

Communauté d'Agglomération d'Epinal

4, rue Louis Meyer

88190 GOLBEY

Contact : M. JODION – DGS

**PROJET D'AMENAGEMENT DE LA MOSELLE INCLUANT
UN PARCOURS D'EAUX VIVES, UN EQUIPEMENT
HYDROELECTRIQUE ET UNE REVALORISATION DU
COURS D'EAU**

Étude de pré-faisabilité technique

DEPARTEMENT DES VOSGES (88)

VILLE D'EPINAL

COURS D'EAU : LA MOSELLE

Réalisation du dossier :



BUREAU D'ÉTUDES JACQUEL & CHATILLON

Environnement et Energies

www.be-jc.com

7, rue d'Epinal

88240 BAINS-LES-BAINS

Tél. : 06.86.31.12.34 ou 03.29.36.27.46

Rédaction : J. GASPARD sous la direction de L. JACQUEL

Janvier 2018

SOMMAIRE

CHAPITRE I.	CONTEXTE ET OBJECTIF	5
I.1.	CONTEXTE	5
I.2.	RAPPEL ET PRECISIONS DES DONNEES ANTERIEURES	5
I.2.1.	<i>Aspects règlementaires</i>	5
I.2.2.	<i>Aspects techniques</i>	7
I.2.3.	<i>Aspects d'opportunité et économiques</i>	7
I.2.4.	<i>Compléments topographiques</i>	8
I.3.	OBJECTIF	8
CHAPITRE II.	SCENARIO 1 – AMENAGEMENT AU PORT	10
II.1.	DESCRIPTIF	10
II.2.	ÉVALUATION DU COUT DE TRAVAUX	11
II.3.	IMPACT	11
II.3.1.	<i>Gestion et visibilité du cours d'eau</i>	11
II.3.2.	<i>PPRI</i>	12
II.3.3.	<i>Urbanisme et activités actuelles</i>	12
II.3.4.	<i>Gestion future de l'activité</i>	13
II.3.5.	<i>Potentiel hydroélectrique</i>	13
CHAPITRE III.	SCENARIO 2 – AMENAGEMENT AU SAULCY	14
III.1.	DESCRIPTIF	14
III.2.	ÉVALUATION DU COUT DE TRAVAUX	15
III.3.	IMPACT	15
III.3.1.	<i>Gestion et visibilité du cours d'eau</i>	15
III.3.2.	<i>PPRI</i>	16
III.3.3.	<i>Urbanisme et activités actuelles</i>	16
III.3.4.	<i>Gestion future de l'activité</i>	17
III.3.5.	<i>Potentiel hydroélectrique</i>	17
CHAPITRE IV.	SCENARIO 3 – AMENAGEMENT A LA MAISON ROMAINE	18
IV.1.	DESCRIPTIF	18
IV.2.	ÉVALUATION DU COUT DE TRAVAUX	19
IV.3.	IMPACT	19
IV.3.1.	<i>Gestion et visibilité du cours d'eau</i>	19
IV.3.2.	<i>PPRI</i>	20
IV.3.3.	<i>Urbanisme et activités actuelles</i>	20
IV.3.4.	<i>Gestion future de l'activité</i>	20

IV.3.5. <i>Potentiel hydroélectrique</i>	21
CHAPITRE V. CONCLUSION	22
V.1. SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS	22
V.2. PRÉCONISATIONS POUR LA SUITE DU PROJET	23
SOURCES	25
ANNEXES	26

FIGURES

<i>Figure 1 : Points topographiques caractéristiques pour le projet.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 2 : Estimatif des coûts de travaux du scénario Port / rive droite de la confluence</i>	<i>11</i>
<i>Figure 3 : Estimatif de la marge budgétaire de l'activité hydroélectrique en rive droite de la confluence.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 4 : Estimatif des coûts de travaux du scénario au Barrage du Saulcy</i>	<i>15</i>
<i>Figure 5 : Estimatif de la marge budgétaire de l'activité hydroélectrique au Saulcy.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 6 : Estimatif des coûts de travaux du scénario Maison Romaine.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 7 : Estimatif de la marge budgétaire de l'activité hydroélectrique au Saulcy.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 8 : Matrice multicritère – comparaison des scénarios</i>	<i>22</i>
<i>Figure 9 : temps de retour du surinvestissement pour un projet global.....</i>	<i>23</i>

Chapitre I. CONTEXTE ET OBJECTIF

I.1. CONTEXTE

La Communauté d'Agglomération d'Epinal (CAE) projette de réaliser un parcours d'eaux vives à vocation de développement touristique, local et sportif. Une première étude réalisée par le bureau d'études Jacquel et Chatillon, en novembre 2014, met en évidence la nécessité d'un parcours avec un système de pompage pour permettre un fonctionnement optimal tout au long de l'année. Le modèle économique de gestion au petit équilibre s'avère viable mais la marge de manœuvre est faible.

De nouvelles orientations sur le développement des milieux aquatiques mettent en évidence la volonté de réaliser des projets revalorisant les cours d'eau et permettant de concilier l'ensemble des usages. La CAE a été retenue pour un appel à projet de l'Agence de l'eau Rhin Meuse pour la revalorisation des cours d'eau en milieu urbain.

De ce fait, la Communauté d'Agglomération d'Epinal souhaite réaliser un complément d'étude afin d'intégrer au concept de parcours d'eaux vives une vision avec de l'hydroélectricité et la revalorisation du cours d'eau en centre-ville.

I.2. RAPPEL ET PRECISIONS DES DONNEES ANTERIEURES

I.2.1. Aspects règlementaires

I.2.1.1. DROITS D'EAU

Le barrage de La Gosse est régi par l'arrêté n°408-2011 autorisant le fonctionnement de l'installation hydraulique de la centrale de la Gosse à EPINAL. Le niveau légal de retenue est fixé à la cote 319.28 NGF IGN 69.

Le barrage du Saulcy est la propriété de VNF, il n'y a pas à ce jour de droit d'eau recensé. Le barrage permet le prélèvement d'eau pour l'alimentation du Canal des Vosges. L'alimentation maximale est estimée à 1.5 m³/s. Le niveau de crête de la retenue est mesuré à la cote 320.10 NGF IGN 69.

Le barrage du Cours est la propriété de la commune d'Epinal, il n'y a pas à ce jour de droit d'eau recensé. Le barrage permet la dérivation du cours d'eau dans le canal des Grands Moulins. La crête du barrage est mesurée à la cote 322.64 NGF IGN 69.

Selon les données d'archives, Le déversoir des Grands Moulins, en fonctionnement jusqu'en 1981, était fixé à la cote 321. 80 soit 1.5 m au-dessus de la cote du barrage du Saulcy (données de 1880). En reprenant la cote actuelle du barrage du Saulcy 320.10 NGF IGN 69, cela impliquerait une cote de 321.60

NGF IGN 69. Selon les analyses de terrain, cette cote est concevable puisqu'elle se situe en dessous des points de rejets du canal.

I.2.1.2. PPRI

L'ensemble des sites étudiés se situe en zone rouge du PPRI, approuvé par l'arrêté n°37/07/DDE. Sont autorisés sous conditions, les équipements de sport (article 2.2) et les équipements liés à la voie d'eau (article 2.3). Les conditions d'autorisation sont :

- de ne pas aggraver les risques et de ne pas en créer de nouveaux,
- de ne pas augmenter la vulnérabilité des personnes, biens et activités exposés,
- de préserver le libre écoulement des eaux et les zones d'expansion des crues.

I.2.1.3. URBANISME

La zone du port est située en zone Uk (activité sportive) du PLU et les parcelles sont propriété de la commune d'Epinal. Pour l'arasement du barrage du Saulcy, la rive gauche appartient à un privé. Il conviendra de l'informer du projet et d'obtenir son accord. Par conséquent, la localisation est favorable à l'implantation d'un parcours d'eaux vives.

Le secteur du square Gembloux et du bâtiment du GESN est en zone Ub du PLU et les parcelles sont propriété de la commune d'Epinal ou de VNF. Pour l'aménagement du barrage du Saulcy, la rive gauche appartient à un privé. Il conviendra de l'informer du projet et d'obtenir son accord. Par conséquent, la localisation est favorable à l'implantation d'un parcours d'eaux vives, même si le PLU est plus favorable sur les zones Uk.

La zone du parc de la maison Romaine est en zone Ub du PLU et les parcelles sont propriété de la commune d'Epinal. Pour l'arasement du barrage du Saulcy, la rive gauche appartient à un privé. Il conviendra de l'informer du projet et d'obtenir son accord. Par conséquent, la localisation est favorable à l'implantation d'un parcours d'eaux vives, même si le PLU est plus favorable sur les zones Uk.

Il est important de noter que l'ensemble des sites étudiés sont situés dans le champ de visibilité d'un immeuble classé ou inscrit. Par conséquent, le projet devra être approuvé par l'Architecte des Bâtiments de France.

I.2.1.4. ENVIRONNEMENT

La Moselle est classée en liste 2 par arrêté du 28 décembre 2012. Cela implique la nécessité d'assurer la continuité écologique au niveau des ouvrages, mais ne remet pas en cause la création d'un nouvel ouvrage.

La zone étudiée n'est pas concernée par des sites Natura 2000 ni par des zones ZNIEFF.

I.2.2. Aspects techniques

L'hydrologie de la Moselle ne permet pas un fonctionnement optimal d'un parcours d'eaux vives sur l'année (débit requis moyen $10 \text{ m}^3/\text{s}$). Son module est de $38 \text{ m}^3/\text{s}$ avec un QMNA5 à $5.6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le dénivelé naturel du cours d'eau, qui est actuellement optimisé sur le parcours d'eaux vives existant, ne permet pas d'envisager une difficulté de parcours appropriée pour l'activité de loisirs de type rafting ou une activité sportive pour des entraînements et des événements de haut niveau.

L'étude de 2014 préconise un parcours fonctionnant avec une station de pompage pour permettre d'une part d'augmenter le dénivelé artificiellement et d'autre part de garantir le débit requis moyen de 10 à $12 \text{ m}^3/\text{s}$ tout au long de l'année.

Les caractéristiques du parcours sont une longueur de 220 à 250 m de long, une largeur moyenne de 10 m , une hauteur d'eau de 1.0 à 1.5 m , un dénivelé de 1.5% à 2% sur une part importante du parcours. Cela implique un dénivelé minimum de 3.3 m .

Des équipements spécifiques sont à prendre en compte pour la gestion opérationnelle du parcours : une automatisation des ouvrages hydrauliques pour garantir la stabilité des écoulements, un système de portes de slalom pour l'activité sportive, des obstacles mobiles pour adapter les écoulements aux publics, un tapis roulant pour remonter aisément les embarcations vers le départ et particulièrement les publics PMR, de l'éclairage pour les activités nocturnes, des embarcadères/débarcadères en plusieurs points du parcours et un réseau informatique/électrique pour les événements.

I.2.3. Aspects d'opportunité et économiques

Pour une mutualisation de moyens il est opportun de réaliser le projet à proximité du port pour bénéficier des infrastructures existantes : Capitainerie, Maison du Vélo, Base nautique du GESN.

La nécessité d'une station de pompage implique des coûts de fonctionnement importants (coûts de pompage + maintenance) estimés à $63 \text{ K€}/\text{an}$, dans l'étude de 2014. Suite aux évolutions de veille technique réalisées par le bureau ce chiffre peut être revalorisé à $75 \text{ K€}/\text{an}$. Cet estimatif prend en compte une répartition de l'activité sur le parcours par pompage et sur un parcours gravitaire (exemple du parcours existant en centre-ville) afin de limiter les coûts de pompage.

L'étude de 2014 montre la possibilité d'une gestion d'un parcours par pompage au petit équilibre, mais avec des risques importants puisqu'il est nécessaire de limiter les ressources humaines avec une organisation de l'activité principalement en mode « location », limiter le temps d'utilisation des pompes pour les activités locales et sportives et avoir une politique touristique assez agressive.

Le couplage du projet de parcours d'eaux vives par pompage avec un projet de production hydroélectrique serait une garantie pour le fonctionnement au petit équilibre de l'ensemble. Les caractéristiques hydrologiques de la Moselle, avec une concentration du dénivelé en un point permettraient d'envisager une capacité de production adaptée.

L'utilisation du barrage de La Gosse pour le projet n'est pas envisageable car le site est optimisé pour la production hydroélectrique avec la centrale au barrage et un peu plus loin la centrale des acacias.

L'utilisation du barrage du Cours avait été étudiée en 2014, mais la solution n'était pas concluante pour des raisons techniques et de localisation.

I.2.4. Compléments topographiques

Un complément de la topographie réalisée en 2014 a été réalisé en décembre 2017. La bathymétrie du cours d'eau entre le pont de la république et le pont Clémenceau a été réalisée. Plusieurs points caractéristiques de terrain naturel, de points de rejets et de crête de barrage au niveau des sites étudiés ont été pris.

Pour caler les cotes NGF, le relevé a été fait en relatif en se rattachant à deux points : le niveau légal de retenue du barrage de La Gosse et la cote de la dalle du bâtiment du canoë-kayak calé 50 cm au-dessus de la cote de PPRI. En cas de poursuite du projet il conviendra de réaliser un relevé topographique complet de la zone aménagée. Le tableau suivant reprend les points topographiques caractéristiques utiles au projet.

Point	Cote NGF	Point	Cote NGF
Fond moyen pont République	318.0	TN haut Square Gembloux	322.6
Fond moyen aval barrage Saulcy	318.2	TN haut port d'Epinal	322.6
Fond Moyen confluence	318.6	TN haut Maison Romaine	322.9
Crête barrage La Gosse	319.28	Crête barrage Saulcy	320.10
Crête barrage à plots	321.39	Crête barrage du Cours	322.64
Altitude basse pts de rejets canal des Grands Moulins			321.5

Figure 1 : Points topographiques caractéristiques pour le projet

Un plan de l'état initial ainsi qu'une planche photographique sont donnés en annexe 1.

I.3. OBJECTIF

L'objectif de l'étude est d'évaluer la faisabilité technique de plusieurs scénarios cumulant parcours d'eaux vives et hydroélectricité, situés entre le barrage du Cours et le barrage de la Gosse. Les scénarios envisagés sont :

- Proposer une solution hydroélectrique en parallèle d'un parcours par pompage sur le port d'Epinal. Créer un plan d'eau unique sur le bras rive droite et un écoulement naturel de type « rivière » sur le bras de gauche en amont du barrage du Saulcy. Arasement du barrage du Saulcy.
- Optimiser le barrage du Saulcy pour la mise en place du parcours d'eaux vives et de la centrale hydroélectrique. Créer un plan d'eau unique sur la partie amont du barrage du Saulcy pour valoriser la voie d'eau.

- Optimiser le canal des Grands Moulins pour la mise en place du parcours d'eaux vives et de la centrale hydroélectrique. Créer des conditions d'écoulements naturelles dans le bras rive droite de la Moselle.

Le choix de ces scénarios résulte des analyses des études antérieures et des capacités de mise en œuvre d'un projet global.

Chapitre II. SCENARIO 1 – AMENAGEMENT AU PORT

II.1. DESCRIPTIF

Le projet consiste à :

- Créer un parcours en circuit fermé au niveau du port, répondant aux caractéristiques techniques données au chapitre 1. Ce parcours serait alors l'équipement structurant pour la pratique touristique, certaines activités avec le public local, l'entraînement des sportifs et les évènements.

- Continuer à utiliser le parcours gravitaire existant en centre-ville, pour la pratique sportive et locale d'appoint. Il permet également la libre circulation des embarcations et la continuité piscicole sur le cours d'eau.

- Créer une centrale hydroélectrique à l'amont immédiat de la confluence entre les deux bras de la Moselle, en cumulant la chute du barrage du Saulcy et du Barrage à plots. Ainsi le barrage du Saulcy et à plots seront arasés. La hauteur de chute potentielle est estimée à 2.3 m pour un débit d'équipement de 25 m³/s. Le débit d'équipement proposé tient compte de la capacité des turbines et des données hydrologiques du cours d'eau.

- Modifier la répartition des débits au barrage du cours pour l'alimentation de la « Moselle Naturelle ». Pour cela une vanne de garde avec un dispositif de franchissement des embarcations et piscicole sera installée en entrée du canal des Grands Moulins.

Le barrage de retenue de la centrale sera réalisé avec un radier béton calé à la cote du terrain naturel sur lequel sera mis en place des clapets automatisés pour permettre la régulation du niveau légal de retenue et une transparence en période de crues (abaissement des clapets). Au droit du nouveau barrage une turbine ichtyocompatible de type VLH ou vis sera installée.

Un curage de la zone située entre le barrage du Saulcy (arasé) et le nouveau barrage sera réalisé pour permettre un bon écoulement de la centrale.

Le parcours en circuit fermé sera réalisé en béton armé avec la mise en place d'obstacles fixes en béton et d'obstacles mobiles. Le terrassement de la zone prendra en compte un aspect paysager important pour la création de talus et de cheminements pratiques pour le public au bord du parcours.

Le canal d'aménagé vers l'alimentation du port de plaisance sera prolongé jusqu'au nouveau barrage.

Un plan d'avant-projet et une esquisse paysagère permettant d'apprécier les éléments techniques du projet sont donnés en annexe 2.

II.2. ÉVALUATION DU COUT DE TRAVAUX

Le tableau suivant donne un estimatif des coûts de travaux pour l'ensemble du projet. Les coûts sont donnés en euros hors taxe.

Parcours au port et centrale au bras de droite à la confluence	Cout M€ HT
Préparation du chantier	0.5
Terrassement du parcours	0.8
Génie civil du parcours	1.0
Equipements spécifiques du parcours	1.8
Terrassement du barrage et de la centrale à la confluence	0.2
Génie civil du barrage et de la centrale à la confluence	1.0
Equipements spécifiques du barrage et de la centrale à la confluence	0.9
Répartition des débits au barrage du cours	0.1
TOTAL	6.3

Figure 2 : Estimatif des coûts de travaux du scénario Port / rive droite de la confluence

Le coût estimatif des travaux est de 6.3 M€ avec une répartition de 3.6 M€ pour le parcours et de 2.7 M€ pour la centrale hydroélectrique.

II.3. IMPACT

II.3.1. Gestion et visibilité du cours d'eau

Au niveau du centre-ville, le parcours existant dans le canal des Grands Moulins ne sera pas impacté. Le dénivelé sera même prolongé jusqu'à la confluence puisque le barrage du Saulcy actuel sera arasé. La mise en place de la vanne de garde en entrée du canal tiendra compte de la libre circulation des embarcations et de la continuité écologique. En période estivale un débit de salubrité de l'ordre de 2.0 m³/s sera conservé.

