic et désinfection	
Vulnérabilité de la ressource	Vulnérabilité spécifique faible	**Vulnérabilité intrinsèque élevée**		**Vulnérabilité élevée**	**Ressource non vulnérable**	
Impact sur le Milieu Naturel	**Prélèvements envisagés déjà autorisés.** **Tous ces captages ont fait l'objet d'une DUP et donc bénéficient d'une protection réglementaire.**		**Pas d'impact significatif sur le débit de la Moselle**, y compris en étiage sévère.	Procédure de DUP avec imposition des servitudes sur le bassin d'alimentation, qui pourront être contraignantes		Incertitudes de l'impact des prélèvements sur les cours d'eau, notamment Illon, Madon et Saône amont
	Lien entre le Vair et le Puits de Roche peu connu (perméabilité, influence sur la qualité des eaux du puits…)		Peu d'impact des prélèvements sur le débit de la Moselle mais impacts sur les affluents et les zones humides à préciser		Impacts des prélèvements sur les cours d'eau, notamment Illon, Madon et Saône amont (sur GTI affleurants) à préciser. Impacts des prélèvements sur les Zones Humides à vérifier	
Sensibilité au changement climatique		**Sensibilité élevée au changement climatique**	Sensibilité faible au changement climatique mais plus marquée en étiage		Ressource peu sensible au changement climatique	
Tracé (adduction, transfert et distribution)	Longueur totale de conduites de 43,2 km **Tracé le plus court**			Longueur totale de conduites de 67,9 km **Tracé le plus long**	Longueur totale de conduites de 44,7 km	
Sécurisation de l'AEP	A l'exception de la commune de Houécourt, le tracé traverse le SIE Vraine & Xaintois, puis les collectivités du Sud-Ouest à substituer. Pas d'autre collectivité à sécuriser au passage		Le tracé traverse de nombreuses collectivités, mais les besoins en sécurisation de l'AEP sont localisés dans la vallée de la Moselle (Charmes, Chamagne, etc.)		SIE de Thuillières et des Ableuvenettes traversés Possibilité par un tracé un peu plus long de sécuriser Esley et Ligneville, faisant parties de la liste des collectivités sujettes à risque de pénuries d'eau récurrentes (AERM 10-2016)	
Ouvrages à créer	**Ouvrages de production existants**	Station de traitement complémentaire à créer 5 ouvrages de transfert/distribution à créer		2 à 4 puits à créer Station de traitement complet à créer **8 ouvrages de transfert/distribution à créer**	4 ouvrages de transfert/distribution à créer Station de traitement allégée à créer (arsenic + désinfection)	1 à 2 forages dans les GTI à créer
Estimation des coûts	Coûts HH : 21 millions d'euros Coûts HB : 18 millions d'euros		**Coûts HH : 30 millions d'euros** **Coûts HB : 24.5 millions d'euros**		Coûts HH : 20 millions d'euros Coûts HB : 15.5 millions d'euros	