



Infiltration des effluents traités du bassin d'Arcachon dans le massif dunaire – Étude de préféaisabilité

Rapport final


SAFEGE
Ingénieurs Conseils

TABLE DES MATIÈRES

1	Caractérisation des effluents traités du bassin d’Arcachon	1
1.1	Le système d’assainissement du bassin d’Arcachon	1
1.2	Caractérisation des effluents	3
1.2.1	Débit	3
1.2.2	Qualité	3
1.3	Arrêté ministériel du 22 juin 2007	4
2	Contexte Général	5
2.1	Localisation de la zone d’étude	5
2.2	Occupation des sols	5
2.3	Topographie et géomorphologie	5
2.4	Contexte géologique	6
2.4.1	Histoire	6
2.4.2	Coupe lithologique	7
2.5	Contexte hydrogéologique	8
2.5.1	Niveaux aquifères	8
2.5.2	Piézométrie	8
2.6	Captages AEP	10
3	Inventaire des solutions d’infiltration des effluents traités.....	11
3.1	Techniques d’infiltration	11
3.1.1	Bassins d’infiltration	12
3.1.2	Drains d’infiltration	12
3.1.3	Aspersion	13
3.2	Implication pour l’infiltration des effluents traités du Bassin d’Arcachon	13
4	Pré-dimensionnement	14
4.1	Détermination des caractéristiques hydrogéologiques des sols	14
4.2	Infiltration des effluents par bassins.....	16

4.2.1	Dimensionnement du bassin de décantation.....	16
4.2.2	Dimensionnement du bassin de répartition	18
4.2.3	Dimensionnement des bassins d'infiltration : option 1	18
4.2.4	Dimensionnement des bassins d'infiltration : option 2	19
4.3	Infiltration des effluents par aspersion	20
4.3.1	Contraintes liées au contexte local	20
4.3.2	Dimensionnement.....	21
5	Solution retenue	22
5.1	Modélisation simplifiée des conditions d'infiltration	22
5.1.1	Calage en régime permanent	22
5.1.2	Simulation pour un débit de 100 000 m ³ /jour.....	23
5.1.3	Simulation pour un débit de 60 000 m ³ /jour.....	23
5.1.4	Détermination du débit maximal pouvant être infiltré	24
5.2	Pré dimensionnement	25
5.2.1	Dimensionnement du bassin de décantation.....	25
5.2.2	Dimensionnement du bassin de répartition	25
5.2.3	Dimensionnement des bassins d'infiltration : option 1	25
5.2.4	Dimensionnement des bassins d'infiltration : option 2	26
6	Analyse cartographique et sélection de sites	28
6.1	Analyse des cartes de contraintes.....	28
6.2	Cartographie des critères d'exclusion	28
6.3	Hierarchisation des zones potentielles	31
7	Suites à donner à l'étude	33
7.1	Établissement d'un programme de qualification.....	33
7.2	Estimation financière.....	36
7.3	Délais.....	36

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1-1 : Schéma du réseau d'assainissement	2
Figure 2-1 : Coupe géologique validée du point BSS n°084980004	7
Figure 2-2 : Piézométrie de la nappe du Plio-quaternaire - rapport BRGM 2007	9
Figure 4-1 : Principe du décanteur horizontal	17
Figure 4-2 : Disposition en carré - exemple du terrain de football de CapBreton.....	21
Tableau 1-1 : Contrôle mensuel des effluents dans le collecteur du SIBA	3
Tableau 1-2 : normes de rejet (arrêté ministériel du 22 juin 2007)	4
Tableau 2-1 : Captages AEP à la Teste de Buch (source : DDASS Gironde)	10
Tableau 3-1 : Avantages et inconvénients des différentes techniques.....	13

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Carte géologique

Planche 2 : Carte piézométrique de la nappe plio-quadernaire

Planche 3 : Infiltration par bassins d'un débit de 60 000 m³/h

Planche 4 : Infiltration par bassins à drains rayonnants d'un débit de 60 000 m³/h

Planche 5 : Infiltration par bassins d'un débit de 20 000 m³/h

Planche 6 : Infiltration par bassins à drains rayonnants d'un débit de 20 000 m³/h

Planche 7 : Cartographie des contraintes : Environnement

Planche 8 : Cartographie des contraintes : Géologie / Hydrogéologie

Planche 9 : Cartographie des contraintes : Intégration

Planche 10 : Cartographie des contraintes : Patrimoine

Planche 11 : Cartographie des épaisseurs dessaturées

Planche 12 : Cartographie d'exclusion : Environnement

Planche 13 : Cartographie d'exclusion : Géologie / Hydrogéologie

Planche 14 : Cartographie d'exclusion : Intégration

Planche 15 : Cartographie d'exclusion des épaisseurs dessaturées

Planche 16 : Carte de synthèse des contraintes d'exclusion

Planche 17 : Carte de synthèse des contraintes d'exclusion – Identification des zones favorables

Planche 18 : Identification des zones favorables – Cartographie des contraintes de sélection

Planche 19 : Identification de la zone la plus favorable : la zone 3

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 **Arrêté préfectoral du 27 août 2007**

Annexe 2 **Compte-rendu de la réunion du 12 juillet 2010**

Annexe 3 **Liste des critères d'exclusion**

Annexe 4 **Modélisation des conditions d'infiltration**

BIBLIOGRAPHIE

Rapports BRGM

- ✓ BRGM, *Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine, géologie et hydrogéologie des réservoirs plio-quadernaires dans le secteur du bassin d'Arcachon*, module 1 - année 3, BRGM/RP-55 239-FR, 2007, annexe 13
- ✓ BRGM, *Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine, géologie et hydrogéologie des réservoirs plio-quadernaires dans le secteur du bassin d'Arcachon*, module 1 - année 4, BRGM/RP-56 680-FR, 2008, p 36
- ✓ H. Astié, R. Bellegarde, B. et C. Moussié, *Évaluation des ressources en eau de la région du bassin d'Arcachon (Gironde)*, BRGM, 1971, annexe 4
- ✓ A. Winckell, JJ. Seguin, N. Pédrón, *Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine, Piézométrie d'objectif d'étiage et de crise*, module 3 - année 2, RP-53 658-FR, BRGM, 2005, p 74

Thèses

- ✓ JL. Teissier, *Étude hydrogéologique du plio-quadernaire dans la région des étangs de Cazaux*, 1967
- ✓ G. Oller, *Essais d'infiltration d'un effluent épuré dans les sables dunaires, étude hydrogéologique dans la région d'Hourtin (Gironde)*, 1974

Autres documents

- ✓ Université de Bordeaux 1, *Expérience de rejet dans les dunes du C.F.M d'Hourtin (Gironde)*, 1973
- ✓ Association syndicale autorisée pour la gestion et l'entretien de l'assainissement autonome de Tourville-la-Campagne, *Colloque national sur l'assainissement des petites collectivités*, 1992
- ✓ O. Alexandre, C. Boutin, P. Duchène, C. Lagrange, A. Lakel, A. Liénard, D. Orditz, *Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités*, Cemagref, 1998
- ✓ Agence de l'Eau, *procédés extensifs d'épuration des eaux usées*, 1991
- ✓ B. Molle, L. Huet, S. Tomas, J. Granier, P. Dimaiolo, C. Rosa, *Caractérisation du risque de dérive et d'évaporation d'une gamme d'asperseurs d'irrigation, application à la définition des limites d'utilisation de l'aspersion en réutilisation d'eaux usées épurées*, décembre 2009

1

Caractérisation des effluents traités du bassin d'Arcachon

1.1 Le système d'assainissement du bassin d'Arcachon

Il se compose de :

- ✓ 3 stations d'épuration urbaines, pour un total de 290 000 équivalents habitants (eqh), répartis comme suit :
 - ◆ la Teste de Buch : 150 000 eqh ;
 - ◆ Biganos : 135 000 eqh ;
 - ◆ Cazaux : 5 000 eqh .
- ✓ 1 station d'épuration industrielle : SMURFIT-KAPPA ;
- ✓ la station d'épuration de la BA 120.

Les effluents traités de ces 5 stations d'épuration sont rejetés dans un collecteur commun, dont l'exutoire se termine par un émissaire en mer : le Wharf de la Salie.

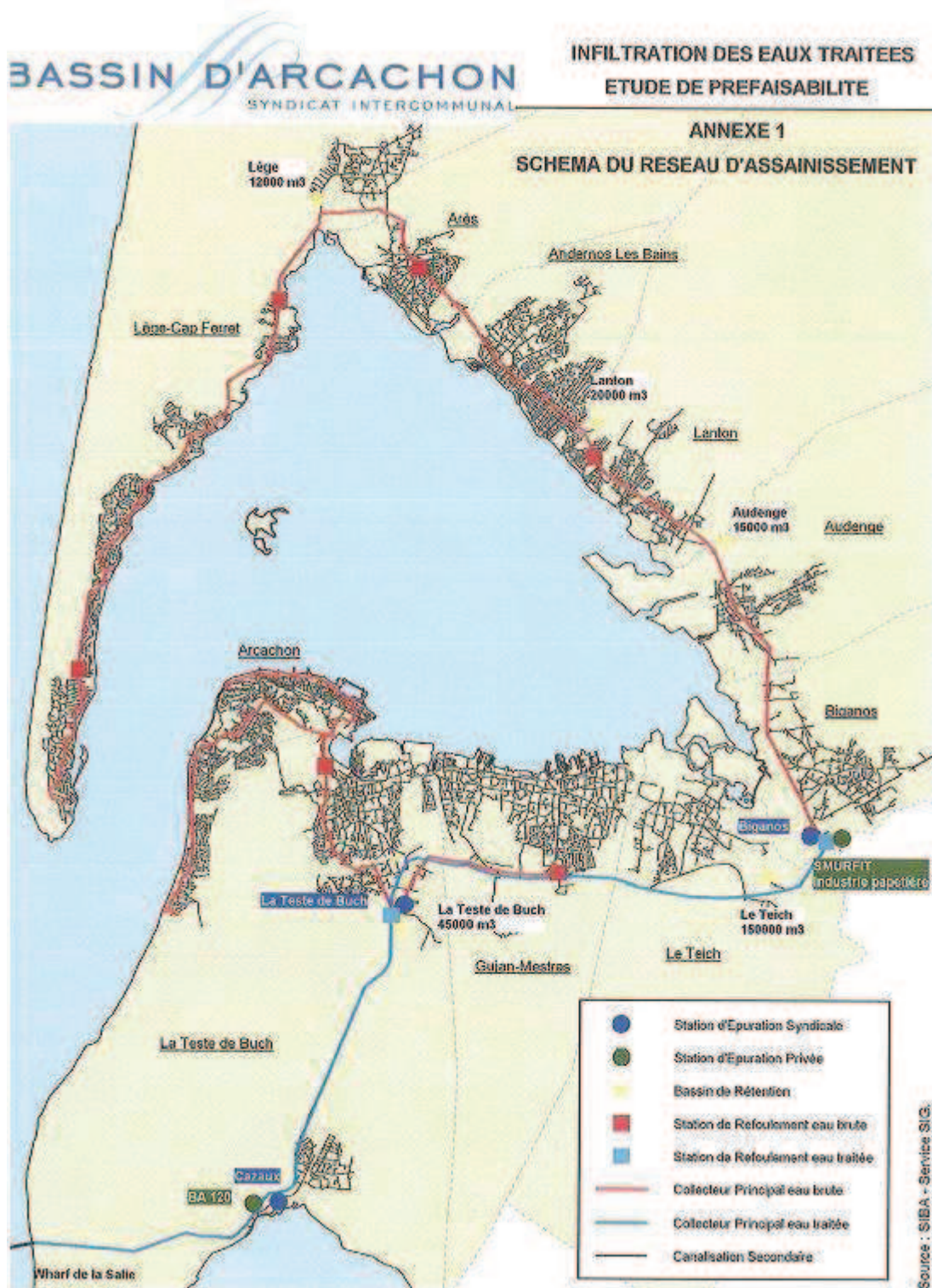


Figure 1-1 : Schéma du réseau d'assainissement

1.2 Caractérisation des effluents

1.2.1 Débit

Le suivi des volumes journaliers sur le poste de refoulement de la ZI de la Teste de Buch pour l'année 2009 met en évidence :

- ✓ un débit moyen journalier d'environ **60 000 m³/jour** ;
- ✓ un débit maximal journalier de **100 000 m³/jour**.

Le débit de rejet de la STEP de Cazaux est négligeable au regard des chiffres précédents : pour une consommation quotidienne de 150 L/jour/habitant pour une STEP de 5 000 eqh fonctionnant à pleine capacité, le volume moyen journalier supplémentaire est de 750 m³.

Les débits rejetés au niveau de la BA 120 ne sont pas connus.

Les valeurs caractéristiques de 60 000 et 100 000 m³/jour seront utilisées pour le pré-dimensionnement des installations.

1.2.2 Qualité

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats des analyses réalisées mensuellement dans le collecteur du SIBA pour les paramètres MES, DBO₅, DCO, Azote, Phosphore et Phénols en 2009 :

Tableau 1-1 : Contrôle mensuel des effluents dans le collecteur du SIBA

Dates de prélèvements	MES	DBO5	DCO	Azote	Phosphore	Phénols
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
20/01/2009	28	70	242	23,8	1,05	0,02
25/02/2009	23	56	197	21,9	1,35	0,025
24/03/2009	45	110	298	28,5	0,75	0,075
30/04/2009	48	58	301	18,7	1,15	0,04
12/05/2009	41	110	257	25,3	0,95	0,035
17/06/2009	35	37	172	18,2	1,3	0,01
15/07/2009	30	37	144	36,9	3,15	0,01
04/08/2009	23	47	184	37,1	1,7	0,02
22/09/2009	44	34	157	21,9	1,95	0,015
13/10/2009	45	74	116	26,8	2,95	0,05
17/11/2009	45	38	174	20,6	1,2	0,01
22/12/2009	46	52	199	17,8	1,03	0,039
valeurs moyennes	38	60	203	24,8	1,54	0,03

Ces analyses respectent les normes de rejet fixées par l'arrêté d'autorisation du système d'assainissement des communes du Bassin d'Arcachon et du rejet en mer des eaux urbaines et industrielles au Wharf de la Salie du 27 août 2007 (cf. annexe 1). Les conditions techniques imposées au rejet du Wharf de la Salie sont fixées à l'article 4 du titre II :

Paramètres	Concentration maximale à ne pas dépasser
DBO ₅	150 mg/l
DCO	400 mg/l
MES	80 mg/l

1.3 Arrêté ministériel du 22 juin 2007

Dans le cas d'un rejet par infiltration des eaux usées traitées, un nouvel arrêté préfectoral devra être délivré par la préfecture. Il sera basé sur l'arrêté ministériel du 22 juin 2007, dont les valeurs guides ne pourront être dépassées.

L'annexe 2 de l'arrêté ministériel du 22 juin 2007 précise les performances minimales des stations d'épurations des agglomérations devant traiter une charge brute de pollution organique supérieure à 120 kg/j de DBO₅. Les échantillons moyens journaliers doivent respecter :

- ✓ soit les valeurs fixées en concentration (cf. tableau 1-2) ;
- ✓ soit les valeurs fixées en rendement.

Tableau 1-2 : normes de rejet (arrêté ministériel du 22 juin 2007)

Paramètres	Concentration maximale à ne pas dépasser	Rendement minimum à atteindre
DBO ₅	25 mg/l	70 %
DCO	125 mg/l	75 %
MES	35 mg/l	90 %

Des valeurs plus sévères que celles mentionnées dans le tableau précédent peuvent être fixées si les objectifs de qualité des eaux réceptrices le rendent nécessaire.

Les concentrations moyennes des effluents en DBO₅, DCO et MES dans le collecteur du SIBA, dépassent les seuils fixés par l'arrêté ministériel. Une analyse des rendements épuratoires devra permettre de vérifier si les installations actuelles permettent de respecter les normes. Si ce n'est pas le cas, une installation de traitement tertiaire, préalable à l'infiltration devra être envisagée.

2

Contexte Général

2.1 Localisation de la zone d'étude

Le secteur d'étude se situe à proximité de la conduite de refoulement entre le poste de refoulement de la Teste de Buch et le Wharf de la Salie.

Ce secteur est délimité au nord par les agglomérations de la Teste et d'Arcachon, et à l'ouest par la façade littorale.

2.2 Occupation des sols

La quasi totalité du secteur d'étude est recouverte par le massif forestier résineux artificiel, constitué au 19^{ème} siècle pour assainir les landes. Les édifices dunaires présentent cependant un couvert végétal de type arbustif.

Les zones urbanisées se situent au nord avec les agglomérations de la Teste de Buch et d'Arcachon, sans oublier la commune de Cazaux à l'est, sur laquelle se trouve un terrain militaire : le champ de tir de Cazaux. Au nord de la base militaire se trouvent un hippodrome, un aérodrome et le golf de Gujan Mestras.

A l'est du Wharf de la Salie se trouve l'étang de Cazaux, qui est à la fois une base touristique et une réserve d'eau utilisée pour l'alimentation en eau potable. Les activités touristiques sont essentiellement développées autour du lac, au nord vers Arcachon et le Pyla, au sud à Biscarosse, ainsi que sur les plages bordant le littoral (plages du Petit Nice, de la Salie).

2.3 Topographie et géomorphologie

La topographie de la zone s'étale de 0 à 80 m NGF. Elle est marquée par une zone plane à l'est d'une ligne Cazaux-la Teste de Buch (altitude comprise entre 10 et 25 m NGF) et par une zone vallonnée à l'ouest (l'altitude varie de 0 à 80 m NGF).

Ces différences altimétriques s'expliquent par la présence de cordons dunaires sur la partie ouest du territoire.

2.4 Contexte géologique

2.4.1 Histoire

La zone d'étude se situe sur la feuille géologique n° 849 de la Teste dont un extrait est présenté sur la planche 1.

Situé sur la façade atlantique en pays de Buch, la zone d'étude est limitée au nord par le Bassin d'Arcachon, vers l'est par les landes de Bordeaux, et au sud par l'étang de Cazaux.

L'histoire continentale de ce secteur débute après le Miocène supérieur, avec l'installation progressive, dès le Pliocène, de formations sableuses dans une large plaine d'épandage fluviale.

Les terrains du Pléistocène sus-jacents résultant de l'alluvionnement de puissants émissaires en provenance des Pyrénées et du Massif Central sont représentés à l'affleurement, par deux formations :

- ✓ la formation de Castets (NF1) constituée de sables fluviaux blanchâtres à petites granules de quartz ;
- ✓ la formation du sable des Landes constituée par des sables hydro-éoliens ferrugineux jaunâtres.

Localement, des niveaux organiques voire des argiles peuvent être présents.

Le long de la façade atlantique, les terrains du Pléistocène sont recouverts par les édifices dunaires de l'Holocène sur 3 à 7 km de large en moyenne :

- ✓ les édifices dunaires de type parabolique (Dya), mis en place lors d'une première phase, présents au nord-est de l'étang de Cazaux ;
- ✓ un complexe dunaire constitué de 3 générations d'édifices de sables éolisés (Dyb à d) longe la façade Atlantique ;
- ✓ les sables coquillers de plages et les dunes actuelles (Dza et Dzb).

Des formations d'alluvions argileuses bordent le sud du bassin au niveau d'Arcachon et de Gujan Mestras.

2.4.2 Coupe lithologique

Bien que les épaisseurs soient variables, la coupe lithologique complète des terrains est composée de :

- ✓ 0 à 50 m de cordon dunaire ;
- ✓ 40 m de terrains du Pléistocène ;
- ✓ puis des formations du tertiaire, du secondaire et du primaire.