Le bras de droite de la Moselle consistera en un plan d'eau unique (actuellement deux plans d'eau) entre le nouveau barrage hydroélectrique et le pied du barrage du Cours. Les atterrissements seront tout ou partie ennoyée. Le plein bord de la Moselle se fera donc entre les quais.

La mise en place des clapets permettra de mieux gérer la ligne d'eau entre la confluence des deux bras et l'aval du barrage du Cours. Dans le cadre de la mise en valeur du cours d'eau en centre-ville, il

peut être envisagé de créer une voie douce en contre bas des quais. Cet aménagement n'est pas pris en compte dans l'étude.

En période de basses et moyennes eaux, le bras de droite de la Moselle verra sa ligne d'eau augmenter de 1.5 m entre le nouveau barrage et le barrage à plots et de 0.2 m entre le barrage à plots et le barrage du cours. Les données actuelles concernant les points de rejets laissent supposer que l'impact d'une telle rehausse sera négligeable. En période de hautes eaux la gestion du clapet permettra de revenir à l'état actuel, voir l'améliorer, par conséquent l'impact sur les crues sera nul.

A cela s'ajoute une meilleure répartition des débits entre le bras rive droite et le canal des Grands Moulins grâce à la mise en place d'une vanne de garde en entrée du canal des Grands Moulins.

En orientant le barrage vers l'amont au niveau de la pointe de l'île du centre-ville et en implantant la centrale contre la rive gauche du barrage, les espèces piscicoles seront orientées vers la pointe et donc vers le canal des Grands Moulins qui pourra servir pour la montaison piscicole. La dévalaison piscicole pourra se faire par le canal des Grands Moulins ou par la turbine ichtyocompatible.

II.3.2. PPRI

L'aménagement du parcours en circuit fermé au niveau du port est excédentaire en déblais. Le terreplein central du parcours suivra le dénivelé du parcours. Ainsi la zone d'expansion des crues sera augmentée tout en étant contrôlée par les murs ou talus extérieurs du parcours.

L'arasement du barrage du Saulcy et du barrage à plots avec la mise en place d'un barrage à clapets à la confluence en rive droite permettra de mieux gérer les lignes d'eau en période de crues.

L'aménagement du parcours d'eaux vives en centre-ville réalisé en 1988 avait déjà permis une amélioration des écoulements en période de crue. Ce nouvel aménagement renforcera la capacité à gérer les crues sur le secteur du centre-ville d'Epinal.

II.3.3. Urbanisme et activités actuelles

La zone du port est recensée en zone Uk, elle est donc destinée aux équipements sportifs.

Il pourra être utile de prévoir un cheminement le long de la Moselle et sous le pont de la République pour passer du port au site de la base nautique du GESN. Cela permettrait de limiter les risques au niveau du passage de la route.

Au niveau du port, le terreplein central sera redynamisé avec la présence du parcours en circuit fermé. La configuration du parcours permettra de conserver la voie verte, les principaux axes de cheminements et une emprise foncière libre de l'ordre de 4000 m² au centre du parcours pour des activités de loisirs.

Certains événements réalisés au port d'Epinal, comme Zinc et Grenadine ou encore le cirque, pourront être impactés. Il sera nécessaire de voir comment intégrer la logistique autour du parcours.

II.3.4. Gestion future de l'activité

Le parcours en circuit fermé sur le port permet une réelle mutualisation entre la maison du vélo, la capitainerie et la base nautique du GESN, avec une concentration des équipements.

Par contre, le projet limite la cohésion d'ensemble de l'activité d'eaux vives, puisque le parcours en gravitaire est déconnecté du parcours en circuit fermé. L'accès de ce parcours sera difficilement contrôlable.

Pour une gestion de l'activité au quotidien, un complexe de sport de pleine nature peut être envisagé avec une offre touristique et une gestion commune de l'ensemble des activités du port. Le parc autour du parcours peut également être un lieu de promenade pour les habitants locaux. Il conviendra donc de bien sécuriser les accès à proximité de l'eau par des rambardes ou des murets.

Pour une gestion des événements, le concept permet de mettre facilement en place une zone compétiteurs / officiels (à l'intérieur du parcours) et une zone spectateurs à l'extérieur du parcours. Le point délicat majeur sera la gestion des places de stationnement.

II.3.5. Potentiel hydroélectrique

En prenant en compte les données hydrologiques de l'étude de 2014, la hauteur de chute du barrage en projet (2.3 m) et un débit d'équipement de 25 m³/s, le potentiel hydroélectrique de ce projet est de l'ordre de 2.0 MkW/an (1.1 MkW/an hiver – 0.9 MkW/an été) avec une puissance maximale brute de 564 kW, soit un bénéfice potentiel de 200 K€/an.

Pour les données hydrologiques, il faut tenir compte que le débit total du cours d'eau est réparti entre le bras de droite où se situera la centrale et le bras rive gauche où se situe le parcours actuel. Le projet de vanne de garde en entrée du canal des Grands Moulins avec un débit de salubrité de 2 à 4 m³/s, ajouté au débit de prélèvement de 1.5 m³/s de VNF, impose un débit non turbinable de 3.5 à 5.5 m³/s. Une synthèse de l'étude de production est donnée en annexe 5.

Cet estimatif est basé sur un tarif de rachat H16 à deux composantes de l'électricité de 9.6 c€/kwh en été, de 18.2 c€/kwh en hiver et un bénéfice évalué à 70% des recettes de production.

Ainsi le bénéfice de production permet de compenser les coûts de fonctionnement du parcours en circuit fermé (maintenance + pompage) et de créer une marge pour la gestion des activités de l'ordre de 125 K€/an.

Scénario	P tot MkW/an	P hiver MkW/an	P été MkW/an	Recette K€/an	Bénéfice K€/an	Marge K€/an
Confluence	2.0	1.1	0.9	286	200	125

Figure 3 : Estimatif de la marge budgétaire de l'activité hydroélectrique en rive droite de la confluence

Chapitre III. SCENARIO 2 – AMENAGEMENT AU SAULCY

III.1. DESCRIPTIF

Le projet consiste à :

- Créer une centrale hydroélectrique en rehaussant le barrage du Saulcy pour obtenir une hauteur de chute de 2.0 m. Cette hauteur de chute est limitée par le mur de soutènement de la Roseraie. Ainsi le barrage à plots sera arasé puisque la rehausse du barrage du Saulcy permettra un maintien semblable de la ligne d'eau (-10 cm) à l'amont du barrage à plots. La hauteur de chute potentielle est donc de 2.0 m pour un débit d'équipement de 25 m³/s. Le débit d'équipement proposé tient compte de la capacité des turbines et des données hydrologiques du cours d'eau.

- Créer un parcours en fonctionnement mixte. Le parcours gravitaire sera réalisé grâce à la hauteur de chute du barrage du Saulcy et longera le canal d'amenée actuel. Le parcours en circuit fermé contournera la base nautique du GESN pour finir dans le parcours gravitaire à l'extrémité du square Gembloux. Les données du parcours en circuit fermé répondront aux caractéristiques techniques données au chapitre 1. Ce parcours sera alors l'équipement structurant pour la pratique de l'ensemble des activités d'eaux vives sur le site.

Le barrage pour la retenue de la centrale sera réalisé avec un radier béton calé à la cote du terrain naturel sur lequel sera mis en place des clapets automatisés pour permettre la régulation du niveau légal de retenue et une transparence en période de crues (abaissement des clapets). Au droit du nouveau barrage une turbine ichtyocompatible de type VLH ou vis sera installée. Un dispositif de montaison piscicole sera implanté à proximité de la centrale pour bénéficier de son débit d'attrait. L'alimentation du parcours gravitaire au droit du nouveau barrage sera réalisée avec une vanne toit automatisée.

L'alimentation du canal des Vosges se fera en première partie par le canal du parcours d'eaux vives gravitaire, puis par une buse souterraine placée sous le parcours en circuit fermé.

Le parcours en fonctionnement mixte sera réalisé en béton armé avec la mise en place d'obstacles fixes en béton et d'obstacles mobiles. Le terrassement de la zone prendra en compte un aspect paysager important pour la création de talus et de cheminements pratiques pour le public au bord du parcours.

Un plan d'avant-projet et une esquisse paysagère permettant d'apprécier les éléments techniques du projet sont donnés en annexe 3.

III.2. ÉVALUATION DU COUT DE TRAVAUX

Le tableau suivant donne un estimatif des coûts de travaux pour l'ensemble du projet. Les coûts sont donnés en euros hors taxe.

Parcours et centrale au Saulcy	Cout M€ HT
Préparation du chantier	0.6
Terrassement du parcours	0.7
Génie civil du parcours	1.4
Equipements spécifiques du parcours	2.2
Terrassement du barrage et de la centrale à la confluence	0.04
Génie civil du barrage et de la centrale à la confluence	0.8
Equipements spécifiques du barrage et de la centrale à la confluence	0.9
TOTAL	6.6

Figure 4 : Estimatif des coûts de travaux du scénario au Barrage du Saulcy

Le coût estimatif des travaux est de 6.6 M€ avec une répartition de 4.6 M€ pour le parcours et de 2.0 M€ pour la centrale hydroélectrique.

III.3. IMPACT

III.3.1. Gestion et visibilité du cours d'eau

Au niveau du centre-ville, le parcours existant dans le canal des Grands Moulins sera ennoyé par l'aval. Le remous du barrage du Saulcy sera situé au niveau du pont du Boudiou. Le canal des Grands Moulins restera cependant exploitable pour l'activité canoë-kayak en eau plate.

La cote de niveau d'eau du canal des Grands Moulins en période de basses eaux et moyennes eaux sera rehaussée de 1.2 m au niveau des habitations les plus en aval. Même si les points de rejets ne seront pas impactés, il peut y avoir une crainte des riverains sur l'état futur du projet. Il sera important de bien communiquer sur le projet si celui-ci est retenu.

Le bras de droite de la Moselle consistera en un plan d'eau unique (actuellement deux plans d'eau) entre le nouveau barrage hydroélectrique et le pont. Les atterrissements seront ennoyés jusqu'au barrage à plots actuel.

La mise en place des clapets permettra de mieux gérer la ligne d'eau entre le barrage du Saulcy et le pont Sadi Carnot. Dans le cadre de la mise en valeur du cours d'eau en centre-ville, il peut être envisagé de créer une voie douce en contre-bas des quais. Cet aménagement n'est pas pris en compte dans l'étude.

En période de basses et moyennes eaux, la Moselle verra sa ligne d'eau augmenter de 1.2 m entre le barrage du Saulcy et le barrage à plots et baisser de 0.1 m entre le barrage à plots et le pont Sadi Carnot. Les données actuelles concernant les points de rejets laissent supposer que l'impact d'une telle rehausse sera négligeable. En période de hautes eaux la gestion du clapet permettra de revenir à l'état actuel, voir l'améliorer, par conséquent l'impact sur les points de rejets sera nul.

Il sera judicieux de positionner la centrale contre la rive gauche du barrage du Saulcy pour éviter les conflits d'usages avec l'activité canoë-kayak. La turbine choisie sera ichtyocompatible pour permettre la dévalaison des espèces. Une passe à bassins avec un positionnement à proximité de la centrale sera mise en place pour une montaison piscicole efficace. Le transit sédimentaire sera rétabli par la gestion des clapets.

III.3.2. PPRI

L'aménagement global du parcours prévoit un équilibre entre la quantité de remblais et de déblais. Ainsi la zone d'expansion des crues sera maintenue équivalente à l'état actuel. Il est important de préciser que la cote haute du remblai du parcours gravitaire est égale à la cote actuelle de la crête du barrage du Saulcy. La contrainte liée à ce remblai sera compensée par la mise en place des clapets au barrage.

L'arasement du barrage à plots et la reconstruction du barrage du Saulcy avec des clapets permettra de mieux gérer les lignes d'eau en période de crues.

Les recommandations pour la construction d'un équipement en zone rouge de PPRI sont donc respectées.

III.3.3. Urbanisme et activités actuelles

Ce projet permet d'augmenter la surface utile pour l'activité de pleine nature autour du port. Les espaces du port ne sont donc pas impactés. L'équipement proposé permet de valoriser l'espace du square Gembloux.

Il pourra être utile de prévoir un cheminement le long de la Moselle et sous le pont de la République pour passer du port au parcours d'eaux vives et à la base nautique du GESN. Cela permettrait de limiter les risques au niveau du passage de la route et de créer un lien entre les différentes activités.

Un point bloquant est la proximité de la route avec le parcours. Il sera important de pouvoir requalifier le quai de Dogneville en rétrécissant la largeur de la voie pour augmenter l'espace « parc » le long du parcours. Cette requalification n'est pas prise en compte dans le chiffrage de l'étude.

Le parking « Gembloux » sera revalorisé en parc. Une vingtaine de places de parking seront alors perdues.

III.3.4. Gestion future de l'activité

La localisation permet une réelle mutualisation entre la maison du vélo, la capitainerie et la base nautique du GESN, avec une concentration des équipements.

La cohésion d'ensemble de l'activité d'eaux vives est complète puisque la gestion du parcours gravitaire et du parcours en circuit fermé est au même endroit. L'ancien parcours gardera une utilité pour de l'entraînement sportif et pour son rôle dans la gestion des écoulements en centre-ville.

Pour une gestion de l'activité au quotidien, un complexe de sport de pleine nature peut être envisagé avec une offre touristique et une gestion commune de l'ensemble des activités du port. Le parc autour du parcours peut également être un lieu de promenade pour les habitants locaux. Il conviendra donc de bien sécuriser les accès à proximité de l'eau et de la route par des rambardes ou des murets.

Pour une gestion des événements, le concept est très concentré. La gestion du public sera délicate avec la route à proximité. Pour une sécurité optimale il sera probablement nécessaire de canaliser le public dans des gradins temporaires et limiter l'accès au quai de Dogneville. De plus, le fait que la rive gauche du parcours soit sur une digue, l'emplacement du public et des sportifs est limité. Si ce projet est retenu, il sera nécessaire de travailler fortement sur les espaces dédiés aux différents acteurs.

III.3.5. Potentiel hydroélectrique

En prenant en compte les données hydrologiques de l'étude de 2014, la hauteur de chute du barrage en projet (2.0 m) et un débit d'équipement de 25 m³/s, le potentiel hydroélectrique de ce projet est de l'ordre de 2.1 MkW/an (1.1 MkW/an hiver – 1.0 MkW/an été) avec une puissance maximale brute de 490 kW, soit un bénéfice potentiel de 207 K€/an.

Pour les données hydrologiques, le barrage prenant toute la largeur du cours d'eau, l'ensemble du débit est disponible. Il faut cependant tenir compte du débit de prélèvement de 1.5 m³/s de VNF. Une synthèse de l'étude de production est donnée en annexe 5.

Cet estimatif est basé sur un tarif de rachat H16 à deux composantes de l'électricité de 9.6 c€/kwh en été, de 18.2 c€/kwh en hiver et un bénéfice évalué à 70% des recettes de production.

Ainsi le bénéfice de production permet de compenser les coûts de fonctionnement du parcours en circuit fermé (maintenance + pompage) et de créer une marge pour la gestion des activités de l'ordre de 132 K€/an.

Scénario	P tot MkW/an	P hiver MkW/an	P été MkW/an	Recette K€/an	Bénéfice K€/an	Marge K€/an
Confluence	2.1	1.1	1.0	296	207	132

Figure 5 : Estimatif de la marge budgétaire de l'activité hydroélectrique au Saulcy

Chapitre IV. SCENARIO 3 – AMENAGEMENT A LA MAISON ROMAINE

IV.1. DESCRIPTIF

Le projet consiste à :

- Créer une centrale hydroélectrique, en créant un barrage au niveau de l'ancien vannage des Grands Moulins et en créant une digue pour réaliser le canal de fuite jusqu'à l'aval du barrage du Saulcy. La hauteur de chute est limitée à la cote des points de rejets situés dans le canal des Grands Moulins. La hauteur de chute potentielle est de 2.3 m. Le débit d'équipement sera limité par les conditions d'écoulement du canal des Grands Moulins à 15 m³/s. Le débit d'équipement proposé tient compte de la capacité des turbines et des données hydrologiques du cours d'eau.

- Créer un parcours en fonctionnement mixte. Le parcours gravitaire sera réalisé grâce à la hauteur de chute du nouveau barrage, il longera le parc de la Maison Romaine, puis la roseraie. Le parcours en circuit fermé sera parallèle au parcours gravitaire le long du parc de la Maison Romaine, puis rejoindra le parcours gravitaire. Les données du parcours en circuit fermé répondront aux caractéristiques techniques données au chapitre 1. Ce parcours sera alors l'équipement structurant pour la pratique de l'ensemble des activités d'eaux vives sur le site.

- Modifier la répartition des débits au barrage du cours pour l'alimentation de la « Moselle Naturelle ». Pour cela une vanne de garde avec un dispositif de franchissement des embarcations et piscicole sera installée en entrée du canal des Grands Moulins.

Le barrage pour la retenue de la centrale sera réalisé avec un radier béton calé à la cote du terrain naturel sur lequel sera mis en place un clapet automatisé pour permettre la régulation du niveau légal de retenue et une transparence en période de crues (abaissement des clapets). Au droit du nouveau barrage une turbine ichtyocompatible de type VLH ou vis sera installée.

Un curage de la zone située dans le canal de fuite sera réalisé pour permettre un bon écoulement de la centrale et de la station de pompage.

Le parcours mixte sera réalisé en béton armé avec la mise en place d'obstacles fixes en béton et d'obstacles mobiles. Le terrassement de la zone prendra en compte un aspect paysager important pour la création de talus et de cheminements pratiques pour le public au bord du parcours.

L'alimentation du canal des Vosges par le barrage du Saulcy ne sera pas modifiée. La digue réalisant le canal de fuite permettra la continuité des écoulements du bras de droite de la Moselle sur le barrage du Saulcy et donc vers le canal des Vosges.

Un plan d'avant-projet et une esquisse paysagère permettant d'apprécier les éléments techniques du projet sont donnés en annexe 4.

IV.2. ÉVALUATION DU COUT DE TRAVAUX

Le tableau suivant donne un estimatif des coûts de travaux pour l'ensemble du projet. Les coûts sont donnés en euros hors taxe.

Parcours et centrale à la Maison Romaine	Cout M€ HT
Préparation du chantier	0.5
Terrassement du parcours	0.7
Génie civil du parcours	1.5
Equipements spécifiques du parcours	1.9
Terrassement du barrage et de la centrale aux Grands Moulins	0.4
Génie civil du barrage et de la centrale aux Grands Moulins	0.6
Equipements spécifiques du barrage et de la centrale aux Grands Moulins	0.7
Répartition des débits au barrage du cours	0.1
TOTAL	6.4

Figure 6 : Estimatif des coûts de travaux du scénario Maison Romaine

Le coût estimatif des travaux est de 6.4 M€ avec une répartition de 4.2 M€ pour le parcours et de 2.3 M€ pour la centrale hydroélectrique.