La coupe géologique de l'ouvrage n° 08498X004/F de la BSS situé vers le centre de Cazaux (cf. planche 1) est présentée ci-après :

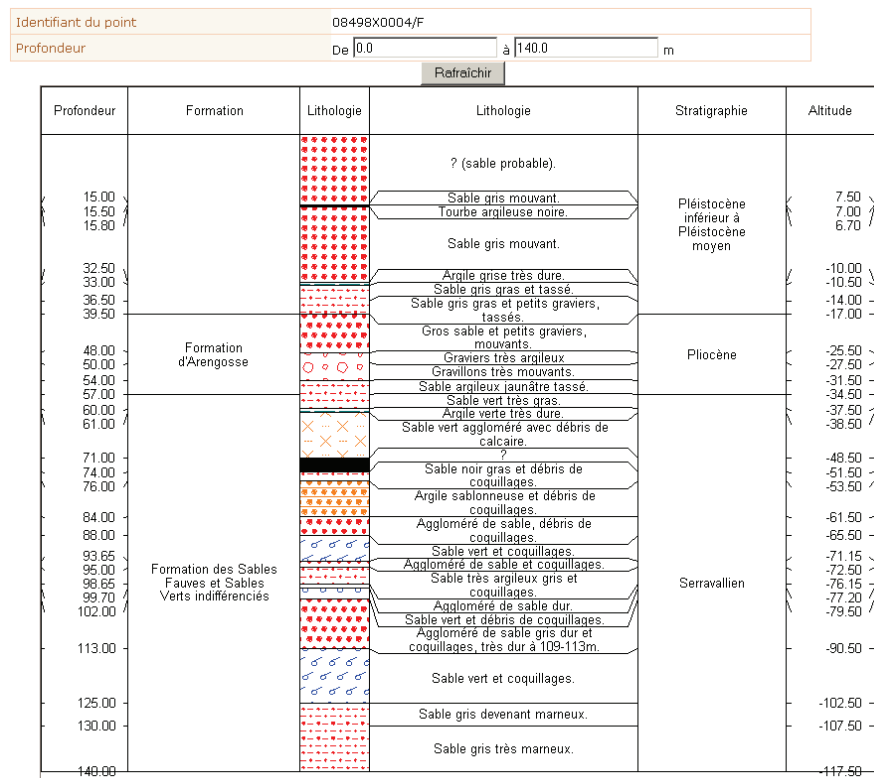
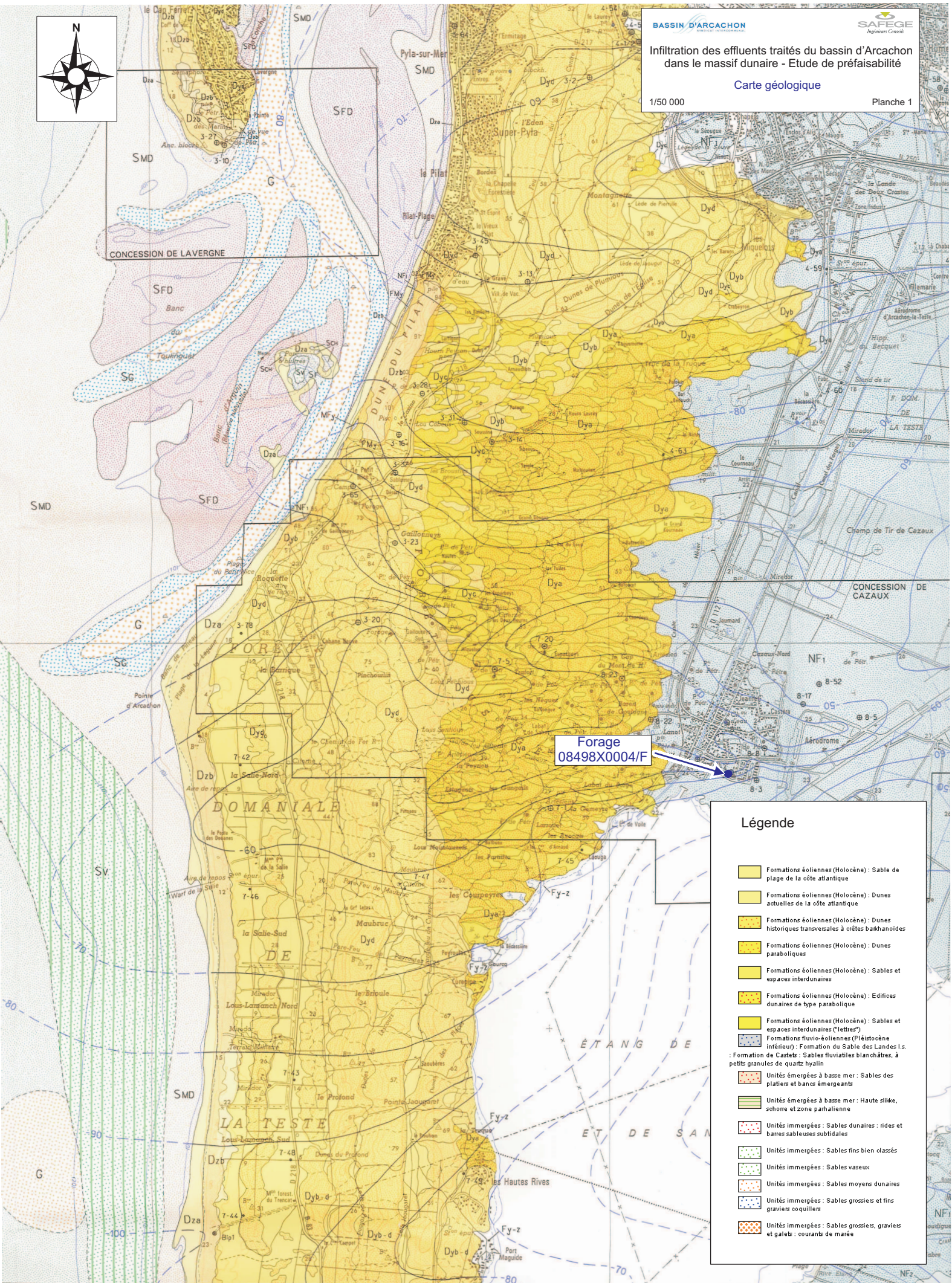


Figure 2-1 : Coupe géologique validée du point BSS n°084980004

Plusieurs niveaux « imperméables » sont identifiés :

- ✓ tourbe argileuse vers 15 mètres de profondeur ;
- ✓ argile grise vers 33 m ;
- ✓ sables et argiles vertes du Miocène (Serravalien) qui constitue le mur de l'aquifère vers 60 mètres de profondeur.



Légende

- Formations éoliennes (Holocène) : Sable de plage de la côte atlantique
- Formations éoliennes (Holocène) : Dunes actuelles de la côte atlantique
- Formations éoliennes (Holocène) : Dunes historiques transversales à crêtes bakhanoides
- Formations éoliennes (Holocène) : Dunes paraboliques
- Formations éoliennes (Holocène) : Sables et espaces interdunaires
- Formations éoliennes (Holocène) : Edifices dunaires de type parabolique
- Formations éoliennes (Holocène) : Sables et espaces interdunaires ("lettres")
- Formations fluvio-éoliennes (Pléistocène inférieu) : Formation du Sable des Landes l.s.
- Formation de Castets : Sables fluviatiles blanchâtres, à petits granules de quartz hyalin
- Unités émergées à basse mer : Sables des platiers et bancs émergents
- Unités émergées à basse mer : Haute slikke, schorre et zone parhalienne
- Unités immergées : Sables dunaires : rides et bancs sableux subtidales
- Unités immergées : Sables fins bien classés
- Unités immergées : Sables vaseux
- Unités immergées : Sables moyens dunaires
- Unités immergées : Sables grossiers et fins graviers coquilles
- Unités immergées : Sables grossiers, graviers et galets : courants de marée

2.5 Contexte hydrogéologique

2.5.1 Niveaux aquifères

La nappe libre du Plio-quadernaire est la première nappe rencontrée.

Deux aquifères peuvent être distingués par leurs propriétés hydrauliques et par la chimie de leurs eaux :

- ✓ un niveau supérieur constitué de sables éoliens dunaires ;
- ✓ un niveau inférieur représenté par les niveaux sableux du Pléistocène (formation de Castets et du sable des Landes).

Les transmissivités de l'horizon supérieur sont relativement homogènes alors que celles de l'horizon inférieur varient fortement. Lorsque que le niveau supérieur est présent, les deux sous-ensembles aquifères sont hydrauliquement reliés.

L'aquifère miocène très hétérogène présente une perméabilité médiocre de l'ordre de 2.10^{-5} m/s et peut être localement artésien, ce qui lui confère un caractère semi-captif par endroit.

Enfin, on retrouve plus en profondeur les nappes profondes du bassin aquitain, constituées de l'ensemble aquifère compréhensif du Crétacé supérieur-Éocène inférieur et moyen-Oligocène. La nappe Plio-quadernaire est isolée de l'aquifère sous-jacent de l'Oligocène au sud du Bassin d'Arcachon.

2.5.2 Piézométrie

La nappe Plio-quadernaire est alimentée par infiltration des précipitations. Elle est drainée à l'est par le ruisseau de l'Eyre, au nord de Cazaux par le Bassin d'Arcachon, au sud par l'étang. A l'ouest, les écoulements semblent être dirigés vers le littoral, mais la carte est incomplète.

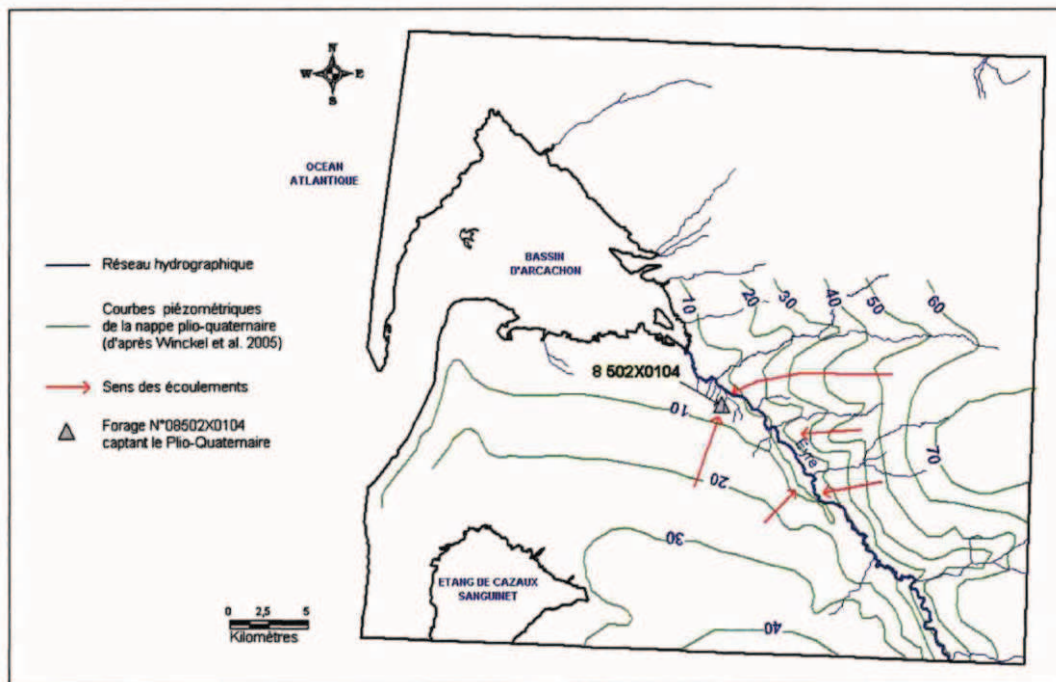


Figure 2-2 : Piézométrie de la nappe du Plio-quaternaire - rapport BRGM 2007

Deux cartes piézométriques détaillées du secteur d'étude ont été consultées dans la thèse de Jean-Louis Tessier (cf. bibliographie).

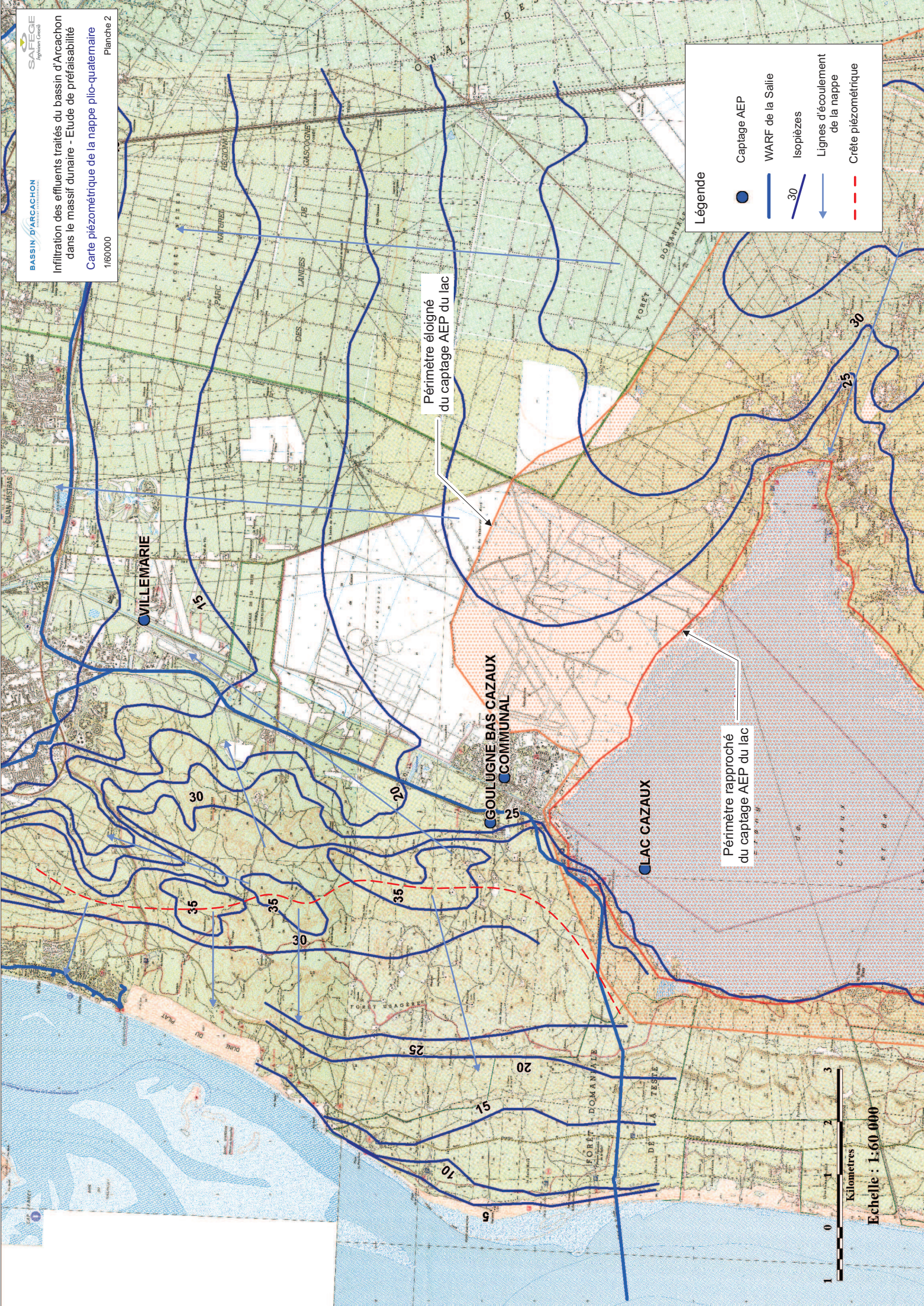
La carte piézométrique de hautes eaux est reportée sur la planche 2.

Les cotes piézométriques du toit de la nappe varient entre 5 et 55 m NGF. La nappe s'écoule globalement du sud-est vers le nord-ouest en direction de l'étang de Cazaux et du Bassin d'Arcachon, avec un gradient hydraulique moyen de l'ordre de 3 ‰. Les ruisseaux de la Gourgue et de Lacaoue constituent deux axes de drainage à l'est de l'étang.

Au nord-ouest de l'étang, une crête piézométrique à 35 m NGF se distingue nettement : elle relie l'ouest de Cazaux au sud d'Arcachon selon une direction sud-nord. Bien que le tracé des isopièzes soit incomplet au sud-ouest, leur prolongement tend à montrer que cette crête se prolonge vers le sud le long de l'étang. **Il s'agit d'une ligne de séparation des écoulements :**

- ✓ à l'ouest vers la façade littorale ;
- ✓ à l'est vers le bassin d'Arcachon ou l'étang de Cazaux.

A l'ouest de cette crête, le gradient hydraulique est supérieur à 5 ‰. L'épaisseur dessaturée varie de 0 à 30 m.



Légende

- Captage AEP
- WARF de la Salle
- 30 Isopièzes
- Lignes d'écoulement de la nappe
- - - Crête piézométrique

Périmètre éloigné
du captage AEP du lac

Périmètre rapproché
du captage AEP du lac

Kilomètres
1 0 1 2 3
Echelle : 1:60 000

2.6 Captages AEP

La liste des captages AEP présents sur la commune de la Teste de Buch est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 2-1 : Captages AEP à la Teste de Buch (source : DDASS Gironde)

Nom du captage	Code BSS	Usage	Profondeur (m)	Débit moyen (m ³ /j)	Nappe	Etat procédure	Maître d'ouvrage
GOULUGNE BAS CAZAUX	08498X0053	AEP	185	121	MIOCENE	Procédure en cours	MAIRIE DE LA TESTE
LAC CAZAUX	08498X0107	AEP	7	3043	LAC DE CAZAUX	Procédure en cours	COBAS
CABARET DES PINS A'	08494X0057	AEP	610	1067	CRETACE	Procédure terminée (captage public)	COBAS
COMMUNAL	08498X0001	AEP	185	331	MIOCENE	Procédure terminée (captage public)	MAIRIE DE LA TESTE
PISSENS	08493X0088	AEP	480	1281	OLIGOCENE	Procédure terminée (captage public)	COBAS
VILLEMARIE	08494X0079	AEP	511	1881	EOCENE MOYEN	Procédure terminée (captage public)	COBAS

Le captage AEP le plus sensible est la prise d'eau dans l'étang de Cazaux (08498X0107) en raison du caractère vulnérable des eaux de surface. Les périmètres de protection rapprochés et éloignés du captage sont représentés sur la planche 2 :

- ✓ le périmètre de protection rapproché concerne toute la périphérie du lac ;
- ✓ le périmètre de protection éloigné concerne essentiellement l'aire d'alimentation située à l'est, ainsi qu'une bande d'environ 1 km à l'ouest.

Les captages au Miocène (08498X0053 et 08498X0001) peuvent également être considérés comme vulnérables en raison du lien hydraulique direct pouvant exister entre la nappe Plio-quaternaire et celle du Miocène. Ils se situent au centre et à l'ouest du bourg de Cazaux à proximité immédiate de la conduite de refoulement et donc au sein de la zone d'étude. Dans ce secteur, l'aquifère Miocène est rencontré vers 70 m de profondeur. Ces captages ne possèdent pas de périmètres de protection rapprochés ou éloignés (les périmètres de protection immédiats se limitent aux parcelles concernées).

Les aquifères Oligocène, Éocène et Crétacé sont en revanche moins vulnérables du fait de leur profondeur (plusieurs centaines de mètres) et des couches imperméables les protégeant, malgré l'existence de phénomènes de drainance. Ces captages ne possèdent pas de périmètres de protection rapprochés ou éloignés (les périmètres de protection immédiats se limitent aux parcelles concernées).

Les autres captages ne possèdent que des périmètres de protection immédiats.

Dans les conditions hydrogéologiques actuelles, tous ces captages AEP se situent à l'est de la crête piézométrique décrite au 2.5.2.

3

Inventaire des solutions d'infiltration des effluents traités

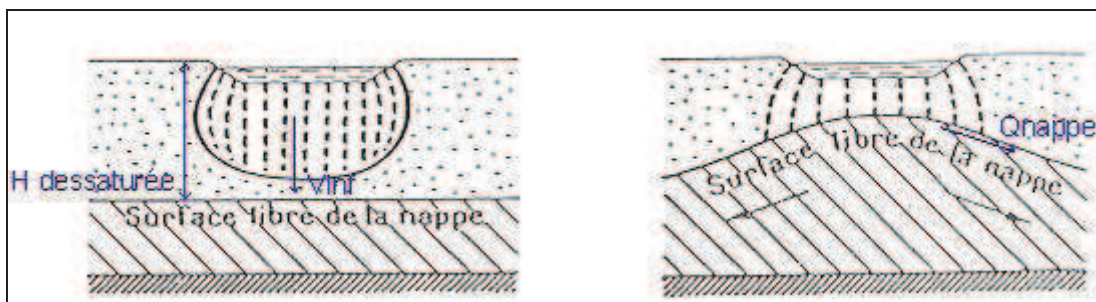
3.1 Techniques d'infiltration

L'infiltration des effluents de station d'épuration peut être envisagée comme :

- ✓ une solution de traitement secondaire, on parle alors « d'épuration par infiltration percolation ». Dans ce cas, la zone dessaturée est le réacteur biologique dans lequel interviennent les phénomènes de l'épuration, et des drains récupèrent les effluents sous le massif sableux en fond de bassin.
- ✓ une solution de rejet pour les effluents traités lorsqu'il n'existe pas d'autres exutoires potentiels, on parle alors d'épandage ;
- ✓ une solution mixte de traitement secondaire et d'évacuation.

Ces solutions sont particulièrement employées dans des secteurs où le contexte géologique est favorable (sols perméables, zone dessaturée importante), tel que le département des Landes. Les deux paramètres essentiels qui vont guider la réussite et le dimensionnement d'un projet d'infiltration sont :

- ✓ la hauteur dessaturée ;
- ✓ la perméabilité verticale de la zone dessaturée ;
- ✓ la capacité de transfert de la nappe.



Différentes techniques peuvent être envisagées en fonction des caractéristiques du rejet (débit, qualité) et des contraintes du site d'infiltration :

- ✓ bassin d'infiltration ;
- ✓ tranchées ou drains d'infiltrations ;
- ✓ aspersion.

3.1.1 Bassins d'infiltration

Les techniques d'infiltration par bassins sont communément utilisées pour éliminer les effluents traités des stations de traitement de petites et moyennes collectivités. Elles sont conçues le plus souvent dans les sols en place, comme des techniques de traitement tertiaire préalables au transfert vers la nappe phréatique.

Ces installations sont particulièrement développées dans les terrains calcaires ou sableux, en l'absence d'exutoires. Le département des Landes possède de nombreuses installations de ce type.

Différents systèmes de distribution peuvent être envisagés (surverse, rampe ou goulotte centrale, aspersion, pivot d'irrigation...) de manière à répartir uniformément les effluents sur la zone d'infiltration et éviter les zones d'affouillement.

L'exploitation de ce type d'installation est généralement fondée sur une alimentation alternée de plusieurs lits d'infiltration par bâchée.

3.1.2 Drains d'infiltration

Les techniques d'infiltration par drains sont particulièrement développées pour les installations d'assainissement autonomes. Elles sont également développées pour des installations de traitement de petites et moyennes collectivités en association avec des bassins d'infiltration.

La distribution gravitaire utilisée pour de petites unités d'assainissement s'avère inapplicable lorsque le linéaire de drains est trop important : l'uniformité de la distribution des effluents ne peut être assurée.

Un dispositif de répartition permettant une répartition séquentielle et sous pression favorise l'uniformité de la plage d'infiltration. Dans le cas de drains suivant les lignes de pente, il faut à l'inverse éviter une progression trop rapide des effluents et une accumulation sur le point bas.

Un fonctionnement en alternance des réseaux de drains est conseillé afin de limiter le colmatage, et de faciliter l'entretien des équipements d'infiltrations.

3.1.3 Aspersion

Sous l'effet de la raréfaction des ressources en eau et de son inégale répartition, les techniques d'aspersions appliquées aux eaux usées traitées se développent dans le cadre d'opération de réutilisation pour l'arrosage de terrains de sport, d'espaces verts ou de terres agricoles.

Ainsi les problématiques spécifiques liées à la qualité des eaux utilisées (MES, DCO...) sont étudiées et parfois résolues par des solutions techniques :

- ✓ problème de colmatage : utilisation de buses déformables ;
- ✓ encrassement des réseaux : solutions de nettoyage ;
- ✓ production d'aérosols en sortie : régulation des pressions de fonctionnement...

3.2 Implication pour l'infiltration des effluents traités du Bassin d'Arcachon

Les solutions évoquées ci-dessus sont toutes applicables à l'infiltration d'effluents traités. Les principaux avantages et inconvénients des différentes techniques sont repris dans le tableau suivante :

Tableau 3-1 : Avantages et inconvénients des différentes techniques

	Avantages	Inconvénient
Bassin	Fonctionnement gravitaire Entretien simple (scarification et enlèvement des dépôts sur la plage d'infiltration) Technique maîtrisée	Intégration
Drain	Très bonne intégration Insensibilité au gel Absence de nuisance (bruits, odeur)	Entretien Installation coûteuse
Aspersion	Bonne intégration Pas de défrichement	Dérive liée au vent Impact des arbres sur la répartition de l'arrosage Effets sanitaires (aérosols) Entretien

4

Pré-dimensionnement

Les installations d'infiltration devront être dimensionnées de manière à recevoir un débit moyen journalier de 60 000 m³/j, et d'avoir la capacité d'évacuer ponctuellement un débit maximal journalier de 100 000m³/j.

4.1 Détermination des caractéristiques hydrogéologiques des sols

Le dimensionnement tient compte des caractéristiques hydrogéologiques des sols. Compte tenu de la problématique d'infiltration, la recherche de site s'attardera sur des terrains dont l'affleurement est constitué par des sables dunaires, formations présentant des caractéristiques hydrodynamiques très favorables à l'infiltration. De plus, du fait de la topographie, les zones maximales d'épaisseur dessaturée se situent au droit des cordons dunaires. Enfin, les conditions hydrogéologiques permettront une évacuation des effluents infiltrés en majorité vers la façade littorale (environnement moins sensible que le lac de Cazaux en raison de sa capacité de régénération).

Des études ont jadis été réalisées sur des sites localisés en Gironde et dans les Landes sur des problématiques d'infiltration dans les sables dunaires :

- ✓ Centre d'Hydrogéologie, Université Bordeaux I, *Expérience de rejet dans les dunes des effluents épurés du C.F.M d'Hourtin*, D.A.T.A.R, Mission Interministérielle pour l'Aménagement de la Côte Aquitaine, 1973 ;
- ✓ Horizons, *Étude hydrogéologique et modélisation, Bassins d'infiltration de Mimizan*, 1995 ;
- ✓ Safège, *Étude de faisabilité hydrogéologique pour l'infiltration des effluents épurés de la zone d'activité de St-Geours de Marenne*, 2004 ;
- ✓ Safège, *Étude hydrogéologique pour l'infiltration des eaux usées traitées de la nouvelle station d'épuration du SIVOM Côte sud des Landes*, 2006.

Les mesures de terrains réalisées dans le cadre de ces études nous permettent de définir un ordre de grandeur concernant la perméabilité (K en m/s) des sables dunaire, soit :

$$1.10^{-4} < K \text{ (m/s)} < 5.10^{-4}$$

Ces valeurs sont cohérentes avec celles traditionnellement retrouvées dans la bibliographie pour des formations de ce type. Afin de se placer dans une situation sécuritaire nous retiendrons la valeur de perméabilité la plus faible pour les calculs de dimensionnement :

$$K = 1.10^{-4} \text{ m/s}$$

Afin d'anticiper une diminution de la perméabilité naturelle des sols due aux phénomènes de colmatage sur les premiers centimètres de sables, un coefficient de 0,1 a été appliqué. La vitesse d'infiltration des effluents dans les sables peut alors être calculée comme suit :

$$V = \frac{K.i}{w} * 0,1$$

avec :

i= gradient hydraulique=1 (percolation)

w=porosité=0,2 (porosité moyenne des sables d'après les études précitées)

soit :

$$V = 4,3 \text{ m/j}$$

Afin d'établir une marge de sureté vis-à-vis du dimensionnement des installations, une vitesse d'infiltration de V=2m/j sera prise en compte pour les calculs.

4.2 Infiltration des effluents par bassins

Dans le cadre du projet de substitution du Wharf de la Salie par un site d'infiltration des eaux dans les sables dunaires, nous proposons une installation composée des structures suivantes :

- ✓ un bassin de décantation ;
- ✓ un bassin de répartition ;
- ✓ 6 bassins d'infiltration.

La planche 3 expose une proposition de plan des installations.

4.2.1 Dimensionnement du bassin de décantation

Une problématique majeure liée à l'efficacité de l'infiltration est la diminution de la perméabilité naturelle des sols due au colmatage des pores par les matières en suspension présentes dans les effluents.

La vitesse du colmatage, et ainsi la fréquence d'entretien des bassins d'infiltration, peuvent être diminuées par la création d'un bassin de décantation à l'amont des bassins d'infiltration.

Dans un bassin de décantation, la condition pour qu'une particule soit retenue, est qu'elle ait le temps d'atteindre le fond ou radier du bassin, avant le débordement ou la sortie de l'ouvrage. Un décanteur horizontal est caractérisé par :

- ✓ le débit de pointe à traiter : Q (m^3/h) ;
- ✓ la surface de décantation, égale à la surface du bassin : S ;
- ✓ la hauteur entre la surface de l'eau et le radier : h .

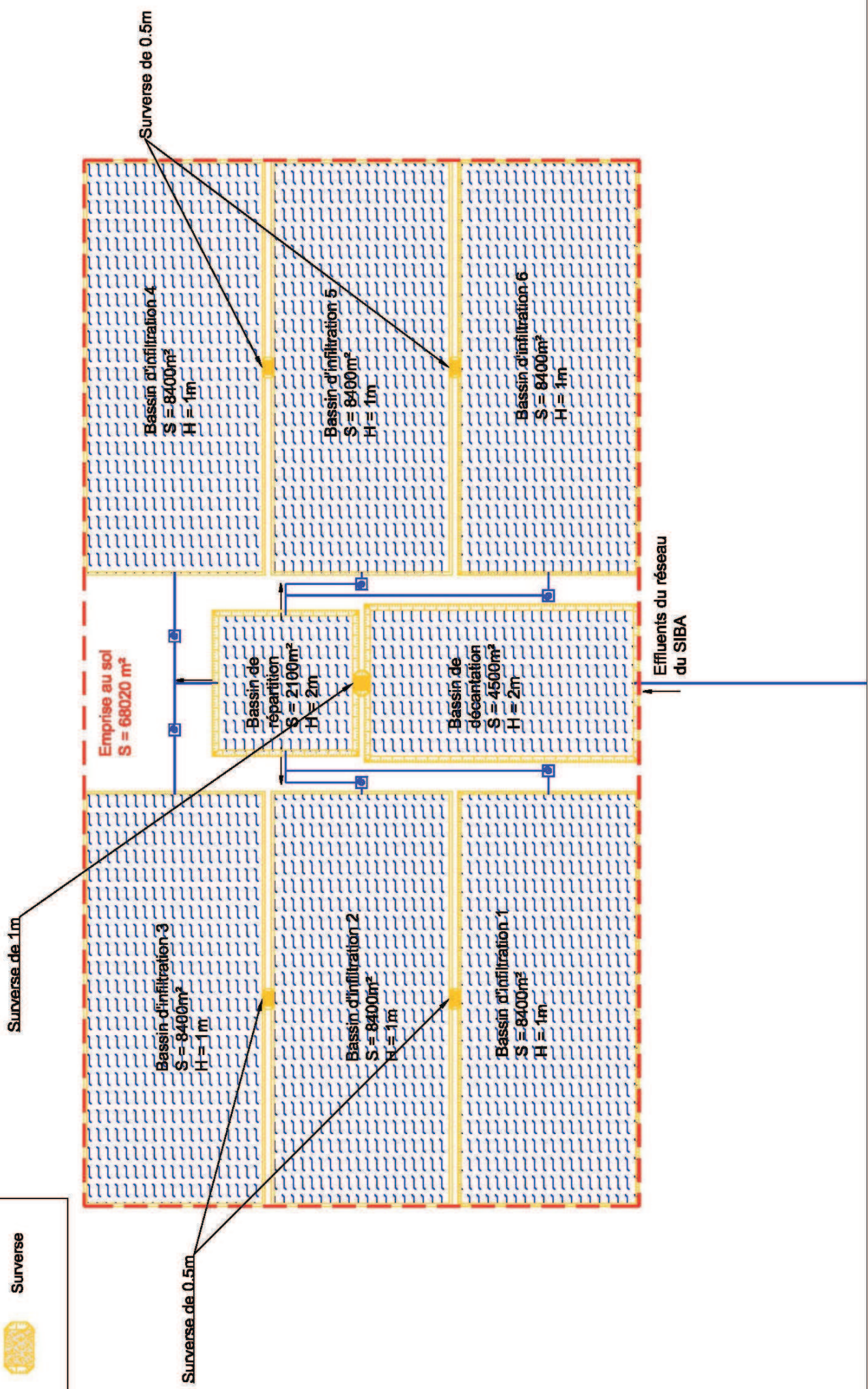
Le temps de rétention dans l'ouvrage est donné par la formule : $t = S * h / Q$.

Les particules en suspension arrivant en surface à l'entrée du bassin, décantent avec une vitesse constante (V). La décantation est terminée lorsque la particule s'est déposée sur le radier, la durée de chute est égale à h/V . La possibilité pour les particules d'atteindre le fond de l'ouvrage est envisageable seulement si $t > h/V$.

Le dimensionnement des décanteurs est généralement basé sur la formule suivante : $S = Q / Vh$, où Vh est la vitesse de Hazen.

Légende :

-  Vanne
-  Surverse



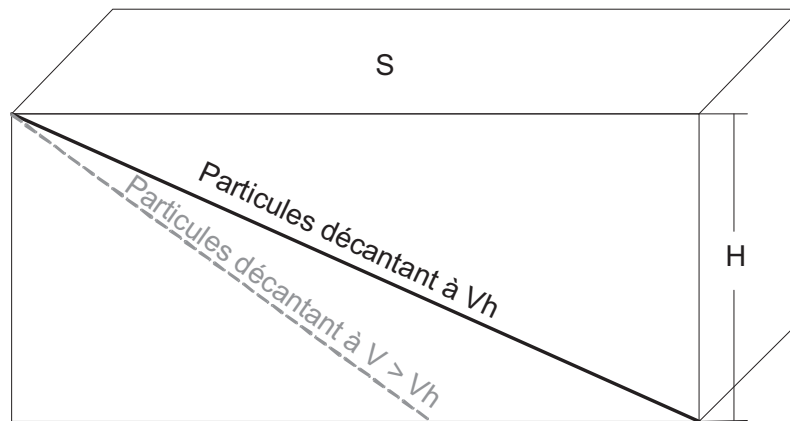


Figure 4-1 : Principe du décanteur horizontal

Le dimensionnement du bassin sera donc réalisé afin d'intercepter les particules dont la vitesse de chute ou vitesse de Hazen est $V_h \leq 1 \text{ m/s}$. Des données issues d'analyses réalisées sur la décantation d'eaux pluviales (Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales, Agence de l'Eau) mettent en avant le fait qu'en piégeant les particules inférieures à $50 \mu\text{m}$, 80 % des MES peuvent être abattus.

Étant donné que les particules les plus grossières ont été piégées au niveau des stations d'épuration situées à l'amont sur le réseau, en première approximation et en l'absence de données sur la taille des particules contenues dans les effluents traités, nous faisons l'hypothèse que 50 % des MES restantes seront interceptés après une heure de résidence de l'eau dans le bassin.

La superficie nécessaire pour traiter le débit de pointe ($4\,200 \text{ m}^3/\text{h}$) d'effluent entrant est de :

$$S = Q / V_h$$

$$S = 4\,200 \text{ m}^2$$

En moyenne, la concentration en MES dans les effluents traités au niveau du collecteur du SIBA est de 38 mg/L , ce qui équivaut à environ $2\,300 \text{ kg/J}$ de MES transitant dans le bassin de décantation en temps d'arrivée de flux moyen.

D'après les hypothèses énoncées ci-dessus, si 50 % des MES sont abattues en 1 h alors cela équivaut à un dépôt de $1\,150 \text{ kg/j}$ de MES en fond de bassin, soit environ $0,3 \text{ mm/j}$ (avec densité $\text{MES}=1$) de dépôt à l'échelle du bassin.

4.2.2 Dimensionnement du bassin de répartition

Le bassin de répartition permet d'accueillir les eaux de refoulement par surverse du bassin de décantation. Il devra être capable de stocker $4\,200\text{ m}^3$ d'eau en période de débit de pointe. Sa superficie est donc évaluée à $2\,100\text{ m}^2$ pour une hauteur de 2 mètres.

Le bassin de répartition aura une réserve utile de $4\,200\text{ m}^3$, destinée à alimenter alternativement les bassins d'infiltration.

4.2.3 Dimensionnement des bassins d'infiltration : option 1

Remarque préliminaire : Les capacités calculées ou estimées présentées ci-après, ne prennent en compte que les vitesses d'infiltration et n'évaluent pas la remontée de la nappe consécutive à l'infiltration. Rappelons que le volume d'infiltration annuel concerné par les rejets correspond sensiblement à la totalité de la pluie efficace tombant sur le territoire dunaire compris entre Arcachon et le lac de Cazaux. Dans ces conditions, les remontées de nappe qui seront calculées plus loin dans l'étude permettront de vérifier la faisabilité du projet sur des surfaces « réduites » et avec un volume maximum d'infiltration.

D'après les débits entrants définis auparavant (Q entrant moyen = $60\,000\text{ m}^3/\text{j}$ et Q entrant max = $100\,000\text{ m}^3/\text{j}$), et sur l'hypothèse faite que les vitesses d'infiltration sont de l'ordre de 2 m/j , une superficie moyenne de $30\,000\text{ m}^2$ de bassins d'infiltration est nécessaire en conditions normales, et $50\,000\text{ m}^2$ en conditions de pointe.

Sur la base de ces superficies, Safège propose la construction de 6 bassins d'infiltration d'une superficie respective de $8\,400\text{ m}^2$ et de 1 mètre de profondeur tels que :

- ✓ 4 bassins soient toujours sollicités afin de répondre à l'arrivée du flux moyen journalier ;
- ✓ 2 bassins de réserve permettent de réaliser un roulement entre les bassins pour l'entretien, et servent à recevoir des flux exceptionnels lors d'arrivées de débits maximum d'effluents.

Les bassins d'infiltration seront destinés à recevoir les eaux en provenance du bassin de répartition. Chaque bassin accueillera un volume de $4\,200\text{ m}^3$ soit une hauteur d'eau maximum de 50 cm. Si l'on se réfère à une vitesse d'infiltration du sol de l'ordre de 2 m/j , alors l'eau est susceptible de s'infiltrer en totalité en 6 heures.

Le roulement de répartition se fera entre 4 bassins en temps de débit d'entrée moyen et 6 bassins en temps de débit d'entrée de pointe tels que :

- ✓ en temps de débit moyen, chaque bassin recevra $4\,200\text{ m}^3$ (soit 50 cm de hauteur d'eau dans le bassin) d'effluents toutes les 6h30 environ, chaque bassin sera alors rempli environ 4 fois par jour sur un roulement effectué entre 4 bassins (soit 2 m par jour) ;
- ✓ en temps de débit de pointe, chaque bassin recevra environ $4\,200\text{ m}^3$ d'effluents toutes les 6 heures, les bassins seront donc remplis 4 fois par jour.

Le bassin de répartition permettra qu'une lame d'eau de 50 cm se forme en quelques minutes à la surface de chaque bassin. Ainsi la répartition des volumes d'eau se fera de manière homogène, afin d'éviter la création de cheminements d'infiltration préférentiels en répartissant les charges hydrauliques, et dans le but de répartir les MES restantes. Des systèmes de rampes de répartition pourront être envisagés afin d'accroître la bonne répartition des effluents.