IV.3. IMPACT

IV.3.1. Gestion et visibilité du cours d'eau

Au niveau du centre-ville, le parcours existant dans le canal des Grands Moulins sera ennoyé par l'aval. Le remous du barrage du Saulcy sera situé au niveau du pont du Boudiou. Le canal des Grands Moulins restera cependant exploitable pour l'activité canoë-kayak en eau plate.

Le bras de droite de la Moselle ne sera pas modifié. Il sera constitué de deux plans d'eau dont la gestion de la ligne d'eau dépendra du débit dans le cours d'eau (barrages fixes).

Au niveau de la maison Romaine, la remise en état de la retenue permettra de revenir à l'état de 1981, quand le déversoir des Grands Moulins était encore en place.

En période de basses et moyennes eaux, la ligne d'eau sera augmentée de 1.5 m au niveau des habitations les plus en aval, 1.0 m au niveau du pont des 4 Nations et sera identique à partir du pont du

Boudiou. Le marchepied du parcours d'eaux vives en centre-ville restera exploitable. Les données actuelles concernant les points de rejets laissent supposer que l'impact d'une telle rehausse sera négligeable. En période de hautes eaux la gestion du clapet permettra de revenir à l'état actuel, voir l'améliorer, par conséquent l'impact sur les points de rejets sera nul. Même si techniquement la rehausse n'apporte pas de problématique, les rives du canal sont fortement habitées et la rehausse pourrait amener une inquiétude des riverains. Il sera important de bien communiquer sur le projet si celui-ci est retenu.

Le projet de barrage devra prévoir les dispositifs de continuité écologique, puisque le nouveau barrage bloquera le transit sédimentaire et piscicole. Le transit sédimentaire sera réalisé par l'ouverture du clapet en hautes eaux. La dévalaison piscicole se fera par la turbine ichtyocompatible. La montaison se fera par une passe à bassins située à proximité de la turbine pour augmenter son attractivité. Une autre option pourra être de créer la continuité écologique sur le barrage à plots et le barrage du cours.

IV.3.2. PPRI

L'aménagement du parcours mixte et de la centrale au niveau du parc de la Maison Romaine est excédentaire en déblais. Ainsi la zone d'expansion des crues sera augmentée tout en étant contrôlée par les talus extérieurs du parcours.

La digue permettant la réalisation du canal de fuite sera à la cote actuelle du barrage du Saulcy. Les capacités d'écoulements au niveau du barrage seront donc semblables.

IV.3.3. Urbanisme et activités actuelles

Le parking de la « Maison Romaine » sera revalorisé en parc. Une cinquantaine de places de parking seront alors perdues.

Le parc de la Maison Romaine sera revalorisé avec les activités d'eaux vives.

Même si pour l'activité, le parcours d'eaux vives sera proche de la base nautique, il y a une discontinuité entre le lieu de pratique de l'activité et le lieu d'accueil. Il n'est actuellement pas évident de passer du secteur du port / square Gembloux à la Maison Romaine. La mise en place d'une passerelle piétonne entre le square Gembloux et la Roseraie pourrait permettre une connexion entre les deux quartiers. Cette option n'est pas chiffrée dans l'étude.

IV.3.4. Gestion future de l'activité

La localisation permet une mutualisation entre la maison du vélo, la capitainerie et la base nautique du GESN, avec une concentration relative des équipements. La gestion opérationnelle sera tout de même plus limitée puisque l'accès piéton au parcours n'est pas direct.

La cohésion d'ensemble de l'activité d'eaux vives est complète puisque la gestion du parcours gravitaire et du parcours en circuit fermé est au même endroit. L'ancien parcours gardera une utilité pour de l'entraînement sportif et pour son rôle dans la gestion des écoulements en centre-ville.

Pour une gestion de l'activité au quotidien, un complexe de sport de pleine nature peut être envisagé avec une offre touristique et une gestion commune de l'ensemble des activités du port. Le parc autour du parcours peut également être un lieu de promenade pour les habitants locaux. Il conviendra donc de bien sécuriser les accès à proximité de l'eau et de la route par des rambardes ou des murets. Il conviendra également de créer des connexions entre l'espace du Port et l'espace de la Maison Romaine.

Pour une gestion des événements, le concept est concentré. La gestion du public sera délicate sur la deuxième moitié du parcours (le long de la Roseraie). De plus, le fait que la rive droite du parcours soit sur une digue, l'emplacement du public et des sportifs est limité. Si ce projet est retenu, il sera nécessaire de travailler fortement sur les espaces dédiés aux différents acteurs.

IV.3.5. Potentiel hydroélectrique

En prenant en compte les données hydrologiques de l'étude de 2014, la hauteur de chute du barrage en projet (2.3 m) et un débit d'équipement de 15 m³/s, le potentiel hydroélectrique de ce projet est de l'ordre de 1.7 MkW/an (0.8 MkW/an hiver – 0.9 MkW/an été) avec une puissance maximale brute de 338 kW, soit un bénéfice potentiel de 162 K€/an.

Pour les données hydrologiques, il faut tenir compte du débit réservé dans le tronçon court-circuité de 4 m³/s. Le prélèvement de 1.5 m³/s au barrage pourra être compensé par le débit turbiné à partir de 5.5 m³/s de débit total. Le projet de vanne de garde permettra de bien contrôler la répartition des débits. Une synthèse de l'étude de production est donnée en annexe 5.

Cet estimatif est basé sur un tarif de rachat H16 à deux composantes de l'électricité de 9.6 c€/kwh en été, de 18.2 c€/kwh en hiver et un bénéfice évalué à 70% des recettes de production.

Ainsi le bénéfice de production permet de compenser les coûts de fonctionnement du parcours en circuit fermé (maintenance + pompage) et de créer une marge pour la gestion des activités de l'ordre de 87 K€/an.

Scénario	P tot MkW/an	P hiver MkW/an	P été MkW/an	Recette K€/an	Bénéfice K€/an	Marge K€/an
Confluence	1.7	0.8	0.9	232	162	87

Figure 7 : Estimatif de la marge budgétaire de l'activité hydroélectrique au Sanly

Chapitre V. CONCLUSION

V.1. SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS

Les trois scénarios proposés dans l'étude répondent aux objectifs de créer un concept liant la valorisation du cours d'eau, la production d'énergie hydroélectrique et la création d'un parcours d'eaux vives pour l'activité touristique locale et sportive.

La matrice multicritère suivante donne une visualisation des points forts et points faibles de chaque scénario et donc des points de vigilance à prendre en compte en fonction du projet retenu.

Critère	Scénario 1 – Au port	Scénario 2 – Au Saulcy	Scénario 3 – à la Maison Romaine
Parcours d'eaux vives	Parcours gravitaire éloigné	Concept global	Concept global
Hydroélectricité	2.0 MkW	2.1 MkW	1.7 MkW
Mise en valeur du cours d'eau	Valorisation du plan d'eau du bras de droite	Valorisation du plan d'eau du bras de droite	Peu d'impact
Impact sur l'activité VNF	Aucun	Entretien de la buse	Aucun
Contraintes PPRI	Déblai important arasement barrage et clapets	Équilibre remblai/déblai clapets	Déblai important arasement barrage clapet
Mise en œuvre	standard	Gestion des hautes eaux, mur rive gauche du parcours	Mur rive droite du parcours et digue
Urbanisme	favorable	Requalification quai de Dogneville	Liaison Gembloux Maison Romaine
Riverains	Contraintes faibles	Inquiétudes sur la rehausse du canal des Grands Moulins Propriétaire privé en RG du Saulcy	Inquiétudes sur la rehausse du canal des Grands Moulins
Gestion d'évènements	favorable	Espace contraint proche de la route	Espace contraint déconnecté du port
Gestion quotidienne	Accès entre la base nautique et le port	Accès entre la base nautique et le port	Liaison entre le port et la Maison Romaine
Coût	6.3 M€ (3.6/2.7)	6.6 M€ (4.6/2.0)	6.4 M€ (4.2/2.3)
Marge de gestion	125 K€/an	132 K€/an	87 K€/an

Légende : vert – bon / orange – moyen / rouge - problématique

Figure 8 : Matrice multicritère – comparaison des scénarios

La première étude de 2014 prenait en compte un investissement de 3.6 M€ pour la création d'un parcours d'eaux vives en pompage au port (scénario 1) avec une gestion au petit équilibre. Le fait de proposer un projet global implique inévitablement un surcoût de travaux, mais avec une retombée économique permettant de mieux garantir le petit équilibre (prise en compte du coût de pompage) et de dégager une marge financière. Afin d'évaluer l'impact du surcoût de chaque scénario, le calcul du retour sur l'investissement supplémentaire est donné dans le tableau suivant.

	Scénario 1 Port	Scénario 2 Saulcy	Scénario 3 Maison Romaine
Surcoût	2.7 M€	3.0 M€	2.9 M€
Marge de gestion	125 K€	132 K€	87 K€
Retour sur investissement	22 ans	23 ans	33 ans

Figure 9 : temps de retour du surinvestissement pour un projet global

Au-delà de la garantie supplémentaire pour gérer le site au petit équilibre, les bénéfices de la centrale permettent d'envisager dans le meilleur des cas un retour sur le surinvestissement de 22 ans. Ce temps de retour est en accord avec la longévité d'un tel équipement.

Dans l'analyse des scénarios, il est important de prendre en compte que le scénario 1 au port peut plus facilement être phasé administrativement et en maîtrise d'œuvre. En effet le parcours d'eaux vives, le barrage à la confluence dans le bras de droite et la répartition des débits au niveau du barrage du Cours peuvent être traités séparément, tout en rappelant à l'administration la finalité globale.

V.2. PRECONISATIONS POUR LA SUITE DU PROJET

L'étude de faisabilité technique montre que les 3 scénarios proposés répondent aux attentes d'un concept alliant parcours d'eaux vives, production hydroélectrique et valorisation du cours d'eau. Le scénario 1 au port semble plus facilement réalisable.

Pour poursuivre le projet il conviendra de retenir un scénario pour préciser ses contours. Il pourra alors être intégré à la démarche de valorisation du cours d'eau en centre-ville (appel à projet Agence de l'Eau obtenu par l'agglomération d'Epinal).

Une réunion d'échange avec VNF (gestionnaire du cours d'eau et du canal) a eu lieu le 12 Janvier 2018. VNF est attentif à ce projet et devra être un interlocuteur privilégié puisque l'ensemble des projets est situé sur son domaine de gestion. L'ensemble des projets permet le maintien du débit d'alimentation du canal des Vosges dans les mêmes conditions. Il y a une préférence pour les projets permettant une alimentation avec un canal à ciel ouvert (projet au port et au Saulcy). Il sera important aussi de prendre en considération des démarches administratives pour des conventions de gestion des ouvrages afin de garantir les usages et/ou pour des travaux sur des propriétés de VNF. Dans certaines conditions, il peut être mis en place une taxe hydraulique. Cet aspect sera à approfondir une fois le scénario choisi. Même si VNF semble ouvert à l'ensemble des dossiers, il ressort de la réunion que le projet au port est le plus « facile » à mettre en place.

Pour accompagner l'agglomération d'Epinal dans le financement du projet, plusieurs leviers sont à prendre en compte : Le département, la Région, le CNDS, les fonds européens, VNF, investisseur privé (hydroélectricité avec clé de répartition des bénéfices par exemple), Agence de l'Eau,...

Le choix du montage de la conception, réalisation et exploitation du site aura un impact sur les partenaires possibles et sur la capacité de gestion de l'équipement ultérieurement.

Il peut être intéressant d'impliquer les partenaires financiers dans la prise de décision du scénario pour les rendre partie prenante et les associer au projet dès le début.

Il est important également d'anticiper la gestion globale de l'équipement. Les revenus de la centrale permettent d'envisager une gestion, au petit équilibre, plus sûre de l'activité du parc d'eaux vives. Il est donc important de pouvoir lier ces deux activités.

D'autre part dans les scénarios 2 et 3, sur certaines périodes, il peut y avoir un conflit d'usage entre l'activité canoë-kayak et l'activité hydroélectrique. Il conviendra de garantir l'utilisation du parcours d'eaux vives pour assurer l'ensemble des activités proposées.

SOURCES

Bureau d'étude :

Données sur les stades d'eaux vives français et étrangers

Étude de faisabilité technique et économique pour la création d'un parcours d'eaux vives à Epinal
– Novembre 2014 – BE Jacquel et Chatillon

Internet :

www.hydro.eaufrance.fr

www.geoportail.gouv.fr

www.image.eaufrance.fr

www.vigicrues.gouv.fr

www.vosges.gouv.fr

www.res.sports.gouv.fr

www.legifrance.gouv.fr

Bibliographie :

Les dispositifs de franchissement d'ouvrages, les Cahiers Techniques des Équipements de Canoë-Kayak, FFCK, 2011

Rapport au Parlement et au Gouvernement « urbanisme et sports de nature » - CNESI – 2007

ANNEXES

Annexe 1 : Planche photographique et plan de l'état initial

Annexe 2 : Plans et esquisse paysagère du scénario 1 – au Port

Annexe 3 : Plans et esquisse paysagère du scénario 2 – au Saulcy

Annexe 4 : Plans et esquisse paysagère du scénario 3 – à la Maison Romaine

Annexe 5 : Etudes de production

ANNEXE 1

Planche photographique

Plan de l'état initial

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION EPINAL
(88)

PROJET DE PARCOURS D'EAUX VIVES

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

(PRISES DE VUE DU 08/2014)

AOUT 2014



Bureau d'études JACQUEL & CHATILLON

Environnement et Energies
www.be-jc.com



photo 1 : prise d'eau du parcours existant, depuis l'espace du Cours



photo 2 : espace du Cours



photo 3 : barrage du Cours



photo 4 : barrage du Cours depuis l'aval



photo 5 : échancrure sur le barrage du Cours



photo 6 : jets d'eau en face de la mairie d'Epinal



photo 7 : barrage à plots



photo 8 : barrage de prise d'eau du canal des Vosges



photo 9 : centrale hydroélectrique de La Gosse



photo 10 : prise d'eau du canal d'aménagé de la centrale des acacias

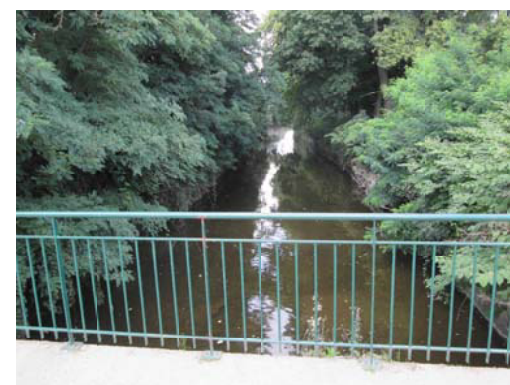


photo 11 : canal d'aménagé vers la centrale des acacias



photo 12 : barrage de La Gosse

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION EPINAL
(88)

PROJET DE PARCOURS D'EAUX VIVES

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE
(PRISES DE VUE DU 08/2014)
AOUT 2014

 Bureau d'études JACQUEL & CHATILLON
Environnement et Energies
www.be-jc.com



photo 13 : prise d'eau du canal des grands moulins



photo 14 : pont de la Xatte - départ du parcours existant



photo 15 : vue amont première partie du parcours existant



photo 16 : vue aval première partie du parcours existant

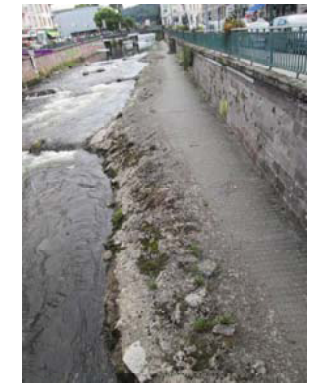


photo 17 : marche pied



photo 18 : Pont du Boudiou



photo 19 : vue amont deuxième partie du parcours



photo 20 : Lavoir théâtre



photo 21 : porte de slalom



photo 22 : escalier vers les quais



photo 23 : vue aval deuxième partie du parcours



photo 24 : pont des 4 nations

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION EPINAL
(88)

PROJET DE PARCOURS D'EAUX VIVES

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

(PRISES DE VUE DU 08/2014)

AOUT 2014



Bureau d'études JACQUEL & CHATILLON

Environnement et Energies

www.bej-c.com



photo 25 : alimentation du canal des Vosges



photo 26 : vanne de prise d'eau du canal des Vosges



photo 27 : alimentation du canal des Vosges



photo 28 : port de plaisance



photo 29 : Capitainerie



photo 30 : terre plein central du port de plaisance vu depuis le canal



photo 31 : terre plein central



photo 32 : berge entre le port et la Moselle



photo 33 : digue en sortie du port



photo 34 : espace vert en sortie du port



photo 35 : sortie du port de plaisance et début du canal



photo 36 : ile sous La Gosse

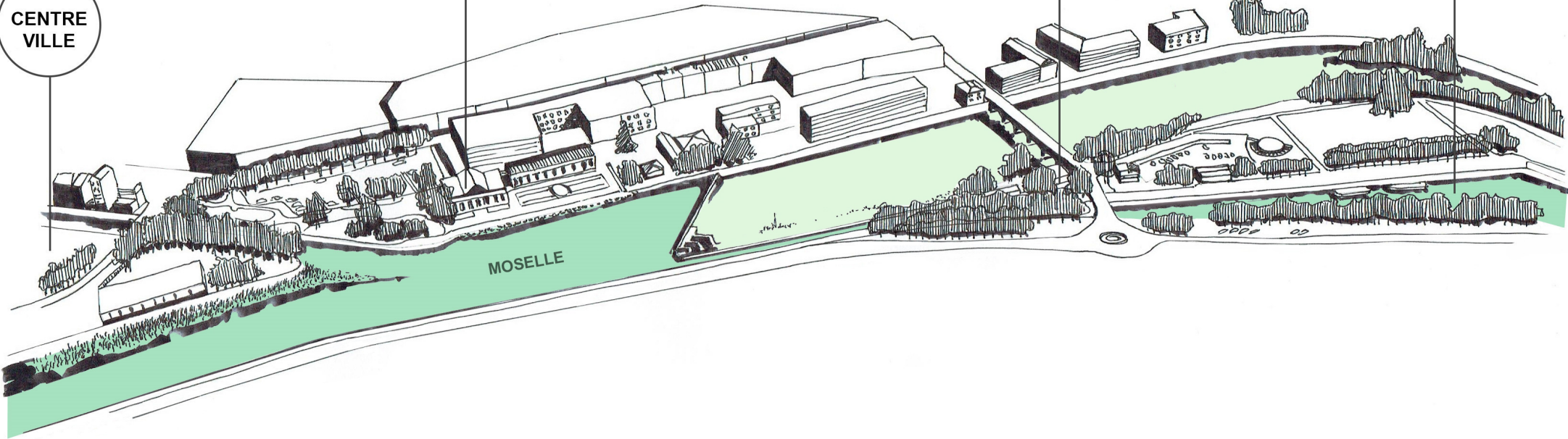
CENTRE
VILLE

MAISON
ROMAINE

GESN
canoë - kayak

PORT DE
PLAISANCE

MOSELLE



Communauté d'agglomération d'Epinal

Epinal (88)