Les bassins d'infiltration seront équipés de surverse, afin de s'affranchir des risques de débordement. L'ensemble du système fonctionnera en gravitaire à partir du bassin de décantation alimenté par la conduite de refoulement.

La superficie d'emprise du projet dans la configuration du schéma de principe présenté sur la planche 3 est de : **70 000 m²**.

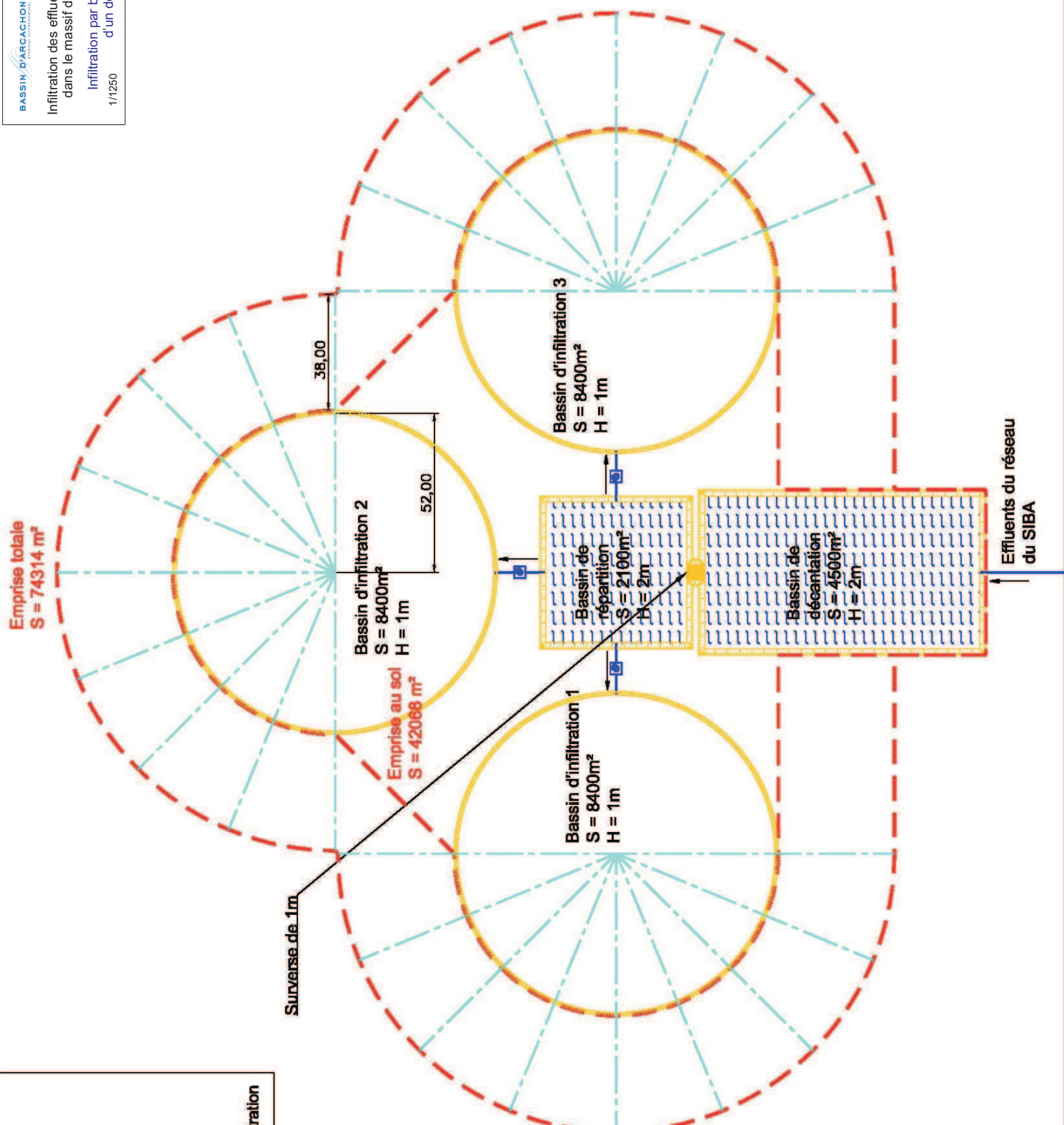
4.2.4 Dimensionnement des bassins d'infiltration : option 2

L'infiltration des effluents traités par un système de drains seuls semble impossible au vu des linéaires en jeu (environ 5 km de drains au total par section de 220 m), et de la nécessité de maintenir une charge hydraulique de 0,3 m en bout de drain pour assurer une bonne répartition des effluents.




En revanche, une solution mixte associant des drains à des bassins d'infiltration est envisageable.

Safège propose la construction de 3 bassins d'infiltration à drains rayonnants. L'avantage de cette proposition est la diminution de la surface au sol occupée par les installations. De plus, la mise en place de drains permet d'homogénéiser les transferts des effluents dans le sol. Les 3 bassins circulaires seront disposés autour du bassin de répartition comme l'expose la planche 4. Le dimensionnement pour chaque bassin sera réalisé comme suit :

- ✓ superficie : $8\,400\text{ m}^2$
- ✓ soit un rayon de 52 mètres
- ✓ et une profondeur de 1,5 m.



Légende :

-  Vanne
-  Surverse
-  Drain d'infiltration

En périphérie, une série de drains rayonnants sera disposée de manière à recouvrir une surface également équivalente à 8 400m². La disposition des drains sera réalisée sur 180° autour du bassin d'infiltration, dans l'objectif d'étendre la surface d'infiltration. Les drains devront avoir une longueur de 38 mètres depuis la périphérie du bassin d'infiltration, soit 90 mètres depuis le centre du même bassin.

Comme précédemment, un roulement entre les bassins sera effectué afin de pouvoir laisser un bassin vacant pour l'entretien :

- ✓ en débit moyen, 2 bassins seront utilisés. Chaque bassin recevra 4 200 m³ d'effluents toutes les 3h30 environ et sera donc rempli 7 à 8 fois par jour. La charge hydraulique de 50 cm en fond de bassin permettra d'atteindre une charge suffisante à l'extrémité des drains. Dans l'hypothèse d'une répartition homogène des charges hydrauliques entre le bassin et les drains, le volume d'effluents s'infiltrera en 3 heures dans le sol ($V = 2 \text{ m/j}$).
- ✓ en débit de pointe, les 3 bassins seront sollicités. Chaque bassin recevra 4 200 m³ d'effluents toutes les 3 heures et sera donc rempli environ 8 fois par jour.

Cette proposition d'aménagement permettrait une répartition homogène des volumes d'infiltration tout en réduisant l'emprise des structures aériennes sur les sols. La surface totale d'infiltration reste inchangée : 50 000 m².

La superficie aérienne d'emprise des installations dans la configuration du schéma de principe présenté sur la planche 4 est de **45 000 m²**.

L'emprise totale du projet (aérien + souterrain) est de **75 000 m²**.

4.3 Infiltration des effluents par aspersion

4.3.1 Contraintes liées au contexte local

L'infiltration des effluents par aspersion présente l'avantage de ne pas nécessiter le défrichage de la zone d'infiltration. L'aspersion sur des strates herbacées ne présente pas de contraintes majeures. L'aspersion sur des strates arbustives et arborées nécessite la prise en compte du rôle d'écran des végétaux.

Le cadre végétatif des dunes sud du Bassin d'Arcachon est composé essentiellement de strates arbustives. Ainsi on privilégiera un **maillage dense avec de petits débits** (2 à 7 m³/h) à des installations à plus gros débits de type « canons agricoles » (35 à 50 m³/h). Le maillage a donc été fixé à 20 m.

Enfin, on cherchera à travailler sur des pressions de fonctionnement de l'ordre de **2,5 à 5 bars** afin de limiter la proportion des particules d'eau les plus fines. En effet des études antérieures ont montré que les gouttes de diamètre inférieur à 150 µm risquent de donner naissance à des aérosols par évaporation (risques sanitaires). De plus, elles sont susceptibles de dévier hors des zones ciblées par l'arrosage.

4.3.2 Dimensionnement

Le dimensionnement est basé sur les caractéristiques suivantes correspondant à des arroseurs escamotables longue portée traditionnellement utilisés pour l'irrigation d'espaces verts et de terrains de sport :

- ✓ portée : 15 m
- ✓ débit unitaire : 2,5 m³/h
- ✓ pression de fonctionnement : 4,5 bars

Les raisons qui ont motivé ce choix sont :

- ✓ une portée moyenne pour limiter les phénomènes d'écrans végétaux ;
- ✓ un débit maximal pour cette gamme de portée ;
- ✓ une pression moyenne de fonctionnement pour limiter la pression nécessaire en entrée de réseau et limiter les phénomènes d'évaporation.

Le nombre d'arroseurs nécessaire est de :

$$\frac{100000}{24 * 2,5} \approx 1700$$

Pour une disposition carrée (maille de 15*15 = 225 m²), la surface nécessaire est de :

$$\frac{1700 * 225}{4} \approx 100\ 000\ \text{m}^2$$

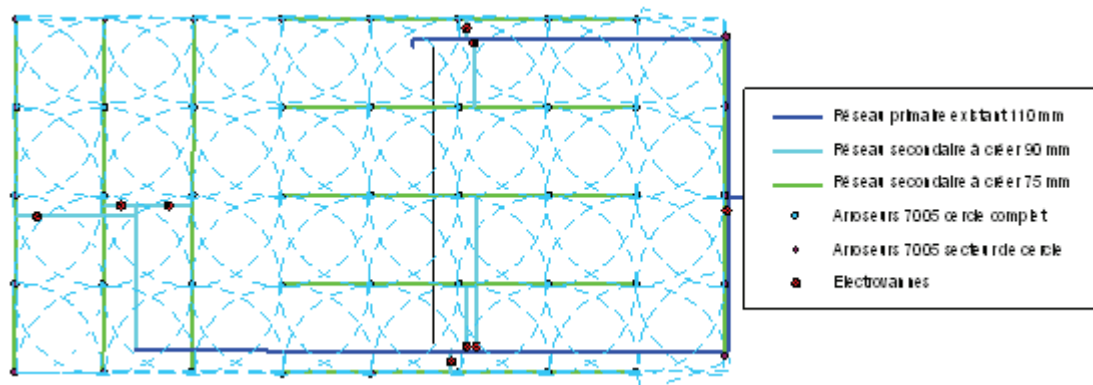


Figure 4-2 : Disposition en carré - exemple du terrain de football de CapBreton

5

Solution retenue

Lors de la réunion du 12 juillet 2010, dont le compte rendu est joint en annexe 2, les éléments exposés dans le rapport ont été présentés (techniques d'infiltration, pré dimensionnement), et les premières cartes de contraintes, regroupées selon 4 thèmes (« Environnement », « Géologie / Hydrogéologie », « Intégration », « Patrimoine »), ont été commentées.

Au vu des premiers éléments, il a été décidé de privilégier une technique d'infiltration par bassins ou par bassins à drains rayonnants, du fait des contraintes et des incertitudes existantes sur les techniques d'infiltration par drain ou par aspersion.

D'autre part, une liste de critères d'exclusion et de sélection a été définie (cf. annexe 3).

Enfin, Safège a proposé d'évaluer la remontée de la nappe et l'impact de l'infiltration sur les conditions hydrogéologiques du système aquifère, à partir d'une modélisation simplifiée.

5.1 Modélisation simplifiée des conditions d'infiltration

La faisabilité du projet d'infiltration a été étudiée sur la base d'un volume rejeté de 60 000 m³/jour en moyenne et 100 000 m³/jour en période de pointe.

5.1.1 Calage en régime permanent

Le modèle simplifié prend en compte un maillage de 6 000 m x 7 200 m : mailles de 100 x 100 m.

La piézométrie est calée selon une logique d'écoulement vers l'océan à l'ouest (cote imposée) et vers le lac et le canal des Landes à l'est (axe drainant). Une crête piézométrique se situe au centre de la zone orientée selon un axe nord-sud. La piézométrie et le gradient hydraulique ont été calés à partir de la carte piézométrique de hautes eaux (situation péjorative) extraite de la thèse de Jean-Louis Tessier (cf. bibliographie).

Au niveau des flux entrants, on considère la pluie efficace relevée à la station météorologique de Cazaux : 320 mm/an (valeur extraite des normales climatiques pour la période 1961-1990, source : Meteo France).

Le projet d'infiltration concerne les sables dunaires caractérisés par une perméabilité de 1.10^{-4} m/s. La profondeur du substratum a été évaluée à 60 m par rapport au sol. La hauteur dessaturée maximale est d'environ 30 mètres en période de hautes eaux.

Les résultats des différentes simulations sont présentés en annexe 4.

5.1.2 Simulation pour un débit de 100 000 m³/jour

La simulation (SIM1) a été réalisée pour un débit à infiltrer de 100 000 m³/jour (soit ~ 4 200 m³/h). Ce débit a été réparti, en régime permanent, sur 5 mailles de 10 000 m², soit 50 000 m².

On remarque que la remontée de la nappe consécutive à l'infiltration n'est pas contenue dans la hauteur de terrain dessaturé sur une large zone, avec plus de **100 m** de remontée au droit de la zone d'infiltration.

Une seconde simulation (SIM3) a été réalisée pour un débit à infiltrer de 100 000 m³/jour (soit ~ 4 200 m³/h). Ce débit a été réparti, en régime permanent, sur 50 mailles de 10 000 m², soit 500 000 m², alignées du nord vers le sud. L'objectif est de simuler une tranchée d'infiltration.

On remarque que la remontée de la nappe consécutive à l'infiltration n'est pas contenue dans la hauteur de terrain dessaturé sur une large zone, avec plus de **44 m** de remontée au droit de la zone d'infiltration.

Du fait des conditions hydrogéologiques du secteur et de la hauteur dessaturée disponible, il paraît impossible d'infiltrer un débit de 100 000 m³/jour dans le massif dunaire.

5.1.3 Simulation pour un débit de 60 000 m³/jour

La simulation (SIM2) a été réalisée pour un débit à infiltrer de 60 000 m³/jour (soit ~ 2 100 m³/h). Ce débit a été réparti, en régime permanent, sur 5 mailles de 10 000 m², soit 50 000 m².

On remarque que la remontée de la nappe consécutive à l'infiltration n'est pas contenue dans la hauteur de terrain dessaturé sur une large zone, avec plus de **70 m** de remontée au droit de la zone d'infiltration.

Une seconde simulation (SIM4) a été réalisée pour un débit à infiltrer de 60 000 m³/jour (soit ~ 2 100 m³/h). Ce débit a été réparti, en régime permanent, sur 50 mailles de 10 000 m², soit 500 000 m², alignées du nord vers le sud. L'objectif est de simuler une tranchée d'infiltration.

On remarque que la remontée de la nappe consécutive à l'infiltration est à la limite de hauteur de terrain dessaturé sur une large zone, avec **30 m** de remontée au droit de la zone d'infiltration.

Du fait des conditions hydrogéologiques du secteur et de la hauteur dessaturée disponible, il paraît impossible d'infiltrer un débit de 60 000 m³/jour dans le massif dunaire.

5.1.4 Détermination du débit maximal pouvant être infiltré

Les premiers résultats montrent qu'il est impossible d'infiltrer dans le massif dunaire la totalité des effluents (STEP urbaines + STEP industrielle) rejetés au niveau du Wharf de la Salie.

Plusieurs tests ont été effectués afin de déterminer le débit maximal pouvant être infiltré de manière à :

- ✓ conserver les effluents dans l'épaisseur dessaturée ;
- ✓ infiltrer les effluents à l'ouest de la crête piézométrique (où les écoulements souterrains sont dirigés vers l'océan) ;
- ✓ ne pas contrer la crête piézométrique afin de ne pas inverser les sens d'écoulement (absence d'impact sur le lac de Cazaux en particulier).

Il apparaît qu'un débit à infiltrer de **20 000 m³/jour** (soit ~ 850 m³/h) est le débit maximum acceptable. Ce débit a été réparti, en régime permanent, sur 5 mailles de 10 000 m², soit 50 000 m².

On remarque que la remontée de la nappe consécutive à l'infiltration peut être contenue dans la hauteur de terrain dessaturé : elle est de **16 mètres** au maximum.

La crête piézométrique située à l'est de la zone d'infiltration (visible sur SIM0 correspondant à la situation initiale) se situe toujours sur le même axe. Bien qu'elle s'élargisse du fait de l'infiltration de 20 000 m³/jour à proximité, les sens d'écoulement ne sont pas inversés et la barrière hydraulique est maintenue. Ainsi la totalité des effluents infiltrés s'écoulent vers l'ouest.

Au vu de ces résultats il a été décidé en accord avec le SIBA de redimensionner les bassins d'infiltration pour un débit maximal de 20 000 m³/jour, de déterminer la surface nécessaire et de lancer la démarche d'identification de sites potentiels.

5.2 Pré dimensionnement

Sur la base des hypothèses exprimées au § 4.2, les options 1 et 2 concernant les bassins d'infiltration ont été redimensionnées pour un débit de 20 000 m³/jour.

Dans le cadre du projet de substitution du Wharf de la Salie par un site d'infiltration des eaux dans les sables dunaires, Safège propose une installation composée des structures suivantes :

- ✓ un bassin de décantation ;
- ✓ un bassin de répartition ;
- ✓ 6 bassins d'infiltration.

5.2.1 Dimensionnement du bassin de décantation

La superficie nécessaire pour traiter le débit de pointe (850 m³/h) d'effluent entrant est de :

$$S = Q / Vh$$

$$S=850m^2$$

$$\text{Profondeur} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Surverse} = 1 \text{ m}$$

5.2.2 Dimensionnement du bassin de répartition

Le bassin de répartition permet d'accueillir les eaux de refoulement par surverse du bassin de décantation. Il devra être capable de stocker 1 250 m³ d'eau en période de débit de pointe. Sa superficie est fixée à 1 000m² pour une hauteur de 1,25 mètre.

Le bassin de répartition aura une réserve utile de 1 250 m³, destinée à alimenter alternativement les bassins d'infiltration.

5.2.3 Dimensionnement des bassins d'infiltration : option 1

D'après les débits entrants définis auparavant, et sur l'hypothèse faite que les vitesses d'infiltration sont de l'ordre de 2 m/j, une superficie moyenne de 10 000 m² de bassins d'infiltration est nécessaire.

Sur la base de ces superficies, Safège propose la construction de **6 bassins d'infiltration d'une superficie respective de 2 500 m² et de 1 mètre de profondeur** tels que :

- ✓ 4 bassins soient toujours sollicités afin de répondre à l'arrivée des effluents traités ;
- ✓ 2 bassins de réserve permettent de réaliser un roulement entre les bassins pour l'entretien (1 bassin en séchage, 1 bassin en nettoyage), et servent à recevoir d'éventuels flux exceptionnels (travaux sur le Wharf).

Les bassins d'infiltration seront destinés à recevoir les eaux en provenance du bassin de répartition. Chaque bassin accueillera un volume de 1 250 m³ soit une hauteur d'eau maximum de 50 cm. Si l'on se réfère à une vitesse d'infiltration du sol de l'ordre de 2 m/j, alors l'eau est susceptible de s'infiltrer en totalité en 6 heures. Le roulement de répartition se fera entre 4 bassins, tel que chaque bassin recevra 1 250 m³ (soit 50 cm de hauteur d'eau dans le bassin) d'effluents toutes les 6h00 environ. Chaque bassin sera alors rempli environ 4 fois par jour sur un roulement effectué entre 4 bassins (soit 2 m par jour).

La superficie d'emprise du projet dans la configuration du schéma de principe présenté sur la planche 5 est de : **25 000 m²**.

5.2.4 Dimensionnement des bassins d'infiltration : option 2

Safège propose la construction de 3 bassins d'infiltration à drains rayonnants. Les 3 bassins circulaires seront disposés autour du bassin de répartition. Le dimensionnement pour chaque bassin sera réalisé comme suit :

- ✓ superficie : 2 500 m²,
- ✓ soit un rayon de 30 m,
- ✓ et une profondeur de 1 m.