SEV / hydroélectricité à Epinal

Etat initial

Relevé topographique : BEJC, octobre 2017. Altimétrie : NGF IGN69

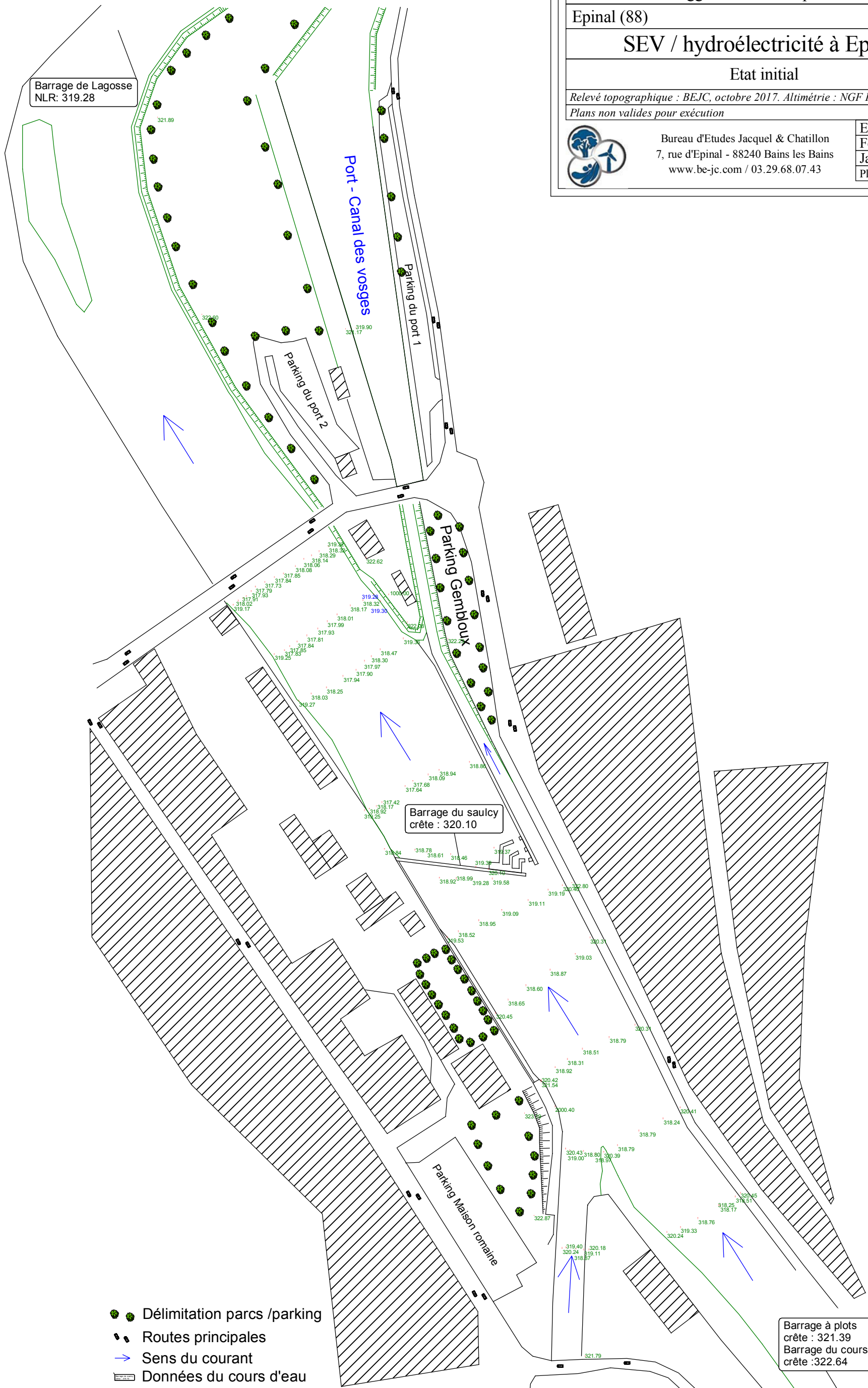
Plans non valides pour exécution



Bureau d'Etudes Jacquel & Chatillon
7, rue d'Epinal - 88240 Bains les Bains
www.be-jc.com / 03.29.68.07.43

Echelle : 1/2500
Format : A3
Janvier 2018
Plan établi par J.G.

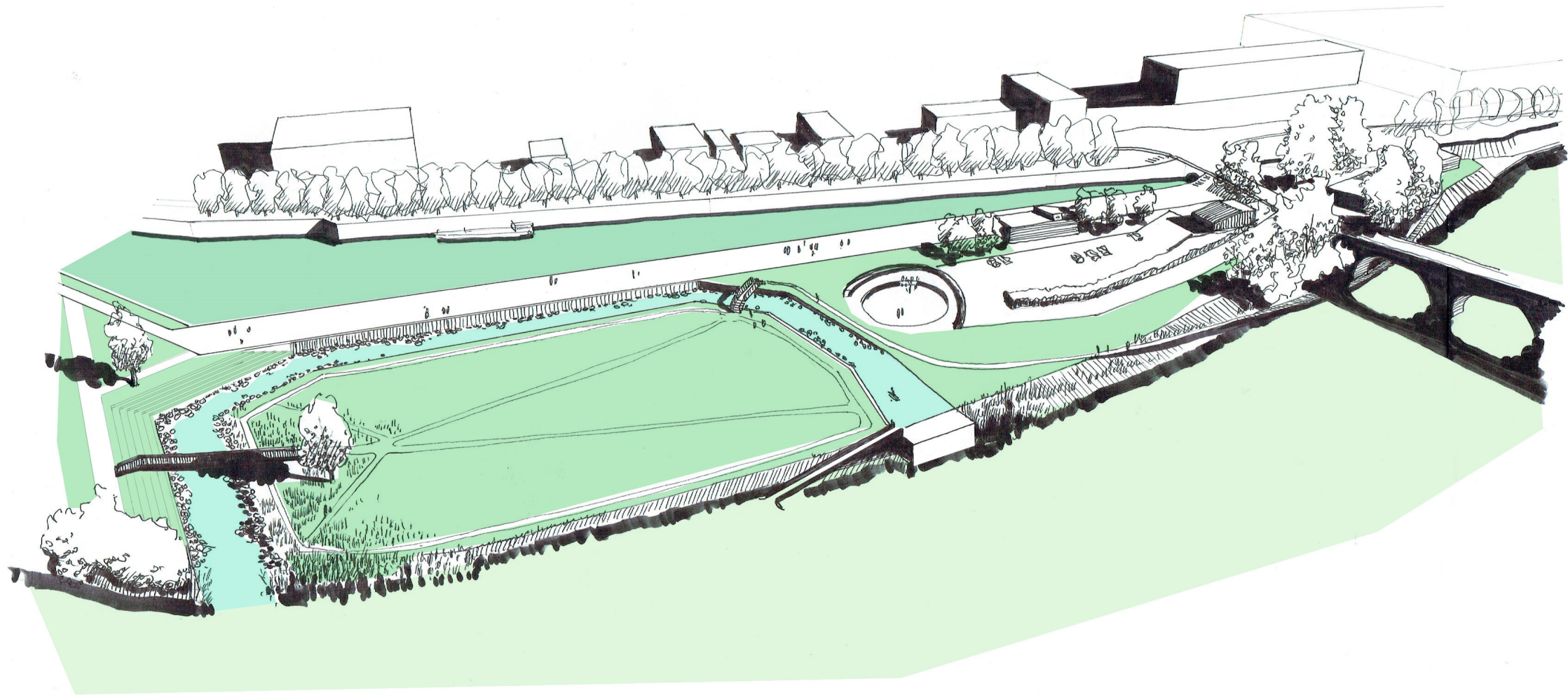
Legend MINSTERIA

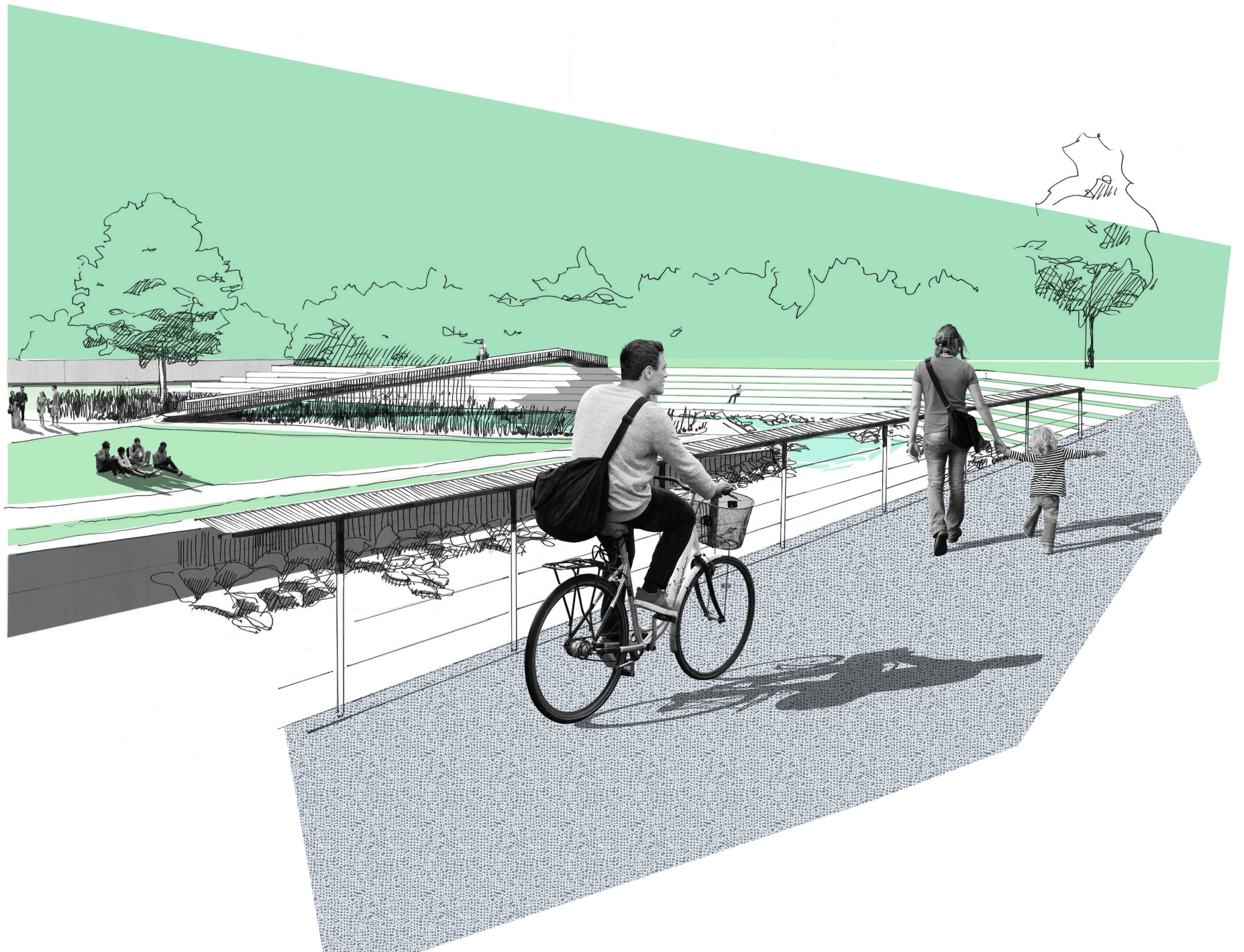


ANNEXE 2

Scénario 1 au port

Plan et esquisses





Communauté d'agglomération d'Epinal

Epinal (88)

SEV / hydroélectricité à Epinal

AVP port + RD confluence

Relevé topographique : BEJC, octobre 2017. Altimétrie : NGF IGN69

Plans non valides pour exécution



Bureau d'Etudes Jacquel & Chatillon
7, rue d'Epinal - 88240 Bains les Bains
www.be-jc.com / 03.29.68.07.43

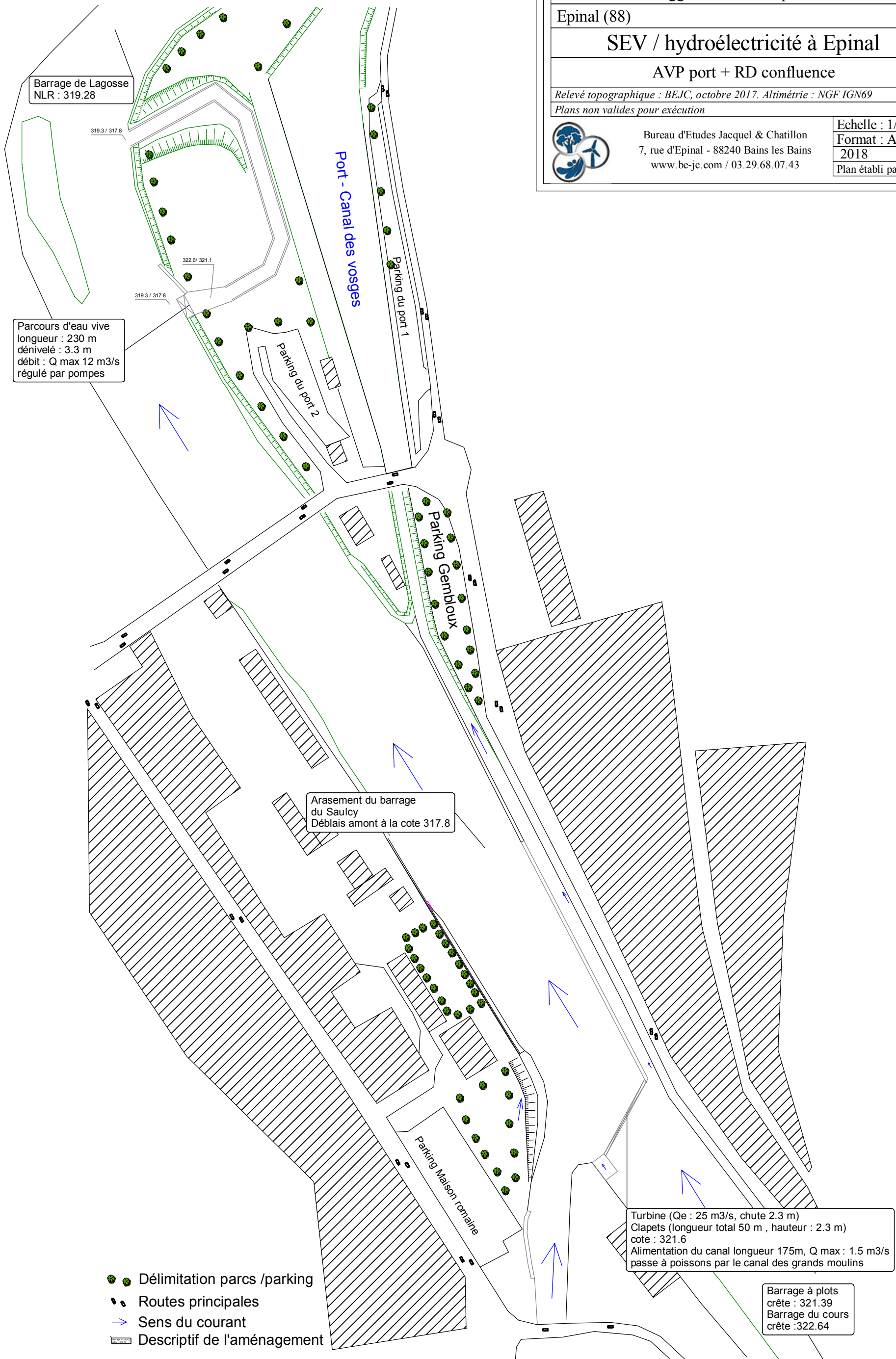
Echelle : 1/2500

Format : A3

2018

Plan établi par J.G.

Legend MENSURA



Barrage de Lagosse
NLR : 319.28

319.3 / 317.8

322.6 / 321.1

319.3 / 317.8

Parcours d'eau vive
longueur : 230 m
dénivelé : 3.3 m
débit : Q max 12 m3/s
régulé par pompes

Port - Canal des vosges

Parking du port 1

Parking du port 2

Parking Gemboux

Arasement du barrage
du Saulcy
Déblais amont à la cote 317.8

Parking Maison romaine

Turbine (Qe : 25 m3/s, chute 2.3 m)
Clapets (longueur total 50 m , hauteur : 2.3 m)
cote : 321.6
Alimentation du canal longueur 175m, Q max : 1.5 m3/s
passe à poissons par le canal des grands moulins

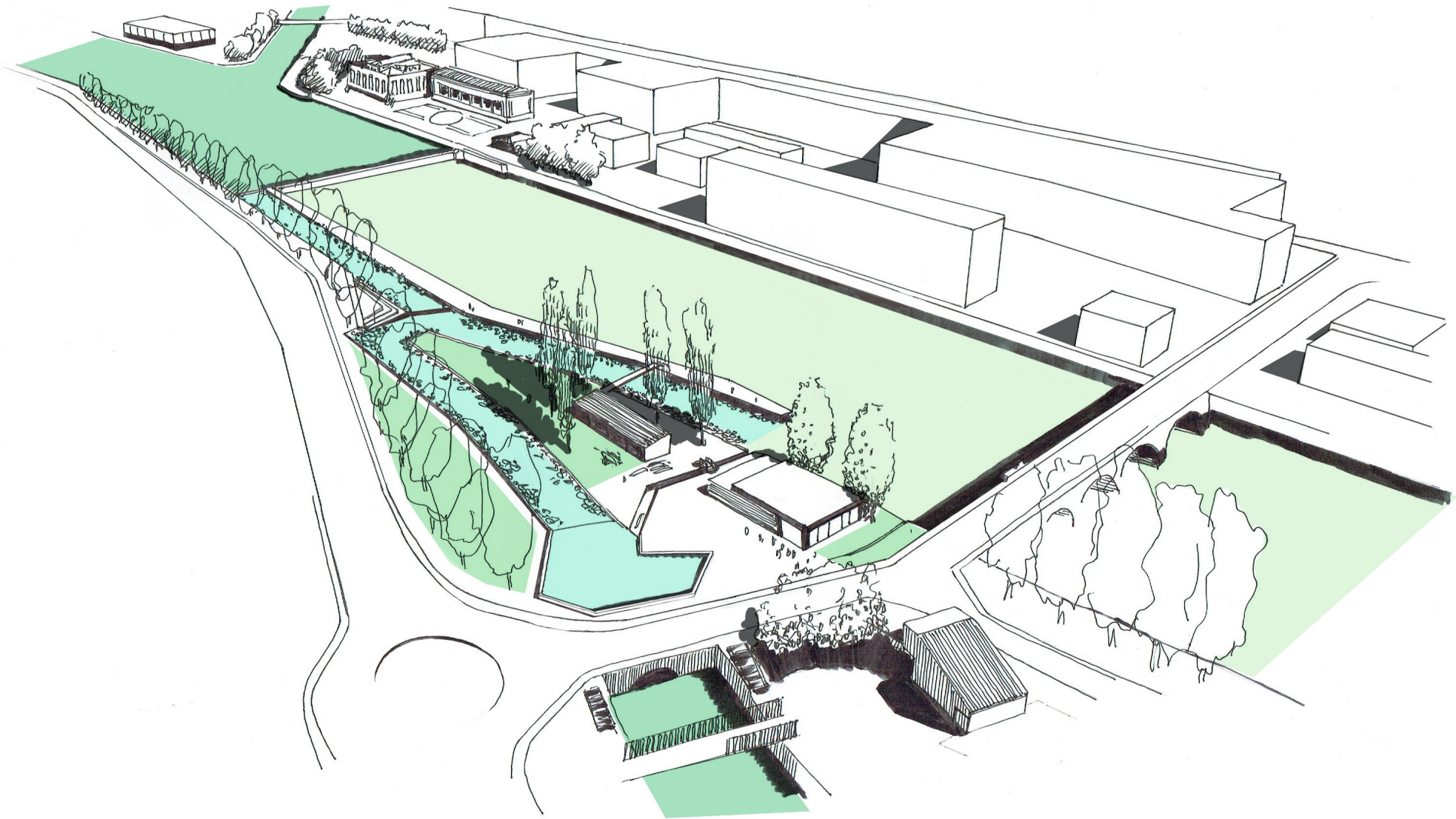
Barrage à plots
crête : 321.39
Barrage du cours
crête : 322.64

- Délimitation parcs /parking
- ▬ Routes principales
- ➡ Sens du courant
- ▭ Descriptif de l'aménagement

ANNEXE 3

Scénario 2 au Saulcy

Plan et esquisses





Communauté d'agglomération d'Epinal

Epinal (88)

SEV/ hydroélectricité à Epinal

AVP Saulcy

Relevé topographique : BEJC, octobre 2017. Altimétrie : NGF IGN69

Plans non valides pour exécution



Bureau d'Etudes Jacquel & Chatillon
7, rue d'Epinal - 88240 Bains les Bains
www.be-jc.com / 03.29.68.07.43

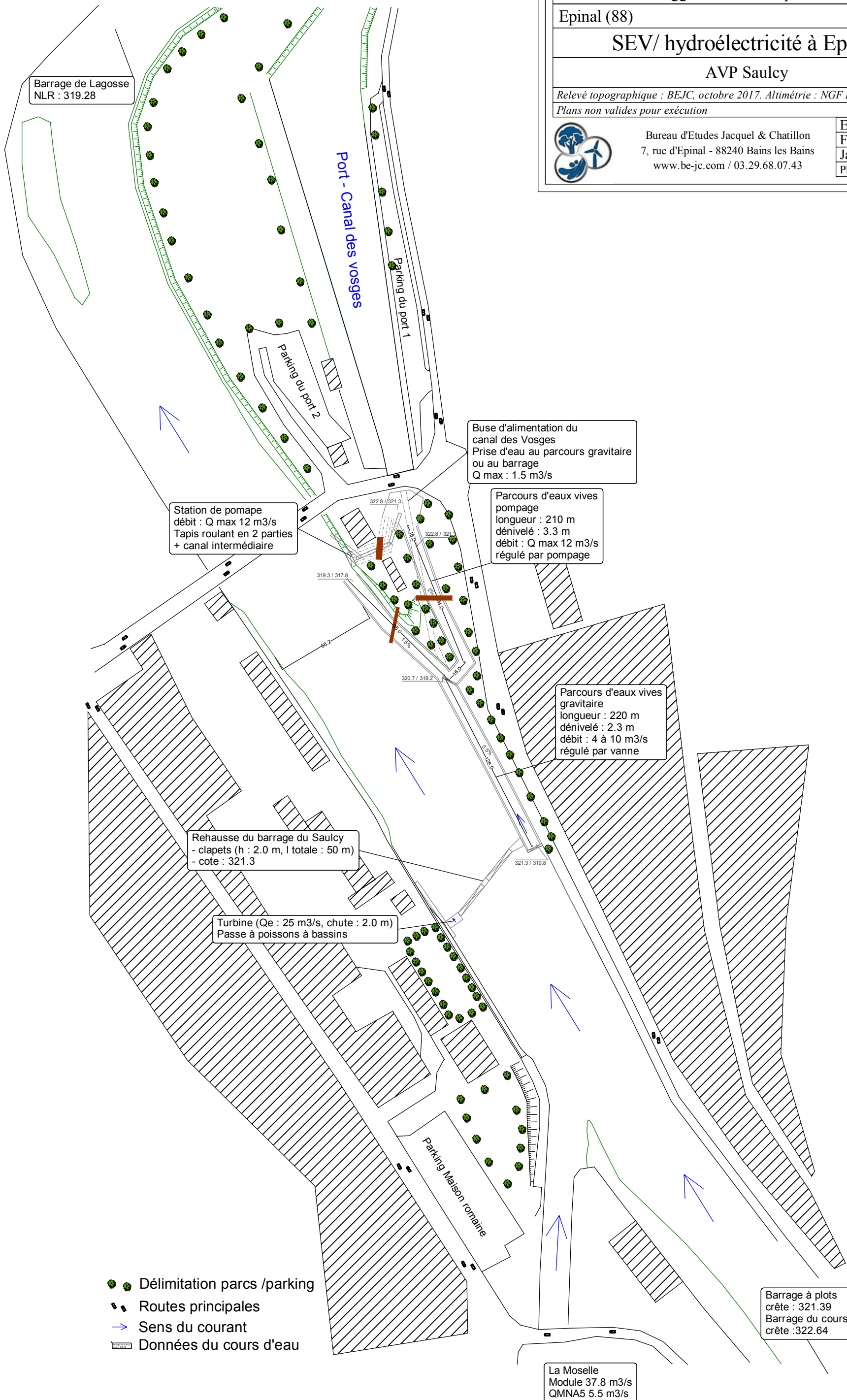
Echelle : 1/2500

Format : A3

Janvier 2018

Plan établi par J.G.

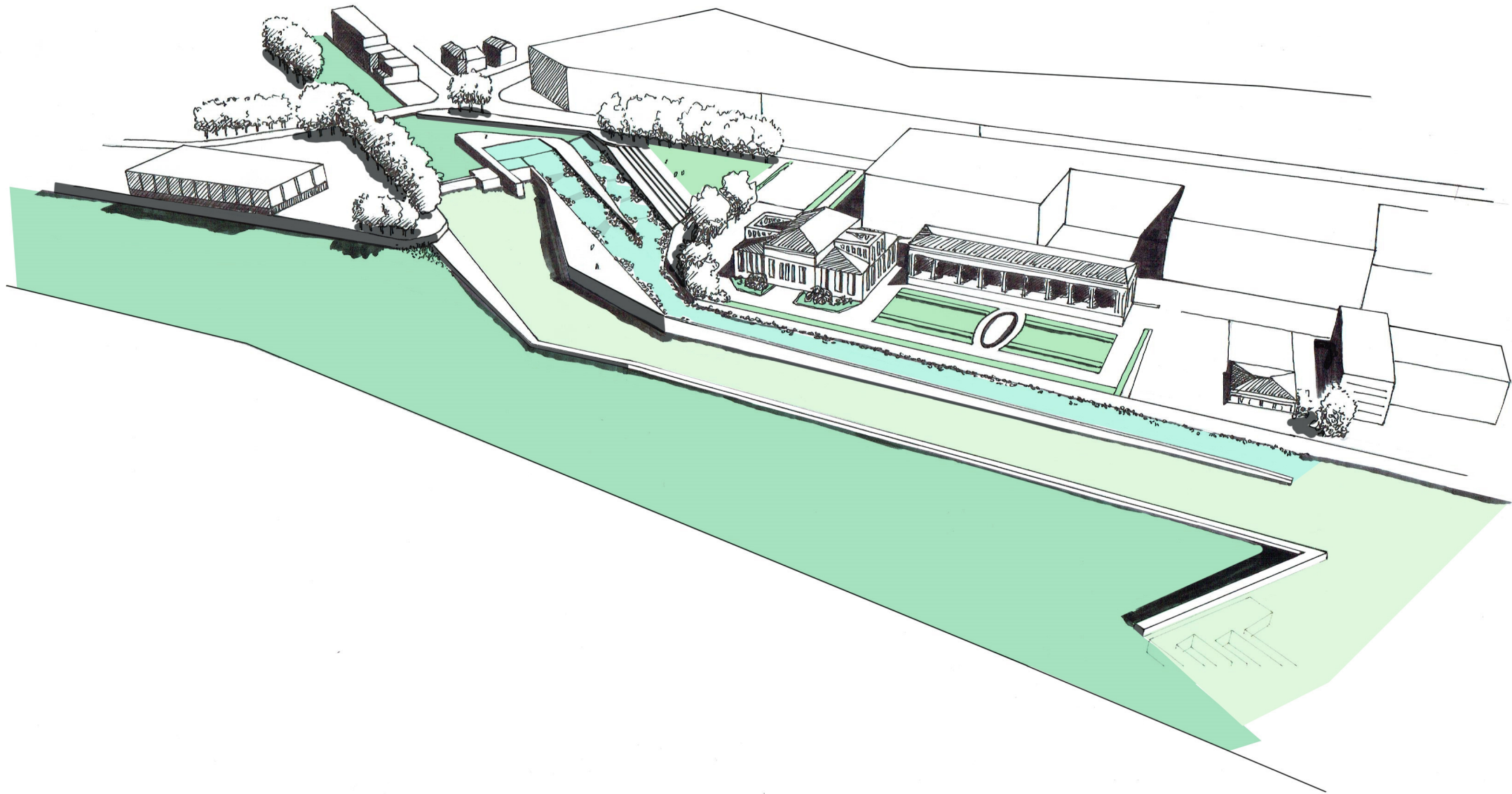
Legend MINSTRA

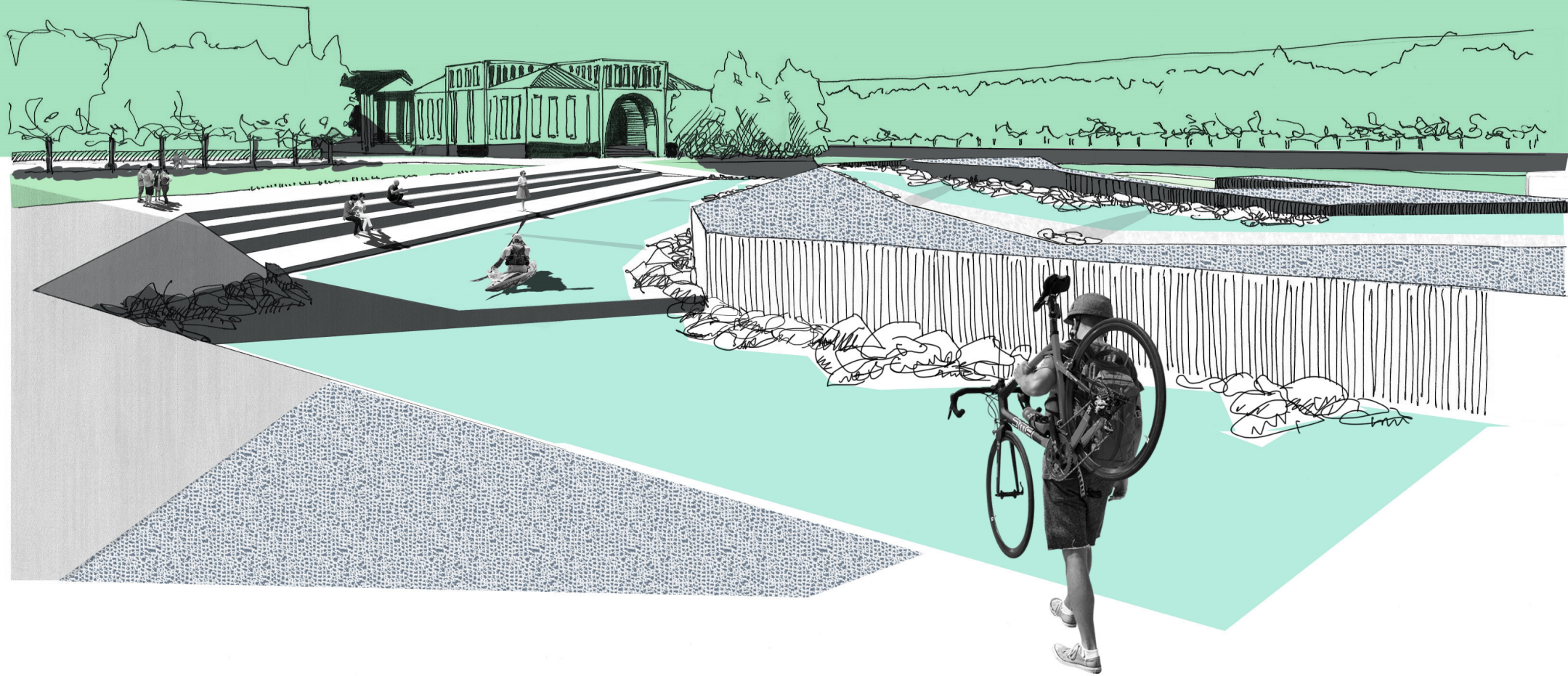


ANNEXE 4

Scénario 3 à la Maison Romaine

Plan et esquisses





Communauté d'agglomération d'Epinal

Epinal (88)

SEV / hydroélectricité à Epinal

AVP maison Romaine

Relevé topographique : BEJC, octobre 2017. Altimétrie : NGF IGN69

Plans non valides pour exécution



Bureau d'Etudes Jacquel & Chatillon
7, rue d'Epinal - 88240 Bains les Bains
www.be-jc.com / 03.29.68.07.43

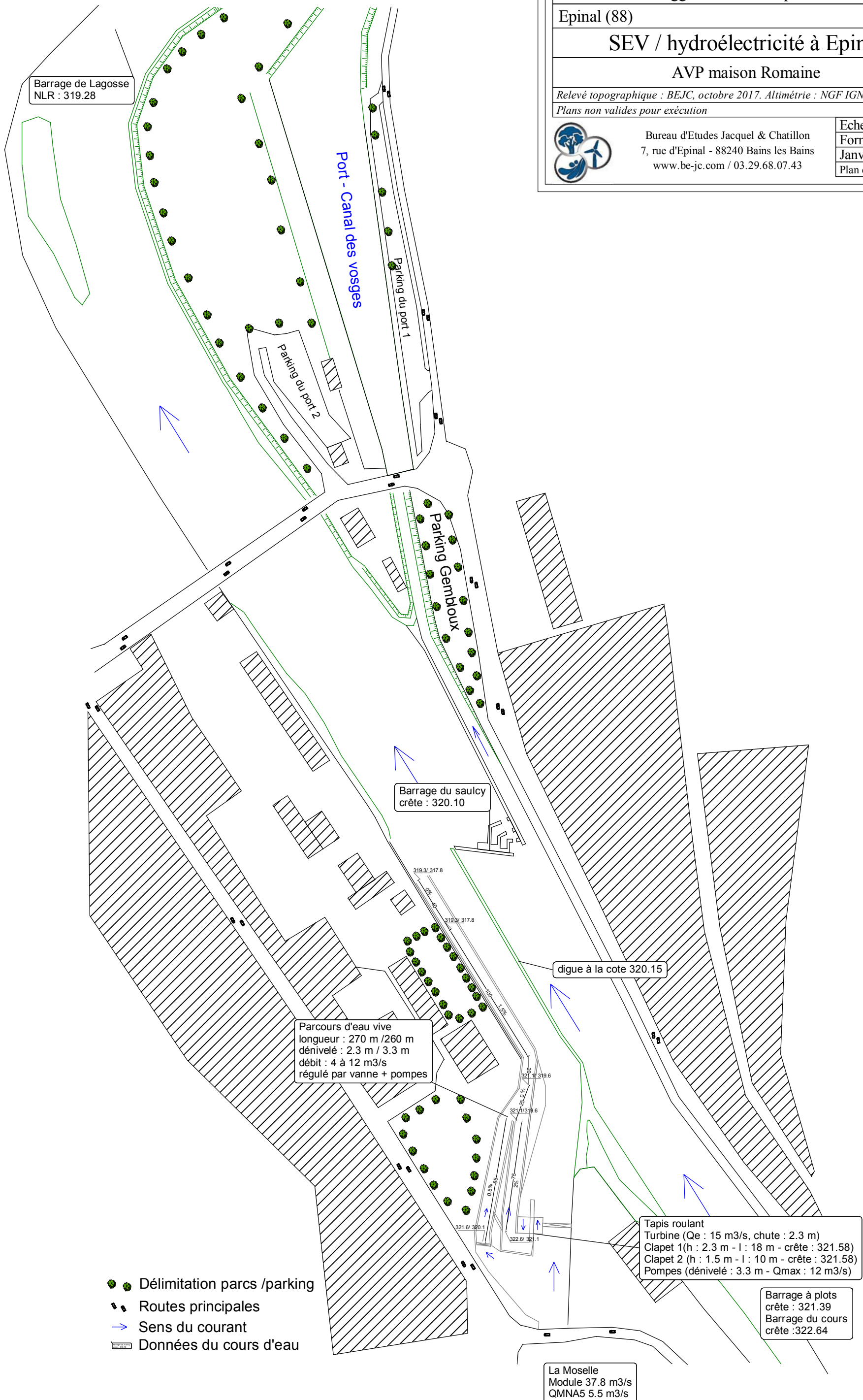
Echelle : 1/2500

Format : A3

Janvier 2018

Plan établi par J.G.