En périphérie, une série de drains rayonnants sera disposée de manière à recouvrir une surface également équivalente à 2 500 m². La disposition des drains sera réalisée sur 180° autour du bassin d'infiltration, dans l'objectif d'étendre la surface d'infiltration. Les drains devront avoir une longueur de 20 mètres depuis la périphérie du bassin d'infiltration, soit 50 mètres depuis le centre du même bassin.

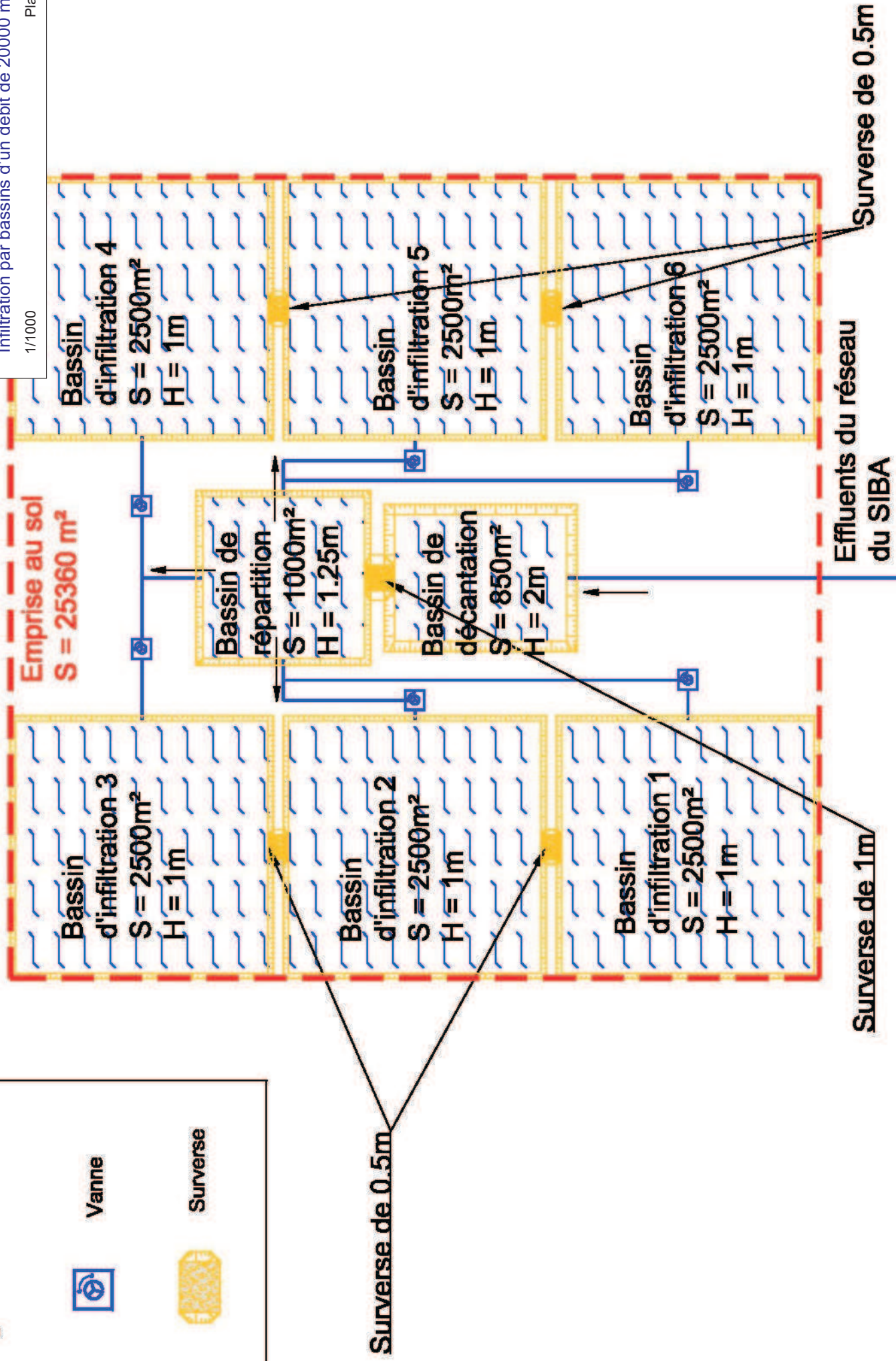
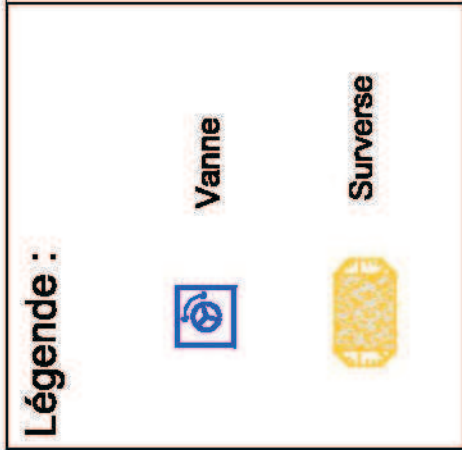
Comme précédemment, un roulement entre les bassins sera effectué afin de pouvoir laisser un bassin vacant pour l'entretien : 2 bassins seront utilisés et le 3^{ème} bassin sera en phase d'entretien. Chaque bassin recevra 2 500 m³ d'effluents toutes les 3h environ et sera donc rempli 8 fois par jour. La charge hydraulique de 50 cm en fond de bassin permettra d'atteindre une charge suffisante à l'extrémité des drains. Dans l'hypothèse d'une répartition homogène des charges hydrauliques entre le bassin et les drains, le volume d'effluent s'infiltrera en 3 heures dans le sol ($V = 2$ m/j).

Infiltration des effluents traités du bassin d'Arcachon dans le massif dunaire - Etude de préféabilité

Infiltration par bassins d'un débit de 20000 m³/h

1/1000

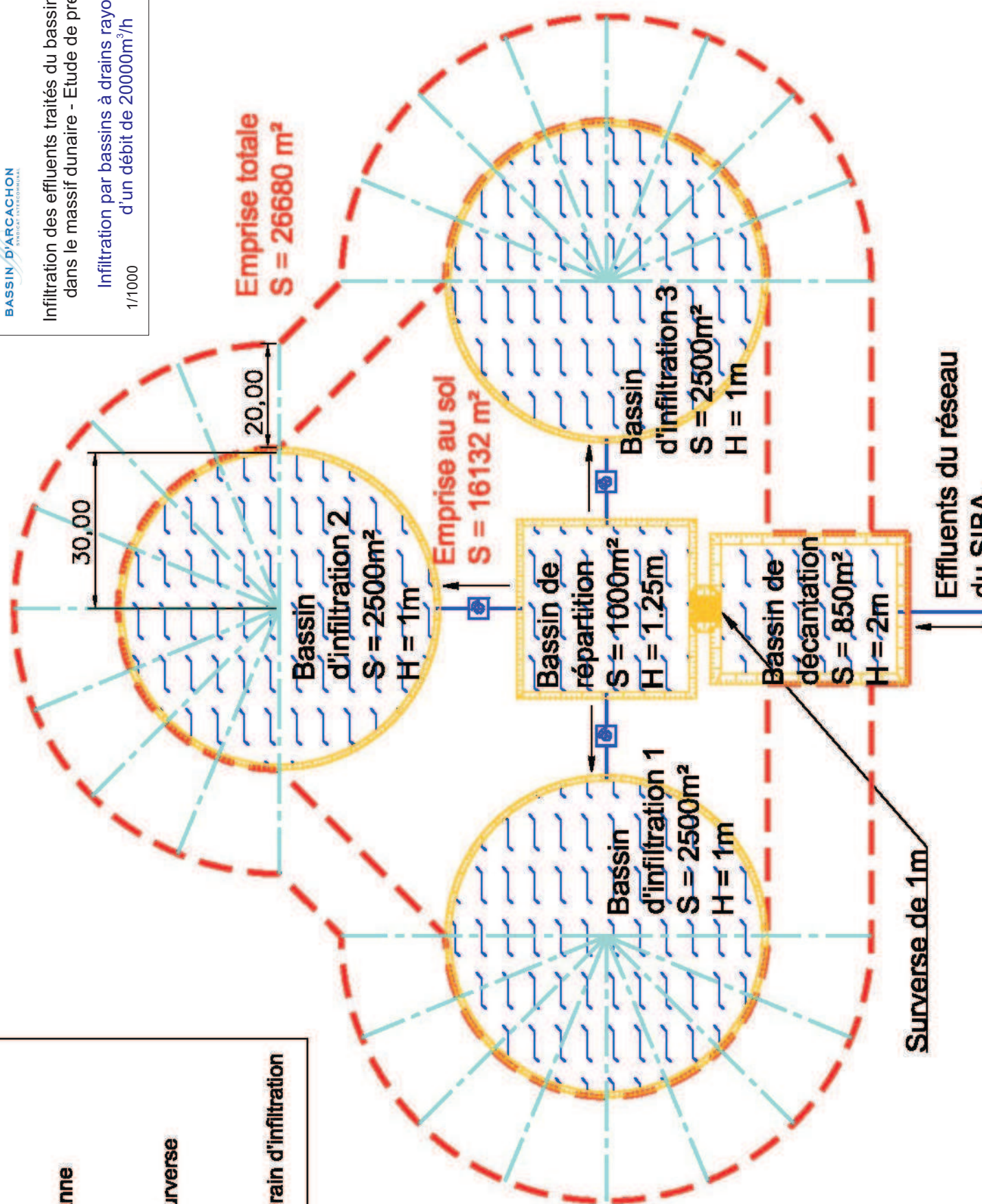
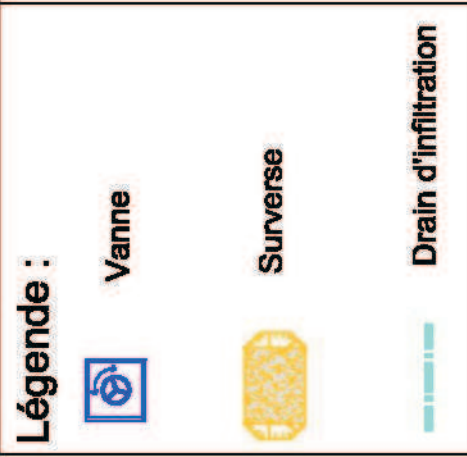
Planche 5



Cette proposition d'aménagement permettrait une répartition homogène des volumes d'infiltration tout en réduisant l'emprise des structures aériennes sur les sols. La surface totale d'infiltration reste inchangée : 50 000 m².

La superficie aérienne d'emprise des installations dans la configuration du schéma de principe présenté sur la planche 6 est de **16 000 m²**.

L'emprise totale du projet (aérien + souterrain) est de **26 000 m²**.



6

Analyse cartographique et sélection de sites

6.1 Analyse des cartes de contraintes

Les critères de contraintes cartographiques ont été regroupés par thèmes. Quatre cartes thématiques ont été éditées :

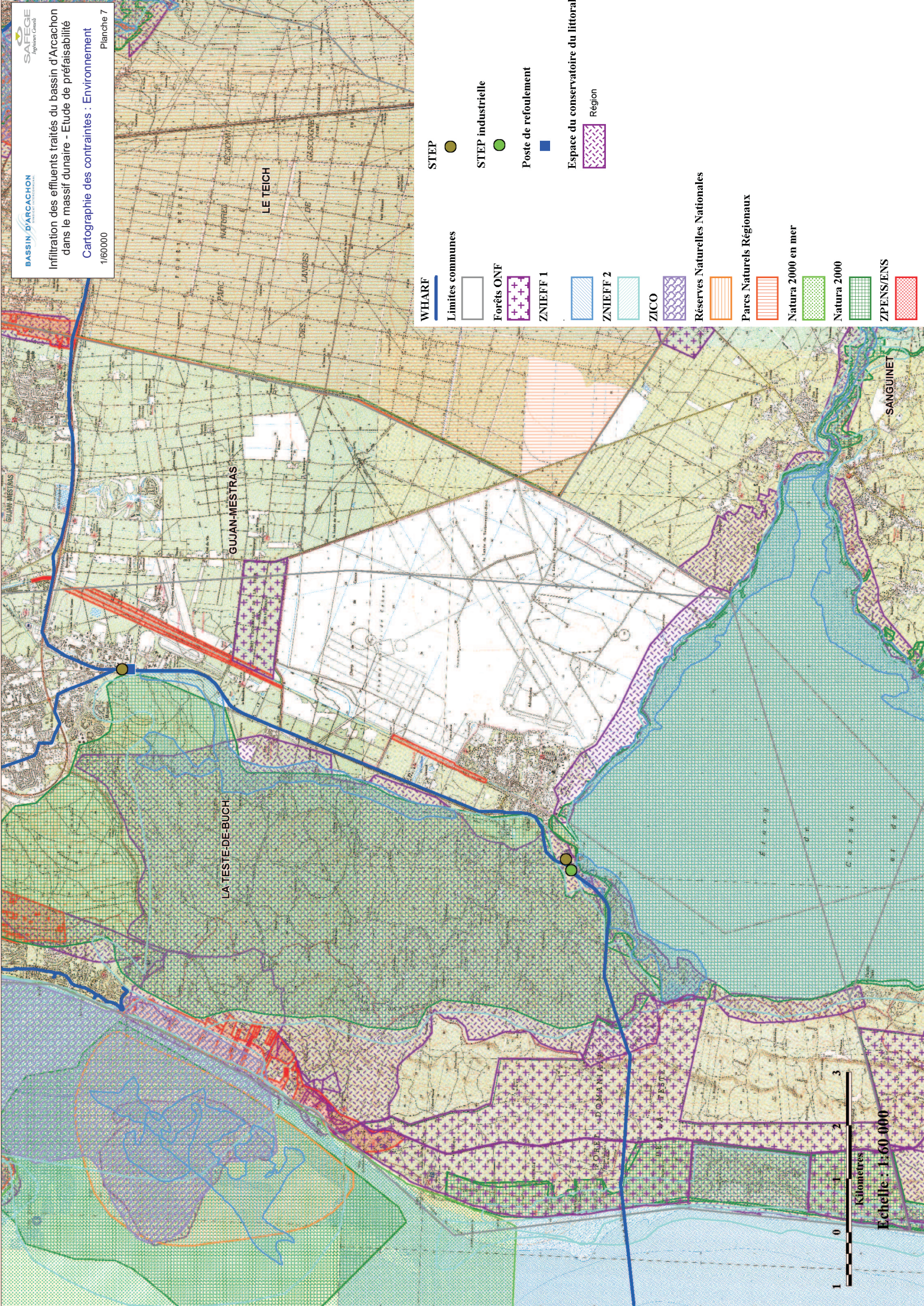
- ✓ une carte « environnement » (planche 7) regroupant les aires naturelles protégées ou recensées ;
- ✓ une carte « géologie – hydrogéologie » (planche 8), présentant la géologie du secteur, le niveau de la première nappe, les captages AEP et les périmètres de protection associés ;
- ✓ une carte « intégration » (planche 9) présentant les contraintes liées à l'habitat et à l'occupation des sols ;
- ✓ une carte « patrimoine » (planche 10) présentant les sites inscrits et classés.

A ce stade de l'étude, l'objectif est de rendre compte des contraintes du territoire qui guideront la recherche d'un site d'infiltration des eaux usées par la définition de critères d'exclusion et de critères de sélection :

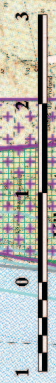
- ✓ les critères d'**exclusion** qui éliminent la zone concernée de la démarche de recherche de sites ;
- ✓ les critères de **sélection** qui permettent de comparer les sites potentiels entre eux

6.2 Cartographie des critères d'exclusion

Sur la base des contraintes liées au dimensionnement des installations (remontée maximale de 16 m pour un débit de 20 000 m³/h) et de l'analyse des cartes de contraintes, une liste de critères d'exclusion et de sélection a été définie.



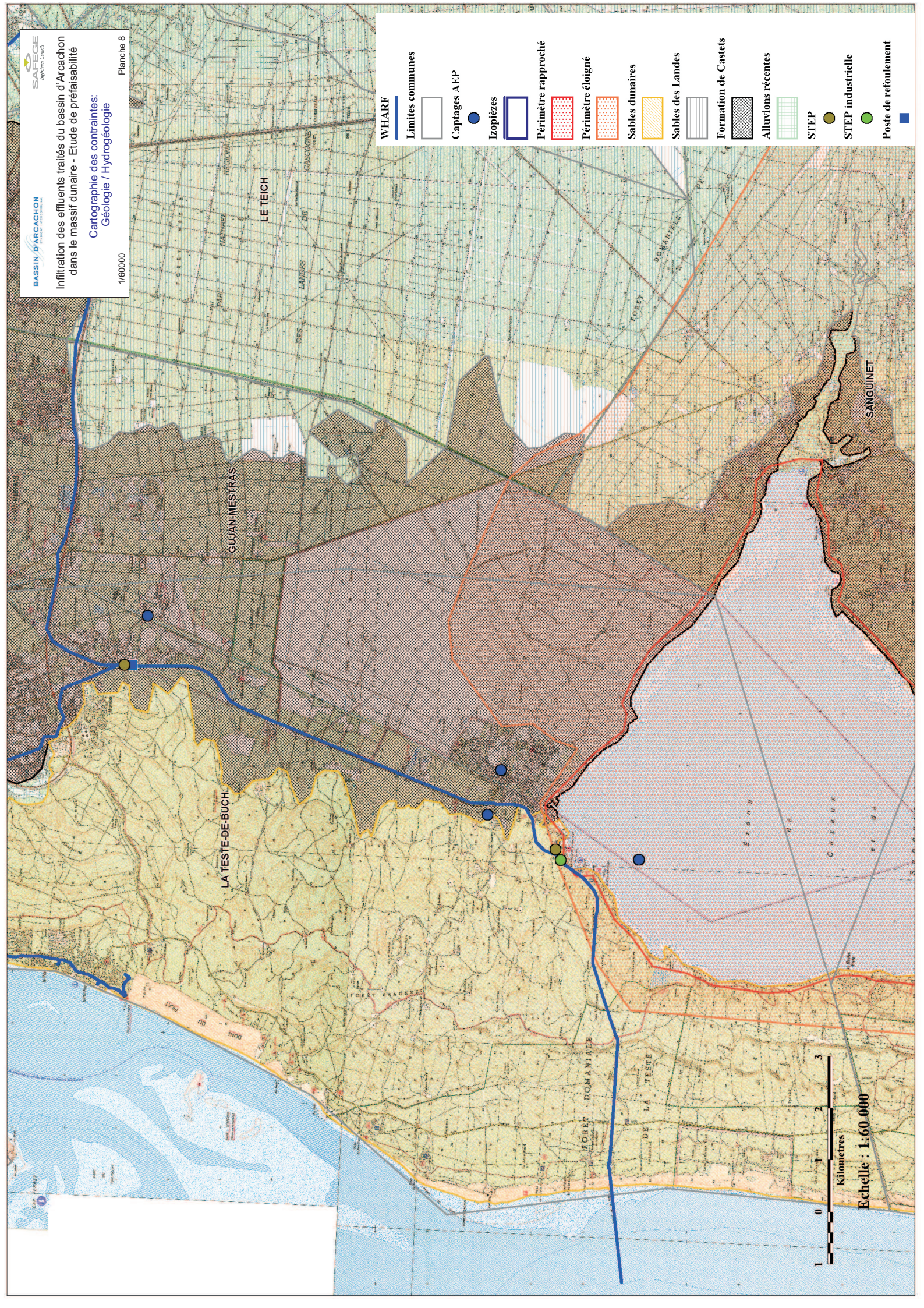
- WHARF** [Blue line symbol]
- Limites communes** [Black line symbol]
- Forêts ONF** [Green cross-hatch pattern]
- ZNIEFF 1** [Purple cross-hatch pattern]
- ZNIEFF 2** [Blue diagonal lines pattern]
- ZICO** [Purple wavy pattern]
- Réserves Naturelles Nationales** [Orange vertical lines pattern]
- Parcs Naturels Régionaux** [Red vertical lines pattern]
- Natura 2000 en mer** [Green dotted pattern]
- Natura 2000** [Green grid pattern]
- ZPENS/ENS** [Red grid pattern]
- STEP** [Yellow circle symbol]
- STEP industrielle** [Green circle symbol]
- Poste de refoulement** [Blue square symbol]
- Espace du conservatoire du littoral** [Purple wavy pattern]
- Région** [Purple wavy pattern]