LEGEND MINISTRIA



Barrage de Lagosse
NLR : 319.28

Port - Canal des vosges

Parking du port 1

Parking du port 2

Parking Gemboux

Barrage du saulcy
crête : 320.10

digue à la cote 320.15

Parcours d'eau vive
longueur : 270 m / 260 m
dénivelé : 2.3 m / 3.3 m
débit : 4 à 12 m³/s
régulé par vanne + pompes

Tapis roulant
Turbine (Qe : 15 m³/s, chute : 2.3 m)
Clapet 1 (h : 2.3 m - l : 18 m - crête : 321.58)
Clapet 2 (h : 1.5 m - l : 10 m - crête : 321.58)
Pompes (dénivelé : 3.3 m - Qmax : 12 m³/s)

Barrage à plots
crête : 321.39
Barrage du cours
crête : 322.64

- Délimitation parcs /parking
- ▬ Routes principales
- ➡ Sens du courant
- ▭ Données du cours d'eau

La Moselle
Module 37.8 m³/s
QMNA5 5.5 m³/s

ANNEXE 5

Etudes de production

CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES DU SITE

Nom du site :	RD confluence
Riviere :	La Moselle
Commune :	EPINAL
Departement :	88
Station connue :	Epinal
Surface bv station (km ²) :	1217
Surface bv site (km ²) :	1217
Rapport de surface :	1.0000

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SITE

Q armement (m ³ /s) :	2.5	Hauteur nette (m) :	2.3
Q equipement (m ³ /s) :	25	Hauteur brute (m) :	2.3
Débit réservé (m ³ /s) :	3.5	Rendement :	0.75
Puissance max brute (kw) :	564.075		

CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

Annee 1 :	2005	Nb années bissextiles :	2
Annee 10 :	2014		

LOI HAUTEUR / DEBIT

Débits (m ³ /s)	Hauteur (m)
200	0
150	1.5
100	1.8
70	2
50	2.1
30	2.2
25	2.3
21.79	2.3
18.57	2.3
15.36	2.3
12.14	2.3
8.93	2.3
5.71	2.3
2.50	2.3

TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS DE L'ETUDE DE PRODUCTION

Site de : **Le Saulcy**

Kwh produits par mois et par année

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	MOYENNE
Janvier	280 001	244 233	232 574	265 325	202 223	269 972	250 333	218 409	280 927	284 939	252 894
Février	244 877	170 670	237 352	228 165	245 529	226 743	184 176	208 110	230 208	245 700	222 153
Mars	247 313	216 087	246 933	266 599	272 503	280 919	142 611	246 330	279 557	252 711	245 156
Avril	275 138	260 326	222 813	254 978	233 818	199 913	91 160	175 454	235 583	53 401	200 258
Mai	293 105	273 401	179 573	177 461	114 394	90 692	32 177	215 247	271 222	109 954	175 723
Juin	91 005	151 473	210 335	124 130	73 061	102 578	62 634	151 534	239 898	26 027	123 267
Juillet	70 045	21 467	278 845	31 218	140 221	22 384	134 914	126 474	101 073	159 551	108 619
Août	41 635	201 001	283 007	83 649	37 535	157 280	163 544	40 683	17 491	239 205	126 503
Septembre	44 218	200 955	142 596	184 943	10 420	172 394	69 225	68 397	145 469	107 819	114 644
Octobre	59 632	255 580	59 319	240 530	21 463	126 617	92 115	220 974	235 718	200 614	151 256
Novembre	63 779	254 557	191 374	255 665	243 735	239 766	31 261	257 591	248 181	251 601	203 751
Décembre	225 179	263 509	226 444	280 754	260 763	233 931	203 462	215 568	238 955	227 956	237 652
TOTAL HIVER	1 061 148	1 149 056	1 134 678	1 296 507	1 224 753	1 251 332	811 842	1 146 008	1 277 828	1 262 907	1 161 606
TOTAL ETE	874 778	1 364 203	1 376 487	1 096 909	630 912	871 857	645 768	998 763	1 246 452	896 571	1 000 270
TOTAL ANNUEL	1 935 926	2 513 259	2 511 165	2 393 416	1 855 665	2 123 188	1 457 610	2 144 771	2 524 280	2 159 477	2 161 876

Q ARMEMENT (m³/s) 2.5

HAUTEUR NETTE (m) 2.3

Q EQUIPEMENT (m³/s) 25

HAUTEUR BRUTE (m) 2.3

Débit réservé (m³/s) 3.5

Rendement 0.75

CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES DU SITE

Nom du site :	Le Saulcy
Riviere :	La Moselle
Commune :	EPINAL
Departement :	88
Station connue :	Epinal
Surface bv station (km ²) :	1217
Surface bv site (km ²) :	1217
Rapport de surface :	1.0000

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SITE

Q armement (m ³ /s) :	2.5	Hauteur nette (m) :	2
Q equipement (m ³ /s) :	25	Hauteur brute (m) :	2
Débit réservé (m ³ /s) :	1.5	Rendement :	0.75
Puissance max brute (kw) :	490.5		

CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

Annee 1 :	2005	Nb années bissextiles :	2
Annee 10 :	2014		

LOI HAUTEUR / DEBIT

Débits (m ³ /s)	Hauteur (m)
200	0
150	1.5
100	1.8
70	2
50	2
30	2
25	2
21.79	2
18.57	2
15.36	2
12.14	2
8.93	2
5.71	2
2.50	2

TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS DE L'ETUDE DE PRODUCTION

Site de : Le Saulcy

Kwh produits par mois et par année

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	MOYENNE
Janvier	265 722	230 694	235 418	256 502	198 466	254 977	241 678	220 695	265 218	268 637	243 801
Février	230 082	169 903	233 713	217 489	225 390	218 743	182 762	198 049	222 717	239 751	213 860
Mars	232 695	212 298	240 405	263 486	264 545	266 531	147 853	233 133	264 981	238 319	236 425
Avril	258 290	252 828	214 513	254 775	224 468	193 959	98 131	176 008	226 764	71 029	197 077
Mai	268 694	254 904	169 517	177 320	116 223	99 625	37 519	206 420	263 441	121 356	171 502
Juin	98 949	152 885	205 199	130 605	84 644	110 294	72 963	151 983	235 015	42 090	128 463
Juillet	81 550	37 489	264 940	49 257	143 830	34 667	140 981	124 437	106 338	163 130	114 662
Août	52 547	190 777	262 122	97 529	51 703	159 463	161 569	58 732	32 208	227 755	129 440
Septembre	49 997	200 797	145 667	185 096	26 669	171 357	81 862	77 736	149 965	114 821	120 397
Octobre	75 755	245 059	75 179	230 435	34 347	128 695	97 876	215 081	233 357	193 316	152 910
Novembre	76 824	244 602	189 122	239 036	233 074	231 513	38 801	249 456	240 870	235 443	197 874
Décembre	221 182	251 783	222 783	264 997	252 822	229 920	212 505	210 835	235 540	223 675	232 604
TOTAL HIVER	1 026 506	1 109 281	1 121 440	1 241 509	1 174 297	1 201 684	823 598	1 112 167	1 229 325	1 205 825	1 124 563
TOTAL ETE	885 782	1 334 739	1 337 137	1 125 018	681 885	898 058	690 902	1 010 397	1 247 089	933 496	1 014 450
TOTAL ANNUEL	1 912 287	2 444 020	2 458 577	2 366 527	1 856 182	2 099 742	1 514 500	2 122 565	2 476 414	2 139 321	2 139 014

Q ARMEMENT (m³/s) 2.5

HAUTEUR NETTE (m) 2

Q EQUIPEMENT (m³/s) 25

HAUTEUR BRUTE (m) 2

Débit réservé (m³/s) 1.5

Rendement 0.75

CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES DU SITE

Nom du site :	Grands Moulins
Riviere :	La Moselle
Commune :	EPINAL
Departement :	88
Station connue :	Epinal
Surface bv station (km ²) :	1217
Surface bv site (km ²) :	1217
Rapport de surface :	1.0000

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU SITE

Q armement (m ³ /s) :	1.5	Hauteur nette (m) :	2.3
Q equipement (m ³ /s) :	15	Hauteur brute (m) :	2.3
Débit réservé (m ³ /s) :	4	Rendement :	0.75
Puissance max brute (kw) :	338.445		

CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

Année 1 :	2005	Nb années bissextiles :	2
Année 10 :	2014		

LOI HAUTEUR / DEBIT

Débits (m ³ /s)	Hauteur (m)
200	0
150	1.5
100	1.8
70	2
50	2.1
30	2.2
15	2.3
13.07	2.3
11.14	2.3
9.21	2.3
7.29	2.3
5.36	2.3
3.43	2.3
1.50	2.3

TABLEAU DE SYNTHÈSE DES RESULTATS DE L'ETUDE DE PRODUCTION

Site de : **Grands Moulins**

Kwh produits par mois et par année

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	MOYENNE
Janvier	168 001	180 741	140 294	169 172	163 885	179 345	151 908	131 045	172 441	172 332	162 916
Février	159 247	130 351	142 880	163 664	163 233	152 064	166 306	166 607	142 395	147 851	153 460
Mars	181 818	130 506	148 160	159 959	164 401	171 114	147 631	186 290	174 525	182 579	164 698
Avril	168 564	157 519	164 055	152 987	161 493	145 752	90 723	148 738	162 325	59 860	141 201
Mai	176 717	180 038	147 315	158 691	117 078	94 211	28 179	165 347	163 202	110 998	134 178
Juin	87 936	121 685	165 858	125 275	74 489	101 740	63 278	132 970	171 537	31 217	107 599
Juillet	69 328	19 659	172 389	35 255	114 017	21 323	118 812	117 974	87 404	130 512	88 667
Août	43 493	139 178	179 157	75 518	40 307	105 438	142 362	43 628	15 243	179 223	96 355
Septembre	41 391	146 847	136 333	143 248	10 887	152 277	73 499	60 841	113 743	104 801	98 387
Octobre	63 559	154 633	65 223	178 331	23 229	110 687	91 673	159 536	153 427	147 797	114 809
Novembre	65 587	176 271	136 442	177 686	165 062	157 222	26 793	160 449	148 909	177 320	139 174
Décembre	167 944	177 414	150 968	176 608	165 323	147 961	125 736	129 810	176 825	160 891	157 948
TOTAL HIVER	742 597	795 283	718 744	847 089	821 904	807 706	618 374	774 202	815 094	840 972	778 197
TOTAL ETE	650 988	919 558	1 030 331	869 304	541 500	731 428	608 525	829 034	866 880	764 407	781 196
TOTAL ANNUEL	1 393 586	1 714 842	1 749 075	1 716 393	1 363 404	1 539 134	1 226 900	1 603 237	1 681 974	1 605 380	1 559 392

Q ARMEMENT (m³/s) 1.5

HAUTEUR NETTE (m) 2.3

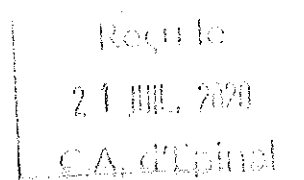
Q EQUIPEMENT (m³/s) 15

HAUTEUR BRUTE (m) 2.3

Débit réservé (m³/s) 4

Rendement 0.75

**ANNEXE 11 : COURRIER DE LA DDT DES VOSGES
DATÉ DU 17/07/2020 CONCERNANT LE PPRI**



DIRECTION DEPARTEMENTALE DES
TERRITOIRES

Epinal, le 17/07/2020

Service de l'Environnement et des
Risques
Tél : 03 29 69 13 00
Courriel ddt-ser@vosges.gouv.fr

PA n°08816020 A 0001
AVIS SER n°104/2020

Monsieur,

Vous m'avez adressé pour avis une demande de permis d'aménager déposée par la Communauté d'Agglomération d'EPINAL, représentée par Monsieur Michel HEINRICH, sur la commune de EPINAL, concernant la réalisation de deux constructions pour l'usage du parcours d'eau vive, un local technique de 24 m² et un local pour l'entraînement des pompiers de 25 m². Le terrain se situe port du canal, section AW, parcelle 195.

J'ai l'honneur de vous transmettre les informations suivantes :

► **au titre de la police de l'eau et des milieux aquatiques**

Un dossier d'autorisation environnementale est actuellement en cours d'examen concernant le projet de stade d'eau vive. Des compléments ont été demandés suite à la consultation des services contributeurs sur la régularité du dossier. A ce stade de la procédure, il n'est pas envisageable de se prononcer sur le dossier au titre de l'urbanisme. Au-delà des deux constructions citées, des aménagements sont nécessaires en matière d'accessibilité, de sécurité. Ces aménagements doivent être intégrés dans le permis d'aménager.

► **au titre de la prévention des risques**

Sur la commune de EPINAL, le document opposable au sujet de l'inondation est le PPRi Moselle Centre approuvé par arrêté préfectoral n°37/07/DDE du 24 mai 2007. Le Port se situe en zone rouge inondable définie par le PPRi. Une partie du règlement du PPRi prévoit pour ce secteur des dispositions spécifiques.

La cote de référence (crue centennale) au droit des locaux projetés est 321,50 mNGF (cette cote doit être affinée en fonction de la localisation exacte de chaque aménagement du projet).

CAE
Service Urbanisme
Monsieur Bertrand PERRIN
4 Rue Louis Meyer
88190 GOLBEY

En zone rouge sont interdits de façon générale notamment :

- toutes constructions nouvelles.
- les aménagements susceptibles de modifier les conditions d'écoulement ou d'expansion des crues comme les digues, les remblais, etc.

En zone rouge sont autorisés sous réserve :

- les aménagements strictement nécessaires au maintien d'activités qui contribuent à la bonne gestion du territoire, spécialement les activités agricoles ou forestières, les terrains de sport ou les loisirs liés à l'eau dans la mesure où ces aménagements ne nuisent pas à l'écoulement ni au stockage des eaux et ne créent pas d'embâcles.

Au Port d'Epinal, selon des dispositions spécifiques, sont autorisés sous réserve :

- les équipements directement liés à la voie d'eau et aux activités liées aux sites sous réserve qu'il s'agisse d'équipements publics et qu'ils soient d'emprise très réduite et soient transparents vis-à-vis de la circulation des eaux (sanitaires, petits édifices d'accueil du public, mobilier urbain, etc.)

En zone rouge, pour les constructions et ouvrages autorisés, il est recommandé de :


- utiliser des techniques et des matériaux résistants aux pressions et vitesses d'écoulement locales et à une période d'immersion de manière à réduire la vulnérabilité du bâti et de ses aménagements sous la cote de référence augmentée de 50 cm ;
- équiper les réseaux électriques situés au-dessous de la cote de référence (sauf alimentation étanche de pompes submersibles) de dispositifs de mise hors circuit automatique ou les rétablir au-dessus de la cote de référence augmentée de 50 cm ;
- réaliser les branchements et comptage au minimum à 50 cm au-dessus de la cote de référence ;
- placer les équipements électriques, électroniques, micro-mécaniques, les brûleurs des chaudières, les appareils électroménagers, etc., au-dessus de la cote de référence augmentée de 50 cm ;
- munir les réseaux privatifs (eau, gaz, téléphone, électricité, eaux usées, autres tuyaux, etc.) de dispositifs destinés à éviter les remontées d'eau dans les constructions.

Les pièces du dossier fournies pour la procédure de demande d'autorisation environnementale prennent en compte le caractère inondable de la zone et ont analysés les possibilités de réalisation du projet dans le respect du PPRi y compris dans la phase travaux. La principale contrainte est de ne pas modifier les conditions d'écoulement des eaux en crue. Une étude hydraulique de janvier 2020 qui engage son rédacteur, le bureau d'études Jacquel et Chatillon indique l'absence d'incidence sur l'écoulement des crues.

Le projet tel qu'il est présenté dans le permis d'aménager complétées par les pièces issues de la demande d'autorisation environnementale est compatible avec les dispositions du PPRi.

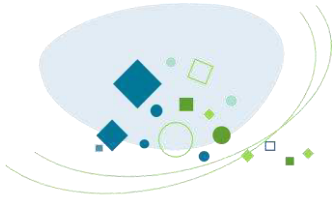
Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

La Cheffe de Service de l'Environnement
et des Risques,



Nathalie KOBES

ANNEXE 12 : RAPPORT EQRS (ANTÉA'GROUP)



Communauté
d'Agglomération d'Épinal



Rapport

Projet de stade d'eaux vives à Epinal (88) Diagnostic complémentaire de pollution



Rapport n°A105982/version A – 1^{er} septembre 2020



Projet suivi par Corinne Chaussidon – 06 12 58 46 86 – corinne.chaussidon@anteagroup.com

Fiche signalétique

Projet de stade d'eaux vives à Epinal (88) Diagnostic complémentaire de pollution

CLIENT	SITE
Communauté d'Agglomération d'Epinal	Ville d'Epinal
4 rue Louis Meyer 88 190 Golbey	Rue du Port d'Epinal 88 000 Epinal
Sébastien Huke Directeur des Services Techniques Tél : 06 71 90 41 96 Mail : sebastien.huke@epinal.fr	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Corinne Chaussidon
Interlocuteur commercial	Corinne Chaussidon
	Implantation de Ludres
Implantation chargée du suivi du projet	427 rue Lavoisier – 54 710 Ludres 03.83.44.81.44 secretariat.nancy-fr@anteagroup.com
Rapport n°	A105982
Version n°	version A
Votre commande et date	Référence : 41200237 en date du 07/07/2020
Projet n°	LORP200291
Codes prestation selon NF X31-620	DIAG (A100, A110, A200, A220, A230, A270)

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Adeline Courté	Chef de projet	Septembre 2020	
Vérification/ Approbation	Corinne Chaussidon	Superviseur du projet	Septembre 2020	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	01/09/2020	57	6	Etablissement du rapport

Sommaire

Résumé non technique	7
1. Contexte et objectif de l'étude.....	9
2. Présentation et analyse de l'existant	10
2.1. Descriptif de la zone d'étude	10
2.2. Documents et informations transmis par le client.....	12
2.2.1. Données d'entrée.....	12
2.2.2. Synthèse des études réalisées par GEauPole.....	12
2.2.3. Courrier de la DDT.....	14
2.2.4. Projet ou usage futur	14
3. Méthodologie générale	16
3.1. Textes de références	16
3.2. Description de la mission	16
4. Visite de site (A100).....	17
4.1. Visite des abords immédiats du site d'étude	17
4.2. Visite de la zone d'étude	18
5. Mise à jour de l'étude historique (A110).....	21
5.1. Recherche sur BASIAS.....	21
5.2. Archives départementales des Vosges.....	22
5.3. Synthèse des informations recueillies.....	25
6. Investigations sur site.....	26
6.1. Objectifs	26
6.2. Sécurité de l'intervention.....	26
6.2.1. Plan de prévention	26
6.2.2. Sécurisation vis-à-vis des réseaux enterrés	26
6.3. Investigations sur les sols (A200)	26
6.3.1. Réalisation des sondages sur site.....	26
6.3.2. Suivi des travaux et prélèvement des échantillons sur site	28
6.3.3. Programme analytique des sols	28
6.4. Investigations sur les sédiments (A220).....	29
6.4.1. Réalisation des prélèvements sur site.....	29
6.4.2. Suivi des travaux et prélèvement des échantillons sur site	29
6.4.3. Programme analytique des sédiments.....	29
6.5. Investigations sur les gaz du sol (A230).....	30
6.5.1. Réalisation des ouvrages.....	30