Echelle : 1:60 000

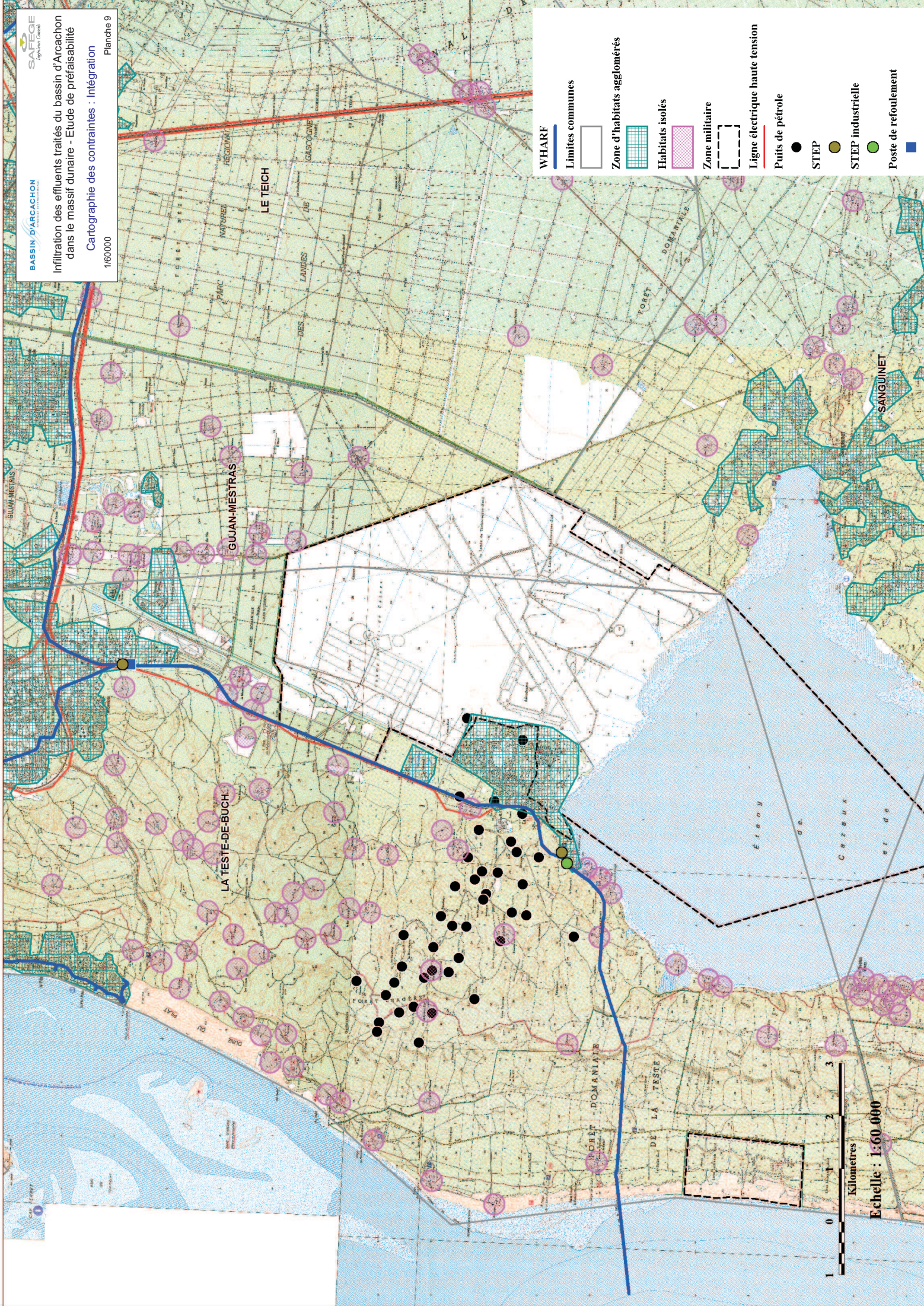
WHARF

- Limites communes
- Captages AEP
- Izopiezés
- Périmètre rapproché
- Périmètre éloigné
- Sables dunaires
- Sables des Landes
- Formation de Castets
- Alluvions récentes
- STEP
- STEP industrielle
- Poste de refoulement



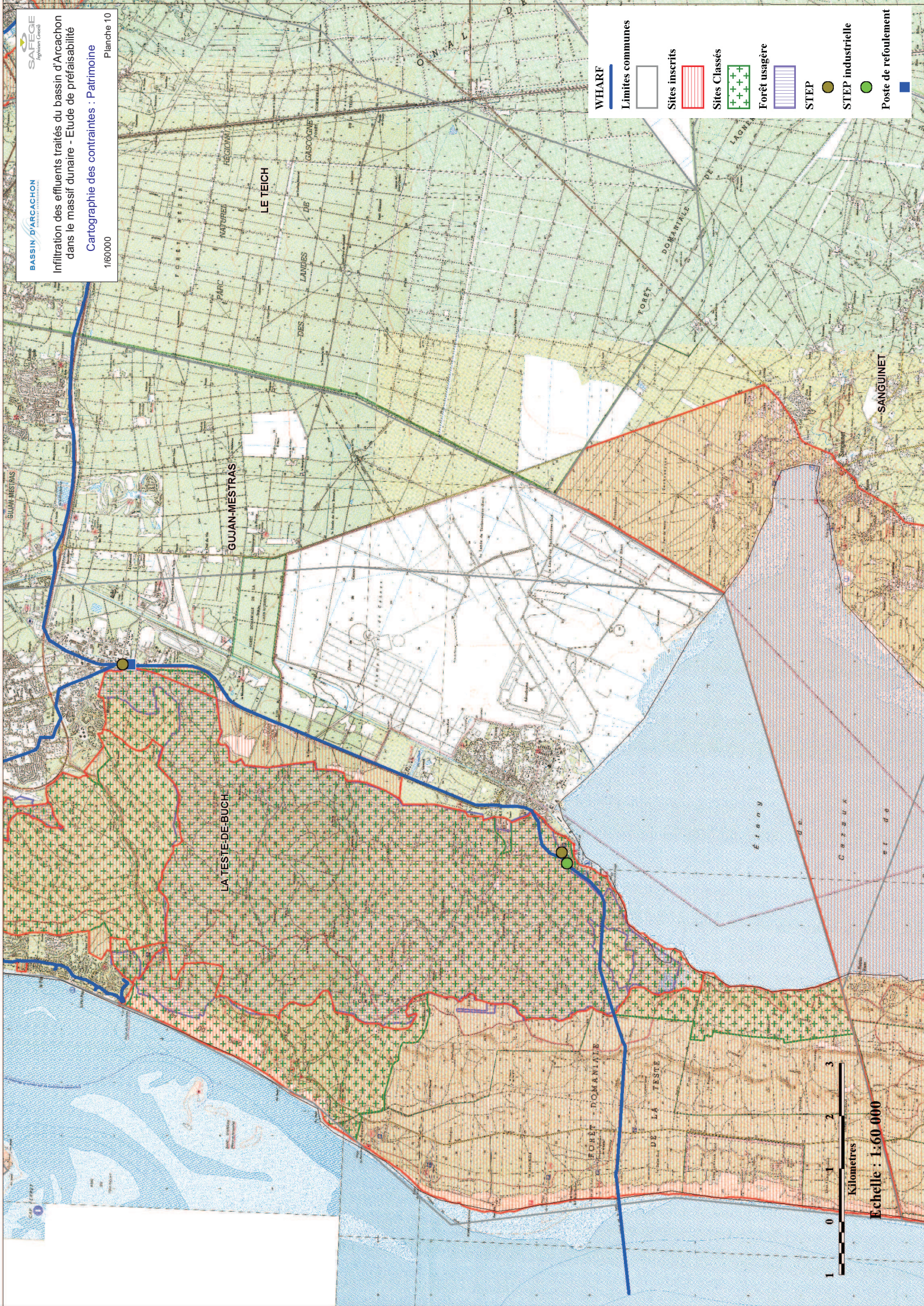
Kilomètres
0 1 2 3

Echelle : 1:60.000



- WHARF**
- Limites communes**
- Zone d'habitats agglomérés**
- Habitats isolés**
- Zone militaire**
- Ligne électrique haute tension**
- Puits de pétrole**
- STEP**
- STEP industrielle**
- Poste de refoulement**

1 0 1 2 3
Kilometres
Echelle : 1:60.000



WEIARF

Limites communes

Sites inscrits

Sites Classés

Forêt usagère

STEP

STEP industrielle

Poste de refoulement



Thème	Critère	Exclusion	Sélection	Remarques
Sols et eaux	Nature géologique du sous sol	Si perméabilité faible ($K < 1,10 \cdot 10^{-5}$ m/s)		Exclusion des alluvions récentes
	Epaisseur dessaturée	Si l'épaisseur dessaturée est < 20 m		
	Périmètres de protection AEP	immédiat, rapproché et éloigné		
	Distance à un captage AEP			Captage eaux de surface ou 1ère nappe
Thème	Critère	Exclusion	Sélection	Remarques
	Espaces du conservatoire du littoral			Excepté 3ème priorité
	Réserve naturelle			
	Espaces du conservatoire du littoral			3ème priorité
	ENS/ZPENS			
	Arrêté de protection biotope			
	ZNIEFF type 1			
	ZNIEFF type 2			
	Natura 2000 " Habitats "			
	Natura 2000 " Oiseaux "			
	ZICO			
Forêts relevant du régime forestier				
Thème	Critère	Exclusion	Sélection	Remarques
Patrimoine	Distance à un site classé			
	Distance à un site inscrit			
Thème	Critère	Exclusion	Sélection	Remarques
Intégration	Eloignement des zones habitées agglomérées	500m		
	Eloignement des habitats isolés	200m		
	Distance à la conduite de refoulement			
	Ligne électrique HT (aérienne ou enterrée)			
	Forêt usagère			
	Puits de pétrole			
	Itinéraires du PDIPR			
	GR8			
	Camp militaire et champ de tir			
Lexique :				
AEP	Alimentation en Eau Potable			
ENS	Espace Naturel Sensible			
HT	Haute Tension			
PDIPR	Plan Départemental des Itinéraires de Promenade et de Randonnée			
ZICO	Zone importante pour la Conservation des Oiseaux			
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique			
ZPENS	Zone de Prémption des Espaces Naturels Sensibles			

D'après les résultats de la modélisation hydrogéologique, l'infiltration de 20 000 m³ d'effluents engendrera une remontée maximale de 16 m. Afin de permettre de terrasser des bassins d'infiltration par décaissement, de limiter les remblais au niveau des bassins de décantation et de répartition, et de conserver une marge de sécurité vis à vis de la remontée maximale de la nappe, les zones d'épaisseur dessaturée inférieures à 20 m ont été exclues.

Une carte des épaisseurs dessaturées (cote terrain naturel – cote niveau statique de la nappe en hautes eaux) a été réalisée (cf. planche 11).

Les planches 12 à 15 mettent en évidence l'impact de l'exclusion pour chaque thème (y compris épaisseur dessaturée).

La planche 16 est une synthèse des contraintes d'exclusion. Les zones « libres » sont considérées comme a priori favorables à l'infiltration des effluents traités du SIBA, au regard des critères définis précédemment. **Cinq zones potentielles ont été identifiées (Cf. planche 17)**, de manière à respecter :

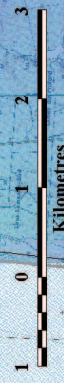
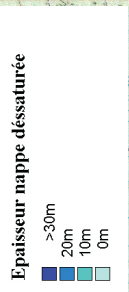
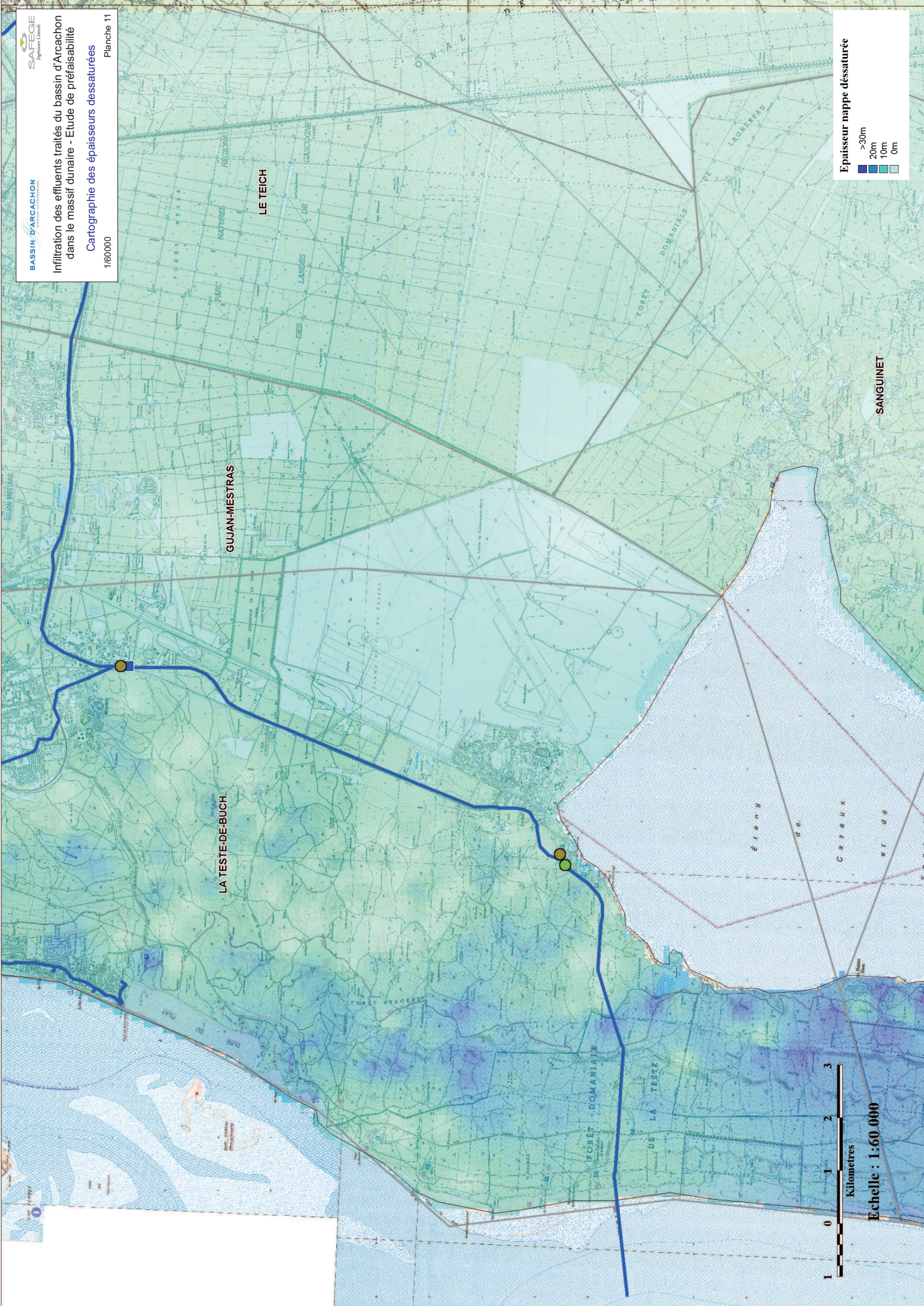
- ✓ les limites de parcelles (chaque site est situé sur 1 seule parcelle cadastrale) ;
- ✓ une distance maximale de 2 km à la conduite de refoulement ;
- ✓ le tracé des routes communales et départementales.

Les surfaces correspondantes sont présentées dans le tableau suivant :

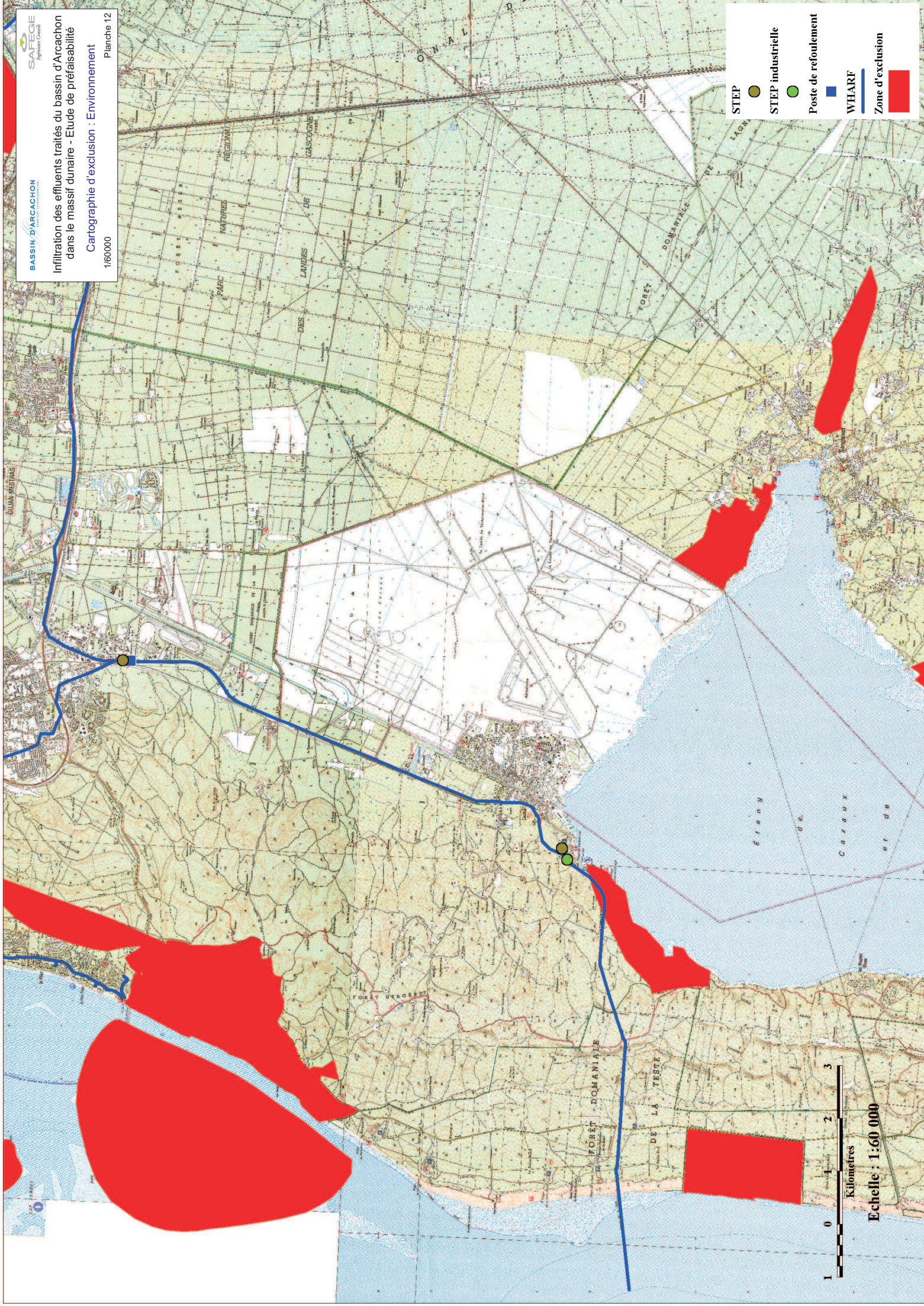
N° zone	1	2	3	4	5
Surface (ha)	49	22	15	25	36

Rappelons que la surface nécessaire pour les installations d'infiltration a été estimée à environ 25 000 m², soit 2,5 ha. A ce stade de l'étude, étant donné les surfaces a priori potentiellement favorables à l'infiltration et les informations disponibles, il est impossible d'identifier un site comme étant le plus favorable (l'échelle des informations n'est pas assez fine par comparaison aux faibles superficies recherchées).

Nous nous attacherons donc à identifier la zone la plus favorable, qui aura une surface au moins 6 fois supérieures à celle nécessaire pour les installations d'infiltration, sur laquelle des investigations complémentaires devront être menées pour y identifier le site le plus favorable.



Echelle : 1:60 000

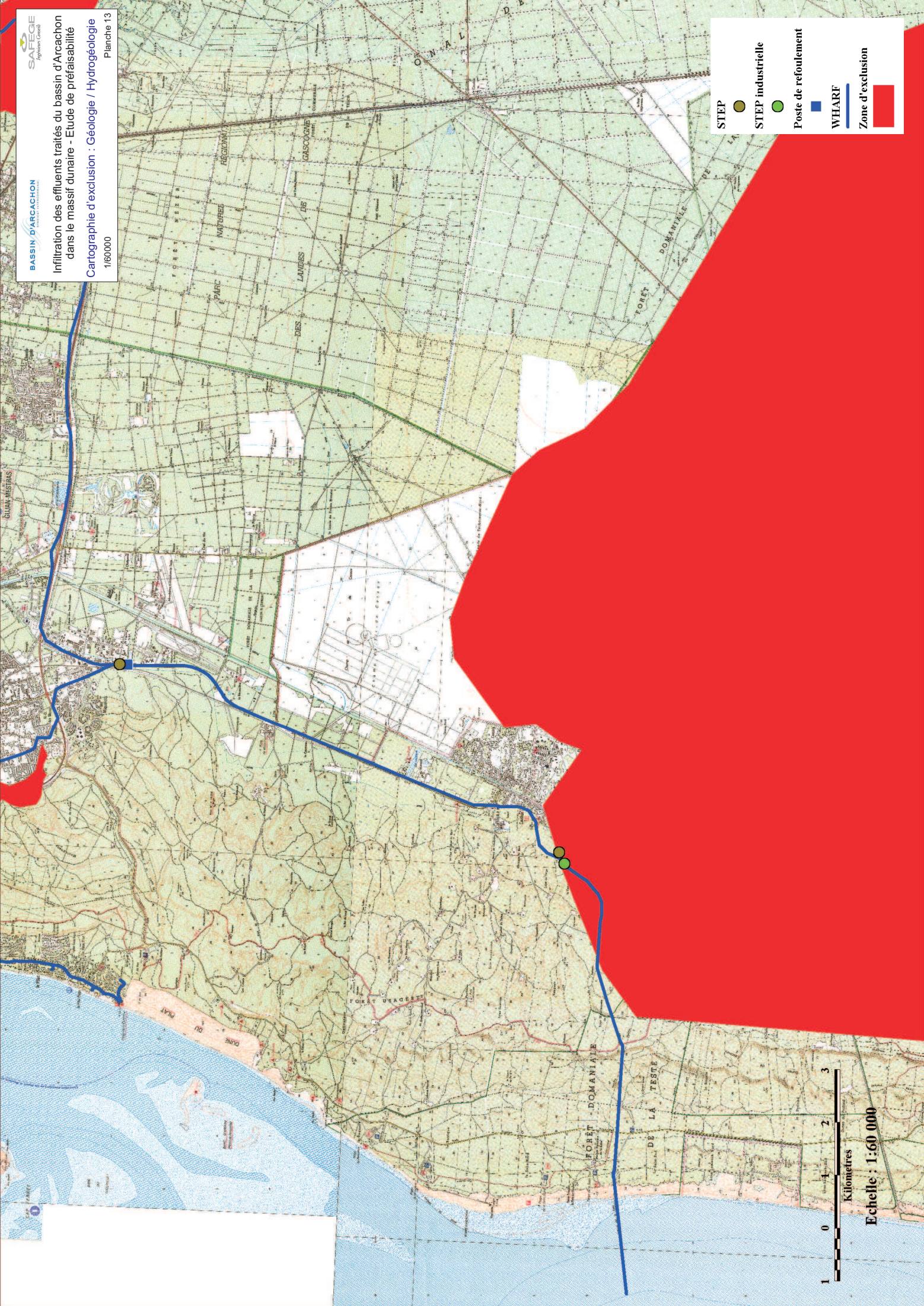


STEP ●
STEP industrielle ●
Poste de refolement ■
WHARF ■
Zone d'exclusion ■



Echelle : 1:60 000

STEP ●
STEP industrielle ●
Poste de refoulement ■
WHARF ■
Zone d'exclusion ■



Echelle : 1:60 000

STEP

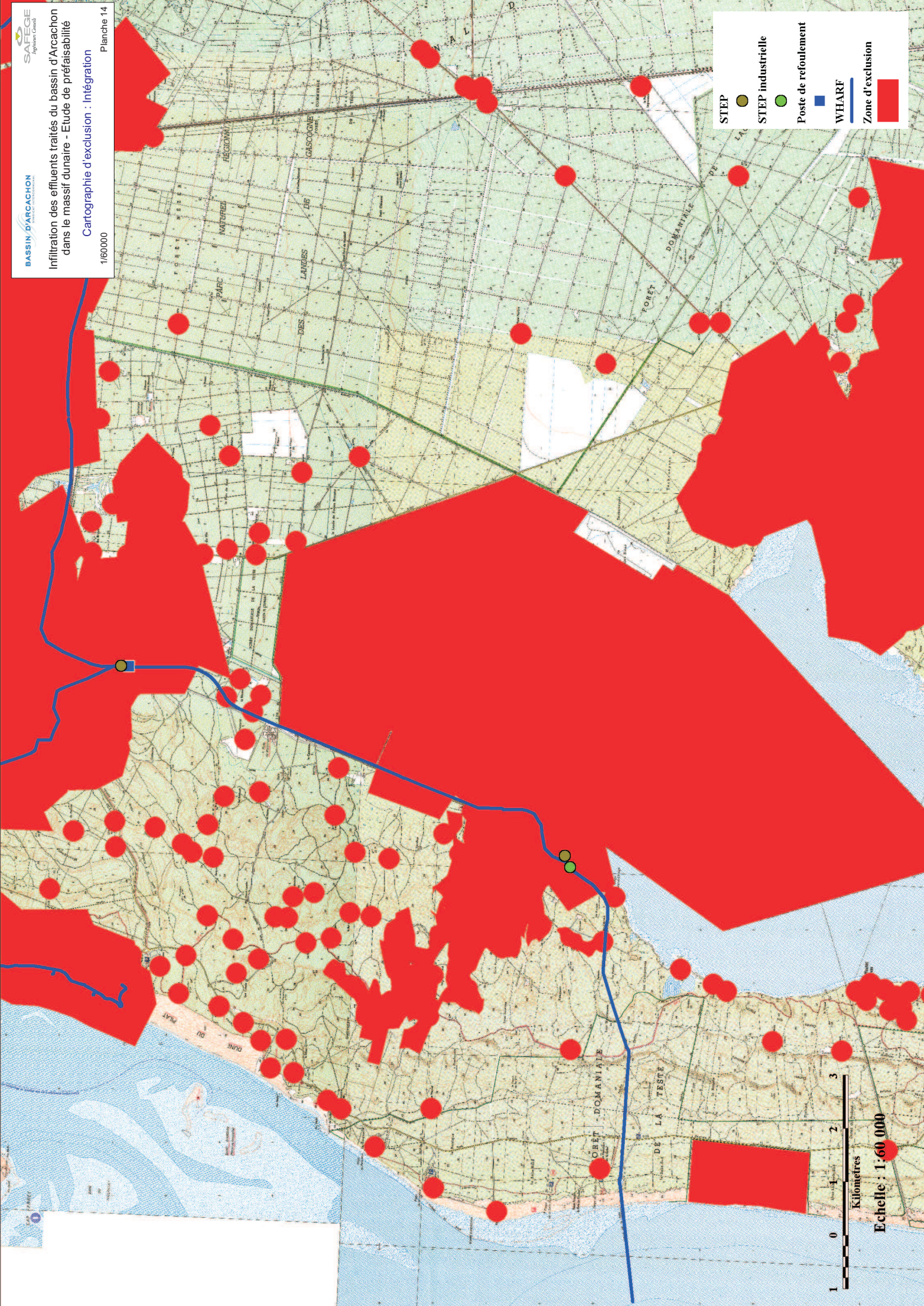
- STEP industrielle
- STEP

Poste de refoulement

- WHARF

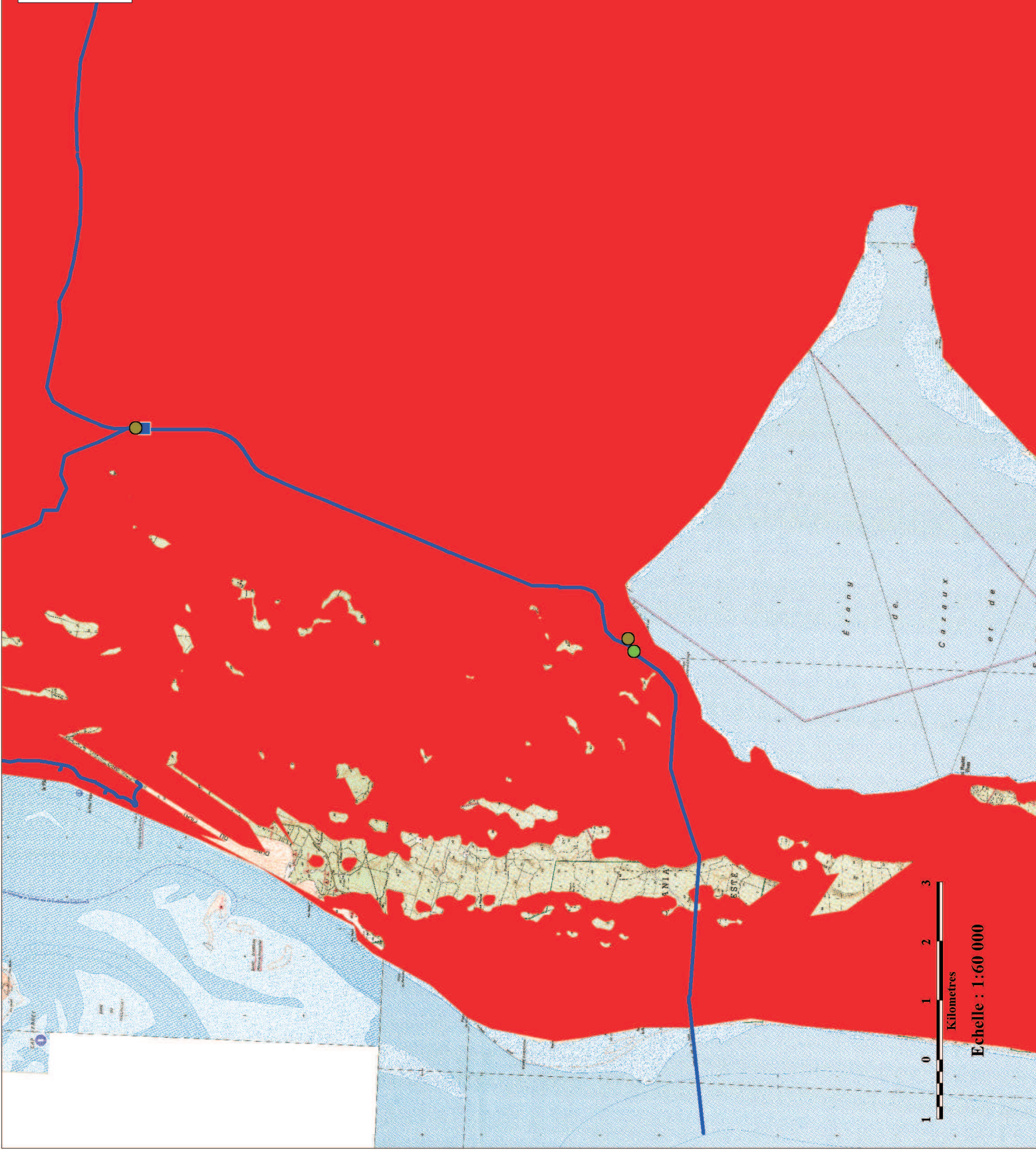
Zone d'exclusion

-



Echelle : 1:60 000

STEP ●
STEP industrielle ●
Poste de refoulement ■
WHARF ■
Zone d'exclusion ■



Echelle : 1:60 000

STEP

- STEP industrielle
- STEP industrielle

Poste de refoulement

WHARF

Zone d'exclusion

Zones a priori favorables à l'infiltration d'une partie des effluents du SIBA



Echelle : 1:60 000



Infiltration des effluents traités du bassin d'Arcachon
dans le massif dunaire - Etude de préféabilité
Carte de synthèse des contraintes d'exclusion:
Identification des zones favorables

1/25000

Planche 17



6.3 Hiérarchisation des zones potentielles

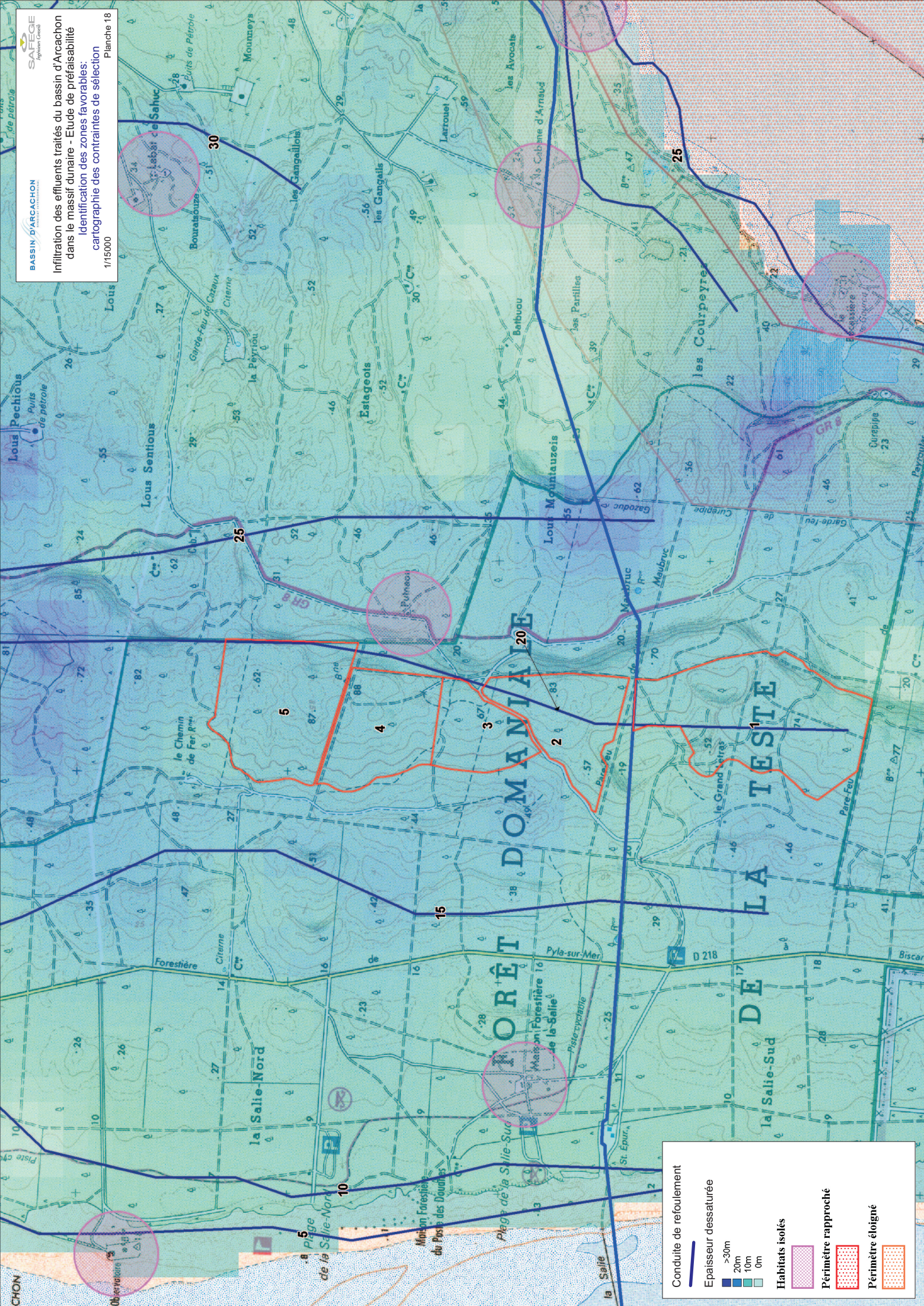
Une grille de notation a été établie sur la base de critères discriminants ayant un impact sur le choix de la zone la plus favorable :


Thème	Critère	Ce qu'il recouvre...	note, si...		note, si...		note, si...		Pondération Note globale /100
SOLS ET EAUX	Périmètres de protection AEP éloigné du captage de Cazaux	distance au périmètre de protection éloigné du captage	10	plus de 2000 m	5	1000 à 2000 m	1	moins de 1000 m	30
	Epaisseur dessaturée	hauteur dessaturée moyenne en période de hautes eaux au droit de la zone	10	> 30 m	5	25 à 30 m	1	moins de 25 m	20
INTEGRATION	Distance à vol d'oiseau entre la zone d'infiltration et ...	le GR8	10	plus de 300m	5	entre 150 et 300m	1	moins de 150 m	10
		la 1ère habitation isolée	10	plus de 1000m	5	entre 500 et 1000m	1	200 à 500 m	10
TECHNICO-FINANCIER	Distance à vol d'oiseau entre la zone d'infiltration et la conduite de refoulement	Note = $d^*(30/(d_{min}-d_{max}))+30$							30





A noter que certains critères de sélection non discriminants ont été éliminés de la grille de notation :


- ✓ zone 3^{ème} priorité du conservatoire du littoral : aucune zone n'est concernée ;
- ✓ forêt relevant du régime forestier : les 5 zones sont concernées ;
- ✓ site inscrit : les 5 zones sont concernées
- ✓ site classé : aucune zone n'est concernée ;
- ✓ forêt usagère : aucune zone n'est concernée.


Les 5 sites et les contraintes de sélection prises en compte sont présentés sur la planche 18.