6.5.2.	Prélèvement des gaz du sol.....	31
6.5.3.	Programme analytique des gaz du sol	32
6.5.4.	Conditions météorologiques.....	33
6.6.	Localisation des investigations réalisées.....	33
6.7.	Maîtrise des impacts environnementaux de l'intervention.....	36
6.8.	Limites de la méthode d'investigation	36
7.	Résultats des investigations	37
7.1.	Valeurs de comparaison.....	37
7.2.	Résultats obtenus dans les sols.....	39
7.2.1.	Observations de terrain	39
7.2.2.	Résultats d'analyses en laboratoire	40
7.2.3.	Description des résultats sur les sols	42
7.2.4.	Cartographie des résultats.....	43
7.3.	Résultats obtenus dans les sédiments	45
7.3.1.	Observations de terrain	45
7.3.2.	Résultats d'analyses en laboratoire	45
7.3.3.	Description des résultats sur les sédiments.....	47
7.4.	Résultats obtenus dans les gaz du sol	48
7.4.1.	Observations de terrain	48
7.4.2.	Résultats des analyses en laboratoire.....	48
7.4.3.	Description des résultats sur les gaz du sol.....	50
8.	Interprétation des résultats (A270).....	51
8.1.	Interprétation générale.....	51
8.2.	Elaboration du schéma conceptuel final.....	52
8.2.1.	Sources de pollution retenues	52
8.2.2.	Voie de transfert	52
8.2.3.	Cibles.....	53
8.2.4.	Voies d'exposition et scenarii retenus	53
9.	Conclusions	56

Table des figures

Figure 1 :	localisation de la zone d'étude (source : Géoportail).....	10
Figure 2 :	localisation de la zone d'étude sur fond de photographie aérienne et de plan cadastral (source : Géoportail)	11
Figure 3 :	plan topographique de la zone d'étude (source : CAE).....	11
Figure 4 :	projet de réaménagement	15
Figure 5 :	abords immédiats de la zone d'étude (source : Géoportail).....	18
Figure 6 :	localisation des points de vue pris lors de la visite de site (géoportail).....	19
Figure 7 :	localisation des sites BASIAS en aval de la zone d'étude (source : géorisques).....	22

Figure 8 : illustration du sondage St02.....	27
Figure 9 : localisation des investigations réalisées - état existant	34
Figure 10 : localisation des investigations réalisées - état projeté	35
Figure 11 : cartographie des teneurs quantifiées dans les sols	44
Figure 12 : schéma conceptuel du site.....	55

Table des tableaux

Tableau 1 : codification des prestations selon la norme NFX31-620-2.....	16
Tableau 2 : photographies du site d'étude	20
Tableau 3 : activités recensées sur BASIAS en aval de la zone d'étude	21
Tableau 4 : consultation des archives départementales des Vosges.....	23
Tableau 5 : sondages réalisés.....	26
Tableau 6 : descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sols.....	28
Tableau 7 : descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sédiments	30
Tableau 8 : caractéristiques des piézomètres « gaz ».....	31
Tableau 9 : paramètres de prélèvement des gaz du sol	32
Tableau 10 : descriptif du programme analytique sur les gaz du sol.....	32
Tableau 11 : disposition prises pour la maîtrise des impacts environnementaux.....	36
Tableau 12 : valeurs de référence ou de comparaison	37
Tableau 13 : résultats d'analyses obtenus sur les sols.....	41
Tableau 14 : résultats d'analyses obtenus sur les sédiments	45
Tableau 15 : Mesures in situ lors des prélèvements de gaz.....	48
Tableau 16 : résultats d'analyses obtenus sur les gaz du sol	49
Tableau 17 : Synthèse des sources de pollution retenues dans le schéma conceptuel	52
Tableau 18 : Scénarii d'exposition retenus	53

Table des annexes

Annexe I :	Abréviations générales
Annexe II :	Normes de prélèvement et d'échantillonnage
Annexe III :	Compte-rendu de visite de site
Annexe IV :	Schéma d'implantation des sondages
Annexe V :	Fiches de prélèvement
Annexe VI :	Bordereaux d'analyses en laboratoire

Résumé non technique

CONTEXTE	
Maitre d'Ouvrage	Communauté d'Agglomération d'Epinal (CAE)
Adresse du site	Rue du port à Epinal (88).
Contexte	<p>Projet d'aménagement d'un stade d'eaux vives. Etude réalisée en 2019 par GEauPole mettant en évidence la présence de HCT, de HAP, dont le naphtalène, de BTEX et des métaux lourds (plomb et zinc) dans les sols. Courrier de la DDT des Vosges, référencé n°88-2020-00007 en date du 02/06/2020, demande de :</p> <ul style="list-style-type: none"> réaliser des investigations complémentaires pour caractériser le risque et la destination des matériaux pollués, produire une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires, mettre en œuvre un Plan de Gestion des terres à excaver, effectuer des analyses sur les sédiments à extraire pour les travaux de la zone de pompage et déterminer leur filière d'évacuation, produire une attestation de bonne prise en compte des aspects sites et sols pollués, du fait de la proximité de trois sites BASIAS en aval proche du site.
Activités actuelles	Parc
Investigations réalisées	<p>Prélèvements et analyses de :</p> <ul style="list-style-type: none"> sol entre 0 et 0,4/2,9 m de profondeur au droit du futur chenal et entre 0 et 0,2/0,3 m de profondeur/TN au droit des espaces verts et des voiries, gaz de sol entre 0 et 0,4/1,3 m de profondeur/TN, sédiments dans la Moselle. <p>Paramètres analysés sur les :</p> <ul style="list-style-type: none"> sols : HCT, HAP, BTEX, PCB, métaux lourds et pack analytique de gestion des déblais, gaz du sol : TPH, BTEX et naphtalène, sédiments : métaux lourds et pack analytique de gestion des déblais.
RESULTATS	
Activités passées	<ul style="list-style-type: none"> dès 1923 : présence d'entrepôts liés à des activités portuaires, 1948-1991 : plusieurs réaménagements avec la démolition de plusieurs hangars et la création de plateformes de stockage de camions, 1995 : arrêt des activités et démolition des bâtiments, début des années 2000 : espace public (parc). <p>Site non référencé dans les bases de données BASIAS, BASOL et ICPE. Mais présence de nombreux sites référencés en amont et aval hydraulique du site. Notamment, 3 anciens dépôts d'hydrocarbures situés à environ 150 à 300 m au nord-est du site.</p>
Contexte environnemental	<ul style="list-style-type: none"> géologie : remblais sur 1 à 2 m d'épaisseur puis sables et graviers (alluvions anciennes de la Moselle), hydrogéologie : nappe alluviale de la Moselle puis nappe du grès du Buntsandien, hydrologie : site entre deux bras d'eau (la Moselle à l'ouest et le canal des Vosges à l'est).
Géologie	<ul style="list-style-type: none"> terre végétale sur 10 cm d'épaisseur,

	<ul style="list-style-type: none"> ● remblais sablo-argileux brun grisâtre à passages noirâtre avec des graviers et débris divers (brique, béton, scorie, verre, charbon) jusqu'à environ 1,2/2 m de profondeur, ● terrain naturel sablo-graveleux beige blanchâtre. <p>Aucun niveau d'eau n'a été rencontré lors de la foration mais humidité ponctuelle sur 2 sondages vers 2,5/2,6 m de profondeur</p>
Observations de terrain	Traces noires dans certains des remblais de surface.
Qualité des sols	<ul style="list-style-type: none"> ● présence de métaux lourds, avec notamment un impact ponctuel en mercure et plomb, ● impacts diffus en HCT et HAP et ponctuel en BTEX dans les remblais et le terrain naturel sous-jacent, ● remblais et ponctuellement terrain naturel non acceptables en centre de stockage de déchets inertes → gestion spécifique des déblais à prévoir (surcoût) en phase travaux.
Qualité des sédiments	<ul style="list-style-type: none"> ● sédiments non acceptables en centre de stockage inertes (dépassement du seuil pour l'antimoine sur éluât) → gestion spécifique des déblais à prévoir (surcoût) en phase travaux.
Qualité des gaz du sol	<ul style="list-style-type: none"> ● présence d'hydrocarbures, BTEX et naphthalène.
Sources potentielles de pollutions retenues	<ul style="list-style-type: none"> ● Les remblais utilisés lors des réaménagements successifs de la zone d'étude.
Scénarii d'exposition évalués pour les usagers des zones réaménagées	<ul style="list-style-type: none"> ● ingestion de sols de surface (au droit des sols nus impactés) (cible enfant), ● inhalation de poussières (au droit des sols nus impactés) (cibles adulte et enfant), ● inhalation de composés issus du sol dans l'air intérieur de bâtiments (cibles adulte), ● inhalation de composés issus du sol dans extérieur (cibles adulte et enfant).

1. Contexte et objectif de l'étude

La Communauté d'Agglomération d'Epinal (CAE) projette une opération d'aménagement d'un stade d'eaux vives sur la commune d'Epinal (88). En 2019, GEauPole a réalisé une étude historique, documentaire et de vulnérabilité puis un diagnostic environnemental de la qualité des sols au droit du site¹. Ces études ont mis en évidence la présence de HCT, de HAP, dont le naphtalène, de BTEX et de métaux lourds (plomb et zinc) dans les sols. Le courrier de la DDT des Vosges, référencé n°88-2020-00007 en date du 02/06/2020, demande de :

- réaliser des investigations complémentaires pour caractériser le risque et la destinations des matériaux pollués,
- produire une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires,
- mettre en œuvre un Plan de Gestion des terres à excaver,
- effectuer des analyses sur les sédiments à extraire pour les travaux de la zone de pompage et déterminer leur filière d'évacuation,
- produire une attestation de bonne prise en compte des aspects sites et sols pollués, du fait de la proximité de trois sites BASIAS en aval proche du site.

C'est dans ce cadre que la Communauté d'agglomération d'Epinal a missionné Antea Group pour la réalisation d'une étude environnementale complémentaire comprenant une mise à jour de l'étude historique déjà réalisée par GEauPole en 2019 et des investigations complémentaires des sols, des sédiments et des gaz de sol.

L'objectif de cette étude est de :

- recenser les sources potentielles de pollution au droit de la zone d'étude en lien avec les activités historiques et d'étudier la vulnérabilité du site et de son environnement,
- caractériser les sources potentielles de pollution, les vecteurs de transfert et les milieux d'exposition en vue d'émettre des préconisations sur les suites à donner dans le cadre du projet de création d'un stade d'eaux vives.

Le présent rapport d'étude rend compte des résultats de la mission qui a consisté en :

- une visite du site et de ses abords immédiats,
- une synthèse des études déjà réalisées par GEauPole en 2019,
- la mise à jour de l'étude historique,
- l'élaboration d'un programme prévisionnel d'investigations,
- la réalisation d'une campagne d'investigation des sols, des sédiments et des gaz de sol,
- l'interprétation des résultats de ces investigations.

Le Plan de Gestion (PG), l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) et l'attestation de bonne prise en compte des aspects sites et sols pollués (ATTES) permettant de répondre à la demande de la DDT des Vosges font l'objet de rapports séparés.

¹ Etude historique, documentaire et de vulnérabilité, référencée C.OR.19.097/C.19.21.085 en date du 09/09/2019 et diagnostic environnemental de la qualité des sols, référencé C.OR.19.097/C.19.21.085 en date du 22/11/2019.

2. Présentation et analyse de l'existant

2.1. Descriptif de la zone d'étude

La zone d'étude est localisée le long du port d'Epinal (88) et occupe une partie de la parcelle cadastrale n°195 section AW, d'une emprise de 24 764 m². A l'heure actuelle, le site correspond principalement à un parc public enherbé, avec un parking en partie sud et une aire de jeux au nord.



Figure 1 : localisation de la zone d'étude (source : Géoportail)

Le site d'étude s'inscrit dans un environnement urbain et est délimité par :

- la Moselle à l'ouest,
- le canal des Vosges et le port d'Epinal à l'est,
- la continuité du parc public avec des espaces enherbés, une aire de jeux et des voiries au nord,
- un parking et des bâtiments au sud.



Figure 2 : localisation de la zone d'étude sur fond de photographie aérienne et de plan cadastral (source : Géoportail)

Le site étudié est référencé à une altitude moyenne de + 321,5 m NGF. Le terrain présente une légère pente selon l'axe ouest-est : à l'ouest, la cote est à + 322 m NGF et à l'est à + 321 m NGF (cf. Figure 3).

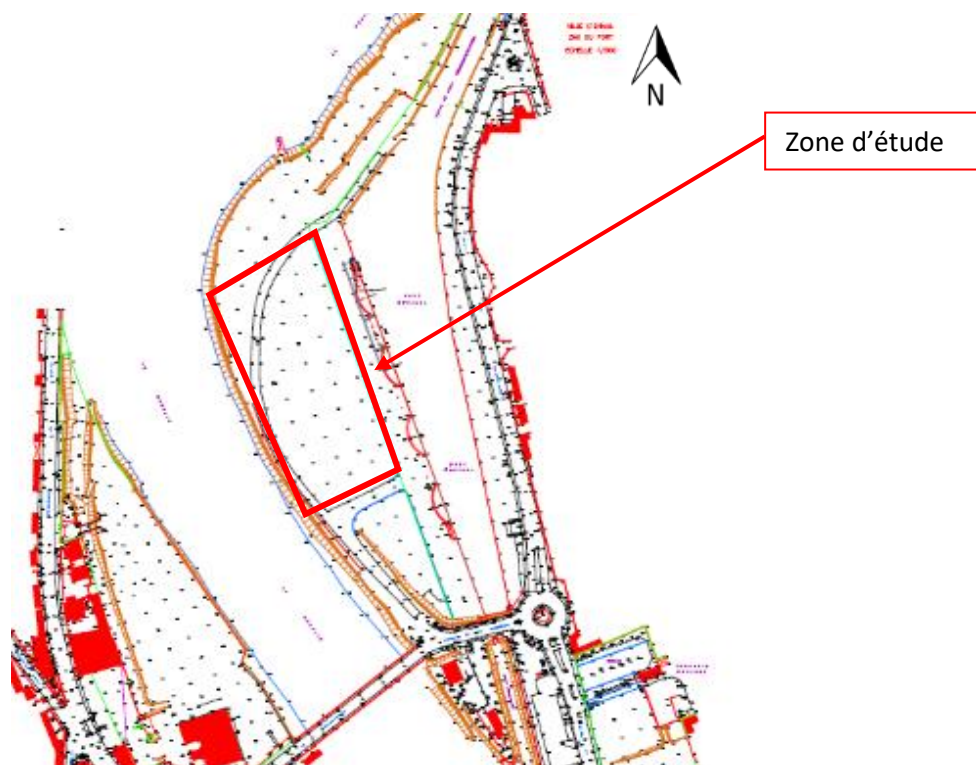


Figure 3 : plan topographique de la zone d'étude (source : CAE)

2.2. Documents et informations transmis par le client

2.2.1. Données d'entrée

La CAE a transmis à Antea group les documents suivants :

- rapport d'étude historique, documentaire et de vulnérabilité, établi par GEauPole, référencé C.OR.19.097/C.19.21.085 indice A, en date du 06/09/2019,
- rapport de diagnostic environnemental de la qualité des sols, établi par GEauPole, référencé C.OR.19.097/C.19.21.085 indice A, en date du 22/11/2019,
- courrier de la DDT (Direction Départementale des Territoires) des Vosges, référencé n°88-2002-00007, en date du 02/06/2020,
- plan de masse « Parcours d'eau vive avec option », établi par Acere Concept, référencé plan n°01 indice C, en date du 26/03/2020,
- coupes 1-1 à 8-8, établies par Hydrostadium, référencé n°HSM_88-EPINAL_PRO_E_114_A, en date du 27/01/2020,
- profil en long, établi par Hydrostadium, référencé n°HSM_88-EPINAL_PRO_E_112_A, en date du 27/01/2020,
- plan topographique de la ZAC du Port, référencé plan n°11705, échelle 1/200.

2.2.2. Synthèse des études réalisées par GEauPole

Etude historique et documentaire – Geaupole - 2019	
Etude historique	<ul style="list-style-type: none"> ● dès 1923 : présence de bâtiments (entrepôts) liés à des activités portuaires, ● 1948-1991 : plusieurs réaménagements avec la démolition de plusieurs hangars et la création de plateformes de stockage de camions, ● 1995 : arrêts des activités et démolition des bâtiments, ● début des années 2000 : espace public (parc).
Bases de données recensant les activités polluantes	<ul style="list-style-type: none"> ● site non référencé dans les bases de données BASIAS, BASOL et ICPE, ● BASIAS : <ul style="list-style-type: none"> ➤ 4 sites en amont hydraulique (200 à 300 m au sud) : dépôts de liquides inflammables, station-service, stockage de charbon, sciage et rabotage du bois, entretien et réparation de véhicules automobiles, garages, abattoir, ➤ 3 sites en aval hydraulique (150 à 300 m au nord)² : dépôts de liquides inflammables, ● archives départementales : <ul style="list-style-type: none"> ➤ pour un des sites BASIAS en aval hydraulique : en 1923, entrepôt de 15 000 L d'essence et 15 000 L de pétrole. ● BASOL : 3 sites en amont hydraulique (200 à 90 m au sud et sud-est) : ancienne usine à gaz, stations-services Total, ● SIS : 1 site en amont (200 m au sud-est) : ancienne usine à gaz,

² Dans son courrier n°88-2020-00007 du 02/06/2020, la DDT des Vosges demande la prise en compte des trois sites BASIAS situés à l'aval car la bande de terrain en question semble trop étroite pour une telle activité, qui se serait donc déroulée plus en amont et donc plus proche du site.