Conduite de refoulement


Epaisseur dessaturée
 >30m
 20m
 10m
 0m

Habitats isolés


Périmètre rapproché


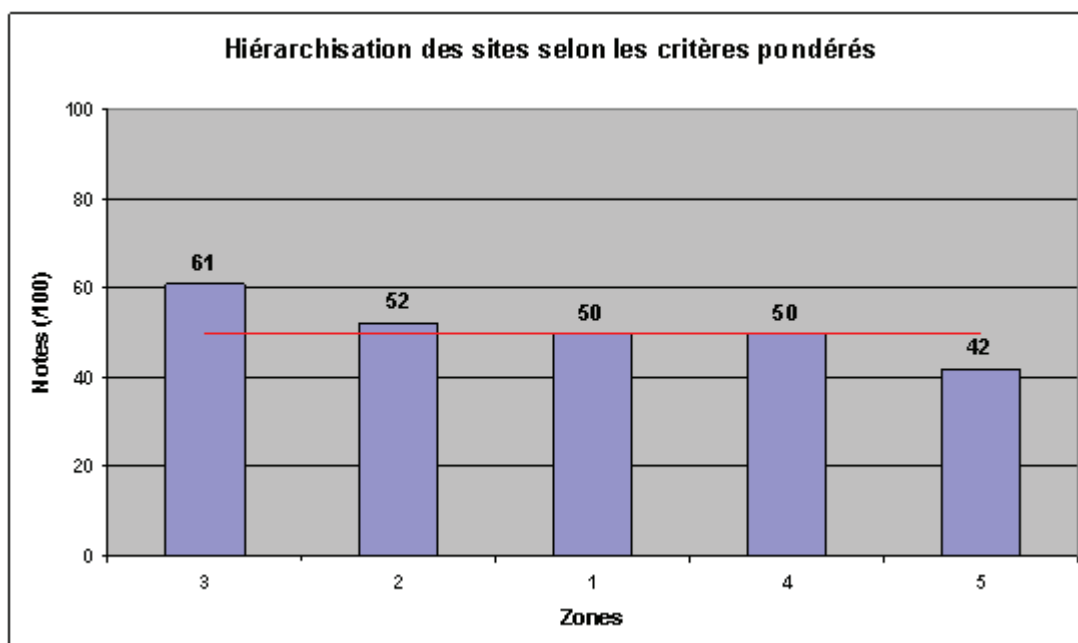
Périmètre éloigné


Une pondération a été associée afin de refléter l'importance souhaitée pour chaque critère, de manière à aboutir à une note globale sur 100 pour les 5 zones :

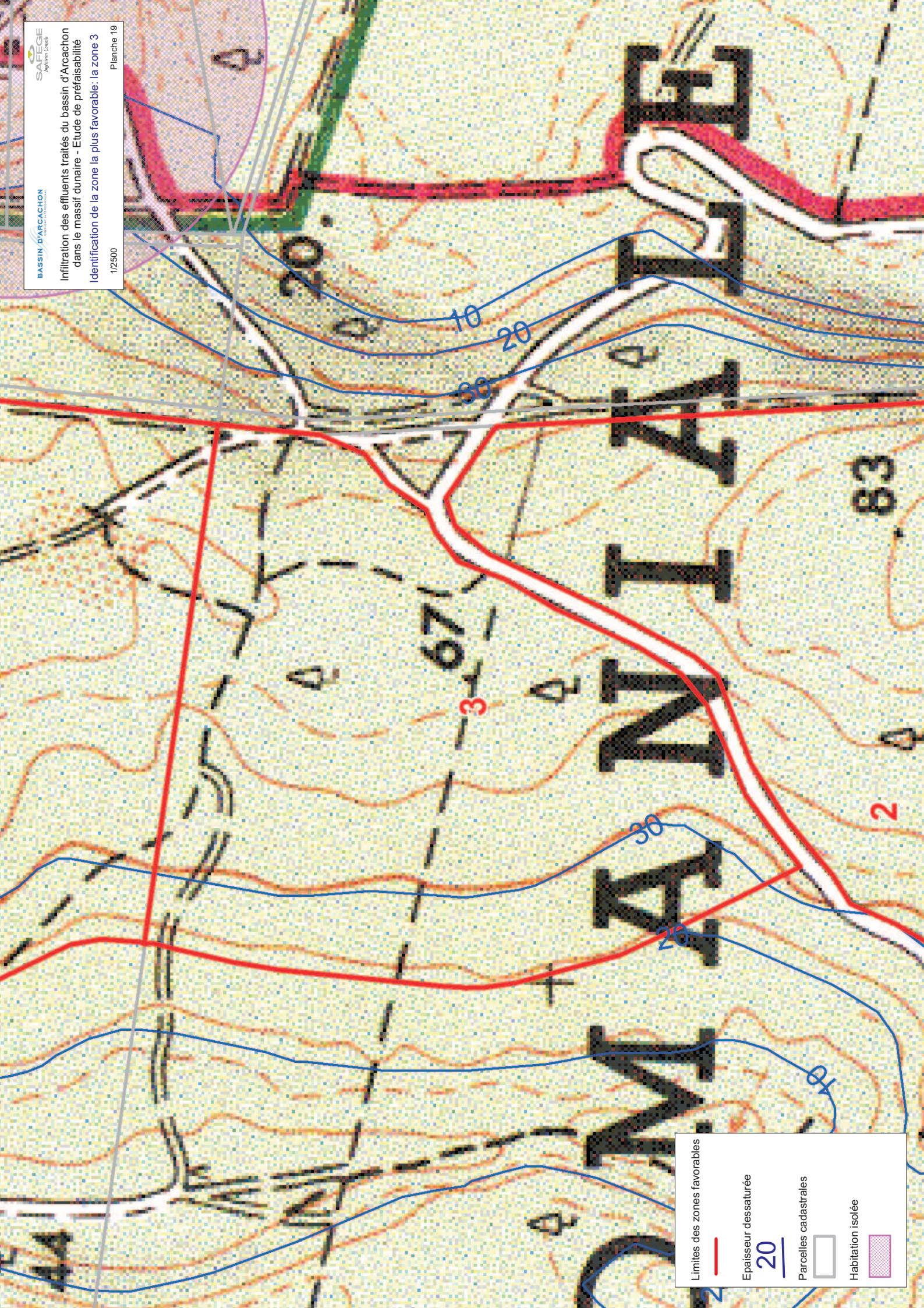
Valeurs					
Zones	Périmètres de protection AEP	Epaisseur dessaturée	Distance à vol d'oiseau entre la zone d'infiltration et		distance à la conduite de refoulement
	distance aux périmètres de protection éloigné des captages	hauteur dessaturée en période de hautes eaux au droit du site	le GR8	la 1ère habitation isolée	Note = $d^*(30/(d_{min}-d_{max}))+30$
1	660	22	300	1100	0
2	900	25	150	500	35
3	1300	30	175	350	440
4	1400	30	165	280	920
5	1800	28	140	280	1300

Note					
Zones	Périmètres de protection AEP	Epaisseur dessaturée	Distance à vol d'oiseau entre la zone d'infiltration et		distance à la conduite de refoulement
	distance aux périmètres de protection éloigné des captages	hauteur dessaturée en période de hautes eaux au droit du site	le GR8	la 1ère habitation isolée	Note = $d^*(30/(d_{min}-d_{max}))+30$
1	1	1	5	10	30
2	1	5	5	5	29
3	5	10	5	1	20
4	5	10	5	1	9
5	10	5	1	1	0

Pondération						
Zones	Périmètres de protection AEP	Epaisseur dessaturée	Distance à vol d'oiseau entre la zone d'infiltration et		distance à la conduite de refoulement	Note finale
	distance aux périmètres de protection éloigné des captages	hauteur dessaturée en période de hautes eaux au droit du site	le GR8	la 1ère habitation isolée	Note = $d^*(30/(d_{min}-d_{max}))+30$	
	/30	/20	/10	/10	/30	/100
1	3	2	5	10	30	50
2	3	10	5	5	29	52
3	15	20	5	1	20	61
4	15	20	5	1	9	50
5	30	10	1	1	0	42



La zone 3 obtient la meilleure note finale et arrive en tête de classement. C'est la zone qui présente le meilleur compromis vis à vis des critères de sélection et de la pondération adoptés. Un plan au 2500^{ème} de la zone 3 est présenté sur la planche 19.



Limites des zones favorables

- Epaisseur dessaturée
- 20
- Parcels cadastrales
- Habitation isolée

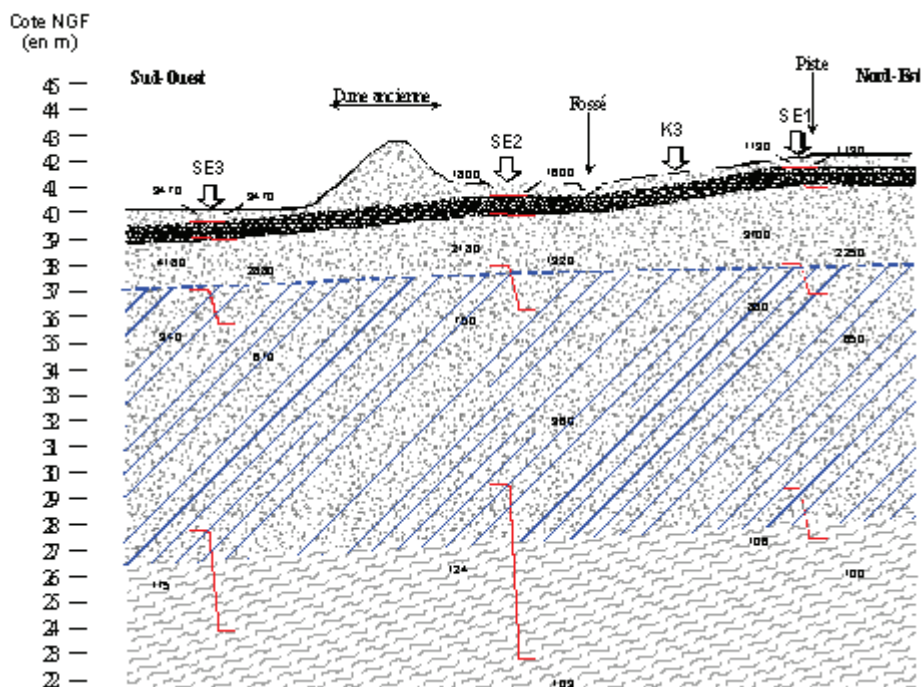
7

Suites à donner à l'étude

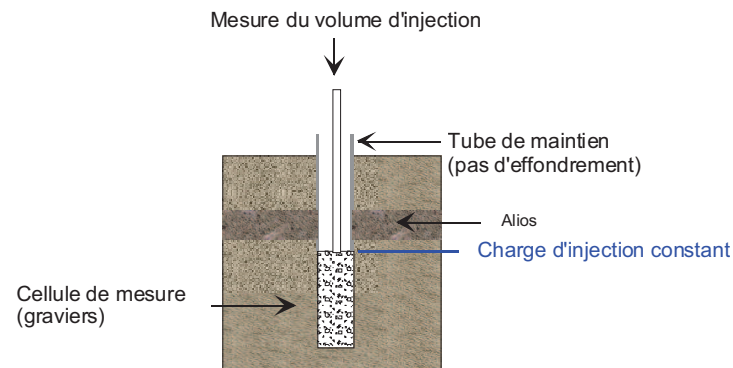
7.1 Établissement d'un programme de qualification

Le programme de qualification détermine les reconnaissances pertinentes devant être établies sur le site. Il s'agira principalement des travaux suivants :

- ✓ identification des contraintes du site pressenti : maîtrise foncière, reconnaissance de l'occupation des sols, accès, ...
- ✓ connaissance par géophysique de la géométrie des niveaux dessaturés :
 - ◆ réalisation de 15 sondages électriques en $AB/2 = 100$ m ;
 - ◆ établissement des coupes géoélectriques :



- ✓ connaissance de la piézométrie locale :
 - ◆ réalisation de 4 piézomètres profonds d'une quarantaine de mètres ;
 - ◆ mesures piézométriques sur les puits environnants dans un rayon de 5 km autour du site ;
- ✓ mesures de la perméabilité en sondages :
 - ◆ 5 sondages de 20 m avec essais de perméabilité de type Lefranc tous les 4 mètres, soit 25 essais de perméabilité au total.



- ✓ détermination des paramètres hydrodynamique de la première nappe : réalisation de 2 essais de pompage sur 2 des 4 piézomètres créés ;
- ✓ analyse chimique des eaux afin de définir un état initial de la qualité des eaux ;
- ✓ modélisation de l'impact quantitatif des conditions d'infiltration en régime permanent et pseudo transitoire (prise en compte de l'occurrence mensuelle) pour la dispersion :

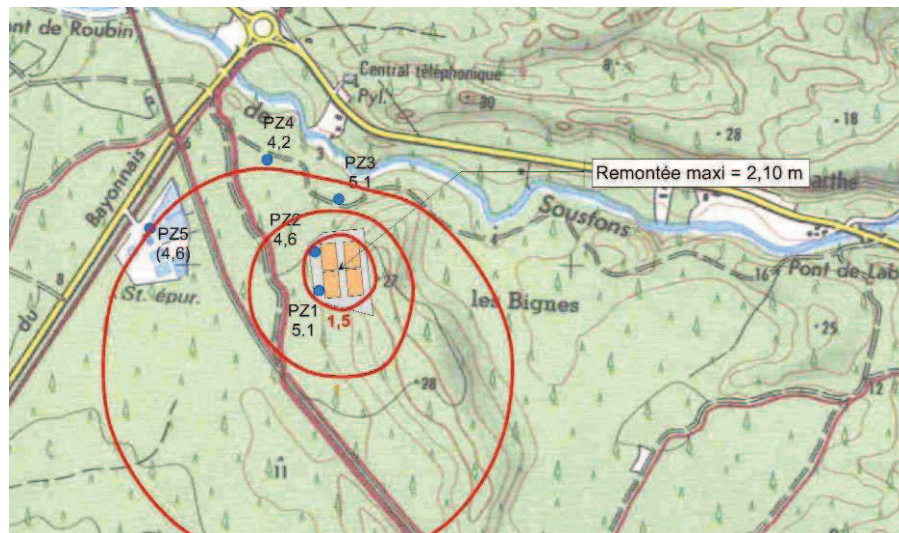


Figure 6 : exemple de simulation d'infiltration

- ✓ modélisation de l'impact qualitatif des eaux drainées par la nappe et les ruisseaux ou fossés environnants nécessitant la réalisation d'un modèle dispersif :

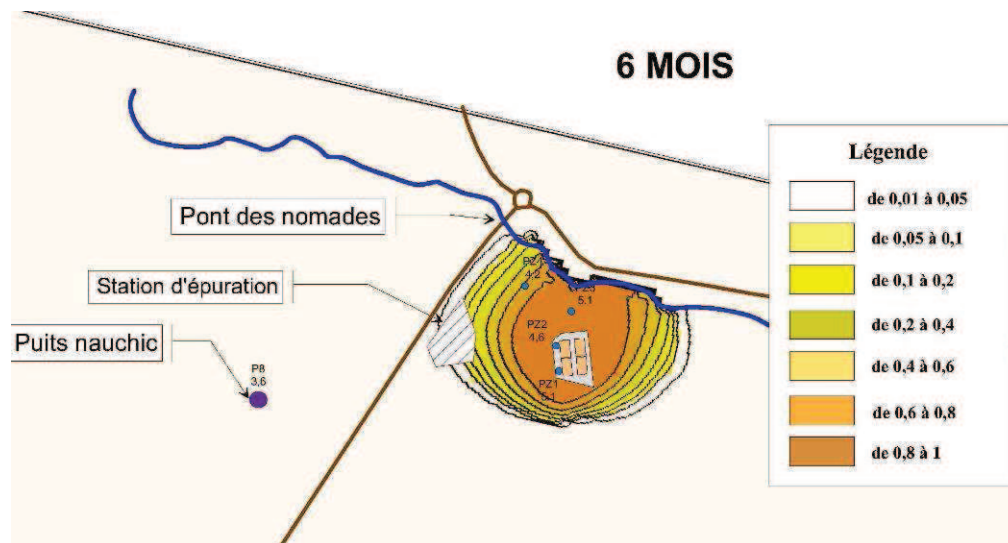


Figure 7 : exemple de dispersion d'un front de pollution


- ✓ Réalisation d'une étude d'impact, détaillant les risques de contamination de la première nappe au droit du site, les risques sur les cibles les plus proches ;
- ✓ Réalisation d'un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau.

En conclusion et synthèse de cette étape, les conditions préalables évaluées lors de la pré-qualification seront validées ou non, et les propositions d'aménagement confirmées ou adaptées. L'avant projet permettra de préciser les propositions d'aménagement et de définir la nécessité d'un éventuel traitement tertiaire au regard des normes qui seront imposées par les services de l'état pour l'infiltration des effluents traités.

En effet à ce stade de l'étude, il apparaît que les concentrations observées dans les eaux en mélange dans le collecteur, respectent les normes de l'arrêté préfectoral du 27 août 2007, mais sont supérieures à celle de l'arrêté ministériel du 22 juin 2007.

Les éléments recueillis dans cette phase seront nécessaires à l'établissement d'un dossier d'autorisation.

7.2 Estimation financière

Projet d'infiltration: étude de pré-qualification					
Estimation financière					
	Désignation	Unité	Prix unitaire	Nbre	Total H.T.
0	Identification des contraintes	Forfait			2 500,00 €
1	Mesures géophysiques				
1.1	Sondages électriques AB/2 = 100 m	Unité	300,00 €	15	4 500,00 €
1.2	Interprétation et réalisation des coupes géoélectriques	Forfait			3 000,00 €
2	Caractérisation de la nappe Plio-quatenaire				
2.1	Réalisation de 4 forages de 45 mètres de profondeur, et équipement en piézomètre (diamètre 115/125)	Unité	400,00 €	180	72 000,00 €
2.2	Essais de pompage: <ul style="list-style-type: none"> . Essai de pompage d'une durée de 8 heures . Suivi de la descente sur le puits de pompage et le piézomètre le plus proche . Suivi de la remontée sur le puits de pompage et le piézomètre le plus proche . Analyse et interprétation des données . Détermination des caractéristiques hydrodynamique de la nappe 	Unité	2 500,00 €	2	5 000,00 €
2.3	Campagne piézométrique dans un rayon de 5 km autour du site et esquisse piézométrique	Forfait			1 600,00 €
3	Mesures de perméabilité en sondage				
3.1	Réalisation de 5 sondages de 20 m de profondeur soit 100 ml de forage	Unité	400,00 €	100	40 000,00 €
3.2	Mesures de perméabilité tous les 4 mètres en	Unité	750,00 €	25	18 750,00 €
4	Etat initial de la qualité des eaux				
	Prélèvement et analyse en laboratoire des paramètres: <ul style="list-style-type: none"> . DBO5, DCO, MES, COT, NTK, NO3-, NO2-, NH4, PO4, P . Coliformes totaux et fécaux, entérocoques, E.Coli . Ca, Cl, K, Mg, SO4, Na . Fe, Mn 	Unité	1 000,00 €	1	1 000,00 €
5	Modélisation hydrogéologique				
5.1	Structuration générale du modèle	Forfait			4 000,00 €
5.2	Modélisation hydrodynamique et calage	Forfait			7 200,00 €
5.3	Modélisation hydrodispersive	Forfait			3 500,00 €
5.4	Réalisation de simulations prospectives	Forfait			3 500,00 €
6	Etude d'impact	Forfait			10 000,00 €
7	Dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau	Forfait			15 000,00 €
			SOUS TOTAL H.T.		191 550,00 €
			Divers et imprévus (7%)		13 450,00 €
			TOTAL H.T.		205 000,00 €
			TVA 19,6 %		40 180,00 €
			TOTAL TTC		245 180,00 €

7.3 Délais

SIBA		Semaine à l'issue de la réception de l'ordre de service																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Qualification d'un site d'infiltration des effluents traités																													
Désignations des phases de travaux		Nbre																											
0	Identification des contraintes																												
1	Mesures géophysiques	15																											
1.1	Sondages électriques AB/2 = 100 m																												
1.2	Interprétation et réalisation des coupes géoélectriques																												
2	Caractérisation de la nappe Plio-quaternaire	4																											
2.1	Réalisation de 4 forages de 45 mètres de profondeur, et équipement en piézomètre (diamètre 115/125)																												
2.2	Essais de pompage: <ul style="list-style-type: none"> Essai de pompage d'une durée de 8 heures Suivi de la descente sur le puits de pompage et le piézomètre le plus proche Suivi de la remontée sur le puits de pompage et le piézomètre le plus proche 	2																											
2.3	Campagne piézométrique dans un rayon de 5 km autour du site et esquisse piézométrique <ul style="list-style-type: none"> Analyse et interprétation des données Détermination des caractéristiques hydrodynamique de la nappe 																												
3	Mesures de perméabilité en sondage	100																											
3.1	Réalisation de 5 sondages de 20 m de profondeur soit 100 ml de forage																												
3.2	Mesures de perméabilité tous les 4 mètres en sondages et interprétation	25																											
4	Etat initial de la qualité des eaux	1																											
	Prélèvement et analyse en laboratoire des paramètres: <ul style="list-style-type: none"> DB05, DCO, MES, COT, NTK, NO3-, NO2-, NH4, PO4, P Coliformes totaux et fécaux, entérocoques, E. Coli Ca, Cl, K, Mg, SO4, Na Fe, Mn 																												
5	Modélisation hydrogéologique																												
5.1	Structuration générale du modèle																												
5.2	Modélisation hydrodynamique et calage																												
5.3	Modélisation hydrodispersive																												
5.4	Réalisation de simulations prospectives																												
6	Etude d'impact																												
7	Dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau																												