	<ul style="list-style-type: none"> ● ICPE : pas d'ICPE recensée dans un rayon de 500 m., mais présence d'une installation industrielle rejetant des polluants à environ 500 m en amont hydraulique.
Sources potentielles de pollution	<ul style="list-style-type: none"> ● remblais utilisés dans le cadre de l'aménagement du site, dont l'origine est inconnue et pouvant potentiellement être de mauvaise qualité, ● activités portuaires passées qui ont permis le stockage de matériaux potentiellement polluants, ● sols superficiels du site ayant pu recevoir par le passé des particules potentiellement polluées provenant des activités environnantes.
Etude de vulnérabilité	<ul style="list-style-type: none"> ● pas d'espaces naturels protégés dans un rayon de 500 m, ● contexte hydrogéologique : <ul style="list-style-type: none"> ➢ nappe alluviale de la Moselle : vulnérable à des pollutions, ➢ nappe du grès du Buntsandien moyen : vulnérable vu l'absence de formation imperméable sus-jacente et sensible vu son utilisation pour l'alimentation en eau potable, ● contexte hydrologique : site entre deux bras d'eau (Moselle à l'ouest et canal des Vosges à l'est), donc risque élevé de transfert d'une éventuelle pollution du site vers les eaux superficielles, ● vulnérabilité forte du fait de la présence de nombreux sites industriels en amont hydraulique et éolien, ● site sensible du fait de la population exposée, enfants notamment.
Diagnostic environnemental de la qualité des sols	
Investigations	<ul style="list-style-type: none"> ● 3 sondages carottés à 15 m de profondeur/TN dans le cadre d'une étude géotechnique, suivi à 5 m pour les prélèvements environnementaux, avec mise en place de 3 piézomètres, ● analyses de 6 échantillons : bilan ISDI, métaux, azote et phosphore total sur brut, nitrates, phosphates, azote, phosphore total, HCT, HAP, BTEX et PCB sur éluât.
Lithologie	<ul style="list-style-type: none"> ● terre végétale sur 0,1 m d'épaisseur, ● remblais, avec localement de la tourbe, sur 1,3 à 2,3 m d'épaisseur, ● sables et graviers jusqu'au-delà de 15 m de profondeur/TN.
Niveau d'eau	2,8/2,95 m de profondeur/TN (cotes 318,2/318,35 NGF) en septembre 2019.
Indices organoleptiques	Couleur noirâtre au droit du sondage SC2 entre 0,1 et 1,5 m de profondeur/TN.
Résultats des analyses	<ul style="list-style-type: none"> ● pour les sols : <ul style="list-style-type: none"> ➢ faibles teneurs en HCT et HAP, dont le naphthalène, ➢ faible teneur en BTEX au droit d'un seul sondage, ➢ teneurs en métaux (plomb et zinc) ponctuellement supérieures aux valeurs de seuils retenues (ASPITET), ➢ présence d'azote kjeldahl et global et de phosphore, ➢ absence de PCB, nitrates et nitrites, ● pour les sédiments : <ul style="list-style-type: none"> ➢ dépassement du niveau de référence S1 (100 mg/kg MS) pour le plomb,

	<ul style="list-style-type: none"> ● en ce qui concerne l'évacuation des sols en filières adaptées, GEauPole précise que : <ul style="list-style-type: none"> ➤ 4 échantillons sont acceptables en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes), ➤ 1 échantillon est acceptable en ISDI+ (Installation de Stockage de Déchets Inertes spécifique), ➤ 1 échantillon est acceptable en ISDND (Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux). <p>Néanmoins, il est à noter que l'ensemble des paramètres demandés au sein de l'arrêté du 12/12/2014 n'a pas été analysé, notamment la fraction soluble, l'indice phénol, les sulfates, les chlorures et les fluorures sur éluât.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.2.3. Courrier de la DDT

Dans son courrier en date du 02/06/2020, la DDT des Vosges demande à la CAE une expertise complémentaire du dossier de demande d'autorisation environnementale du stade d'eaux vives sur les points suivants :

- insuffisance du nombre de sondages réalisés par Geaupole. La DDT demande la réalisation de nouveaux sondages pour caractériser plus précisément la destination des matériaux pollués,
- réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires,
- établissement d'un Plan de Gestion des terres à excaver pour la réalisation des aménagements définissant les terres qui ne pourront pas être réutilisées et précisant la destination,
- analyse des sédiments à extraire pour les travaux dans la zone de pompage et indication de la destination des matériaux en conformité avec la réglementation,
- établissement d'une attestation de bonne prise en compte des aspects sites et sols pollués. En effet, la DDT s'interroge sur la localisation des trois sites BASIAS en aval du site.

2.2.4. Projet ou usage futur

Selon les plans / coupes du projet qui nous été communiqués, le projet d'aménagement de stade d'eaux vives comporte la construction de :

- un canal de dérivation de la Moselle avec une rivière d'eau vive en béton armé au nord suivie par une rivière d'eau vive en enrochement au sud,
- trois passerelles,
- une station de pompage,
- un tapis roulant,
- un bâtiment technique,
- une voirie pour les pompiers,
- un accès piétonnier.

De plus, la profondeur de décaissement pour la construction de la rivière d'eau vive et la station de pompage varie entre 2 et 5 m environ selon l'emplacement.

Le plan du projet d'aménagement est présenté en Figure 4.



Figure 4 : projet de réaménagement

3. Méthodologie générale

3.1. Textes de références

La méthodologie appliquée pour la réalisation de la mission répond :

- à la note du 19 avril 2017 et la mise à jour de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 éditée par le Ministère en charge de l'Environnement,
- aux exigences et préconisations des normes NF X31-620, révision de décembre 2018, « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués »,
- aux exigences du référentiel de certification de service, révision 5 de juillet 2019, des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués,
- aux demandes du courrier de la DDT des Vosges en date du 02/06/2020.

Les abréviations utilisées figurent en Annexe I : . Les normes techniques de prélèvement et d'échantillonnage applicables sont mentionnées en Annexe II : .

3.2. Description de la mission

La présente étude entre dans le champ d'application de la norme NF X 31-620-2 de décembre 2018 applicable aux « *Prestations de service relatives aux sites et sols pollués - Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle* » et codifiée (cf. tableau ci-dessous) :

Tableau 1 : codification des prestations selon la norme NFX31-620-2

Codification	Prestations
INFOS	A100 : visite de site A110 : mise à jour de l'étude historique
DIAG	A200 : prélèvements, mesures, observation et/ou analyses sur les sols A220 : prélèvements, mesures, observation et/ou analyses sur les sédiments A230 : prélèvements, mesures, observation et/ou analyses sur les gaz de sol A270 : interprétation des données acquises, élaboration du schéma conceptuel du site

Les prestations réalisées sont décrites dans les chapitres suivants.

4. Visite de site (A100)

La visite de site consiste à procéder à un état des lieux dans le but :

- d'orienter la recherche documentaire, d'en vérifier certaines informations ou de les compléter,
- d'orienter la stratégie de contrôle des milieux,
- de préparer l'intervention sur site (contraintes liées au site, conditions d'accès, ...),
- de dimensionner à leur juste proportion les premières mesures de précaution et de maîtrise des risques quand elles sont nécessaires.

La visite de site a été effectuée le 20/07/2020 par Adeline Courté, ingénieure d'Antea group, de façon à effectuer une reconnaissance du site et de ses environs (50 m), à repérer d'éventuelles sources potentielles de pollution sur le site à l'étude et à vérifier les conditions d'accès dans les différentes zones du site.

4.1. Visite des abords immédiats du site d'étude

Une visite des abords immédiats du site a permis de mettre en évidence un environnement fortement urbanisée regroupement des zones d'habitats collectifs et individuels, de commerces et de loisirs.

Le site est bordé :

- au nord, un espace vert avec une aire de jeux pour enfants,
- à l'est, par le canal des Vosges puis par des commerces,
- à l'ouest, par la Moselle puis par des habitations et des commerces,
- au sud, par un parking puis par les bâtiments d'une base nautique.

La Figure 5 donne la localisation des éléments observés aux abords immédiats du site.

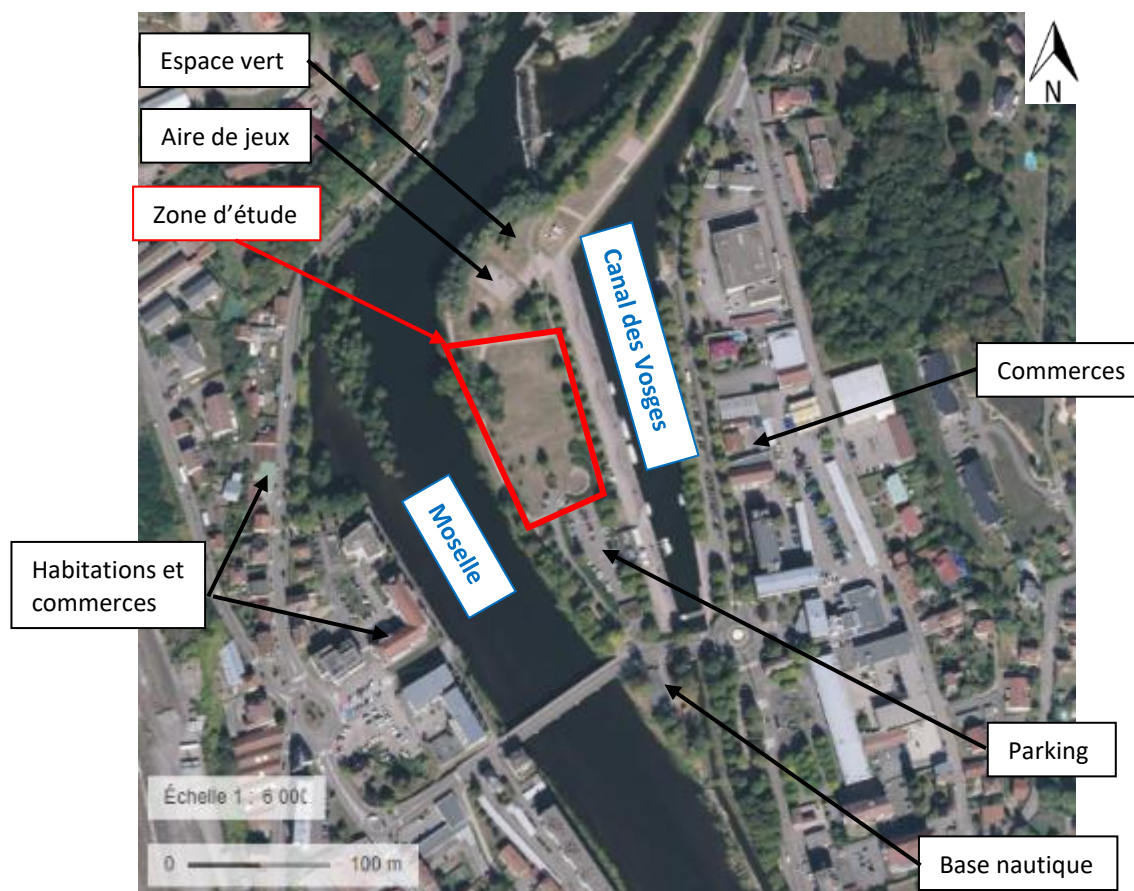


Figure 5 : abords immédiats de la zone d'étude (source : Géoportail)

4.2. Visite de la zone d'étude

La zone d'étude correspond à un espace vert comprenant :

- de la pelouse en partie centrale avec des arbres en bordures,
- des allées piétonnes en enrobé ou gravillonnées qui bordent et traversent le site,
- une structure en bois circulaire au sud-est,
- des tables pour pique-nique.

La zone d'étude ne comporte aucune construction.

L'accès à la zone d'étude se fait par le parking au sud en arrivant par l'avenue de la République.

Lors de cette visite, aucune source de pollution potentielle n'a été observée.

La Figure 6 présente la localisation des éléments présentés ci-dessus.



Figure 6 : localisation des points de vue pris lors de la visite de site (géoportail)

Le Tableau 2 représente des photographies des différentes parties du site.

Tableau 2 : photographies du site d'étude

<p>Pelouse</p> 	<p>Allées piétonnes et piézomètre mis en place par GEauPole en 2019</p> 
<p>Berges de Moselle</p> 	

Lors de la visite du site, nous avons constaté la présence des trois piézomètres mis en place par GEauPole en 2019.

Il n'a pas été mis en évidence la nécessité de mettre en place des mesures d'urgence.

Le compte rendu de la visite de site est fourni en Annexe III : .

5. Mise à jour de l'étude historique (A110)

Le courrier de la DDT des Vosges du 02/06/2020 souligne que les trois sites BASIAS, dont les activités sont terminées et situés à l'aval du site d'étude, sont situés « dans une bande de terrain visiblement trop étroite pour une telle activité ». La DDT estime que ces anciennes activités se sont développées plus en amont et donc plus proche du futur site de stade d'eaux vives.

Antea group a donc réalisé une recherche documentaire afin de localiser ces trois sites.

5.1. Recherche sur BASIAS

La base de données BASIAS (Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service), développée par le bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) pour le Ministère en charge de l'Environnement, recense les sites industriels, en activité ou non, susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement.

Cet inventaire des anciens sites industriels et activités de services a été consulté afin de déterminer et de localiser les dits sites et activités sur ou à proximité du site étudié.

Le Tableau 3 présente la synthèse des trois sites BASIAS recensés en aval de la zone d'étude.

Tableau 3 : activités recensées sur BASIAS en aval de la zone d'étude

Nom et identifiant BASIAS	Adresse du site	Exploitant	Activités	Période d'exploitation	Précisions sur la fiche	Distance par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site d'étude
LOR8801803	Situé sur le port, branche sud en bordure du canal de l'est – Epinal	Les Fils de A. Deutsch de la Meurthe jusqu'au 27/04/1921, puis les Pétroles Jupiter	Dépôt de liquide inflammable (autorisation)	27/04/1921 à date inconnue. Activité terminée.	Dépôt de 20m ³ d'hydrocarbures pour la redistribution	150 m au nord-est	Aval
LOR8801813	Port – Epinal	Paul Gebach, négociant	Dépôt de liquide inflammable (autorisation)	03/11/1922 à date inconnue. Activité terminée.	Déport de 15 m ³ d'essence et 15 m ³ de pétrole	190 m au nord-est	Aval
LOR8801931	A l'extrémité du port, entre le canal de l'est et la Moselle - Epinal	Félix Jacques, négociant	Dépôt de liquide inflammable (autorisation)	18/03/1929 à date inconnue. Activité terminée.	Installation d'un dépôt de 20 m ³ d'essence en caisses et bidons	300 m au nord-est	Aval

La localisation des sites BASIAS recensés à proximité de la zone d'étude ainsi que le sens d'écoulement supposé des eaux souterraines sont présentés sur la Figure 7.

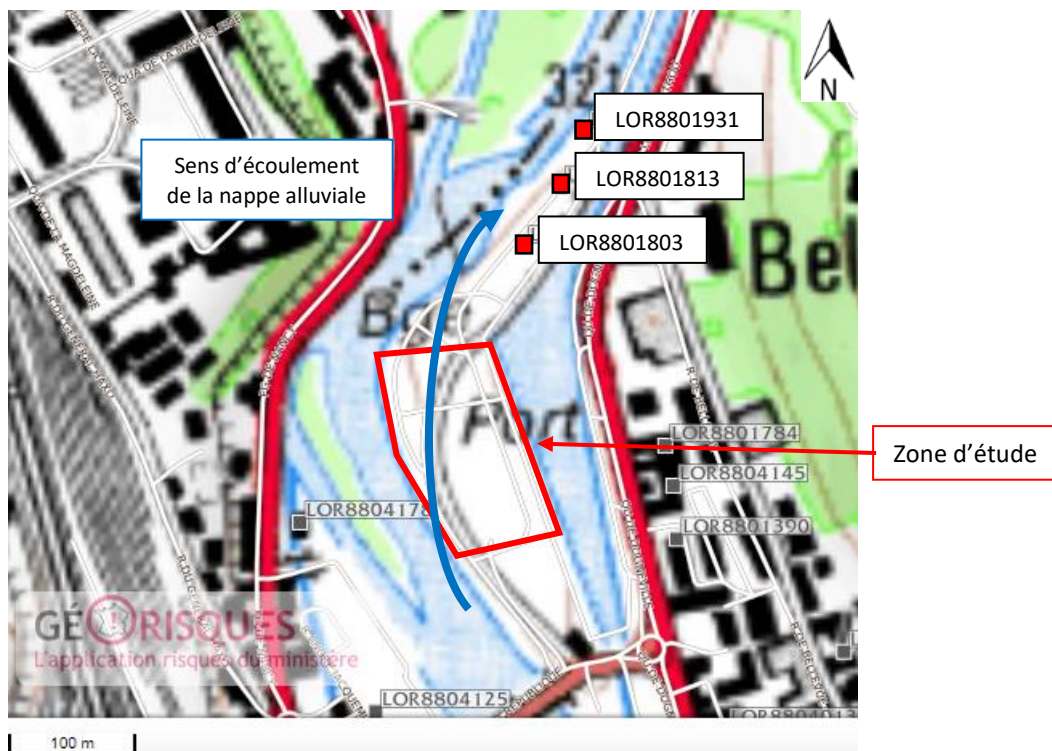


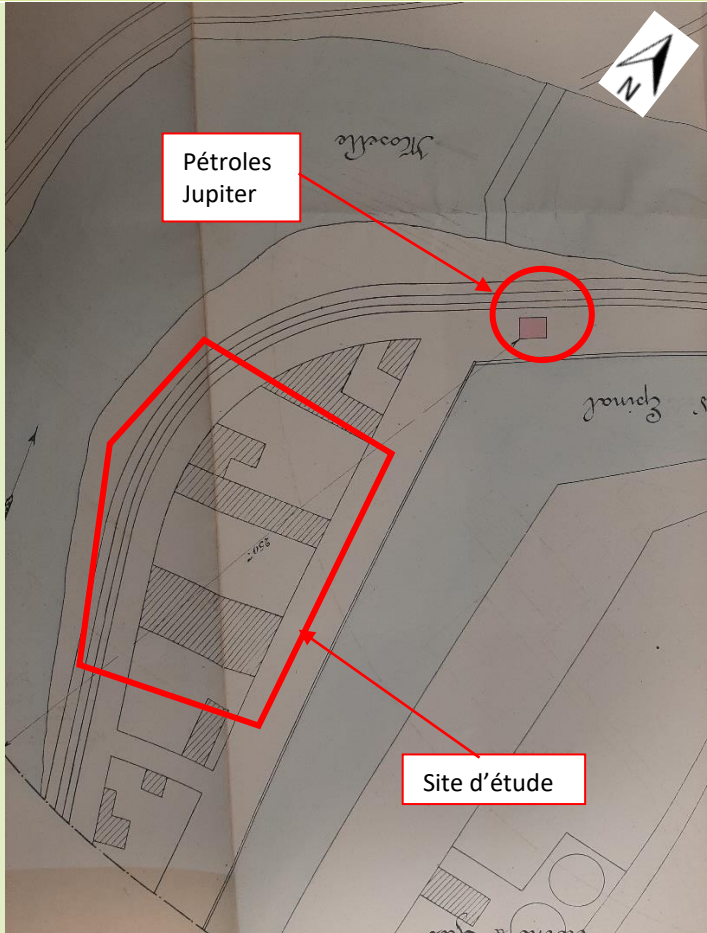
Figure 7 : localisation des sites BASIAS en aval de la zone d'étude (source : géorisques)

5.2. Archives départementales des Vosges

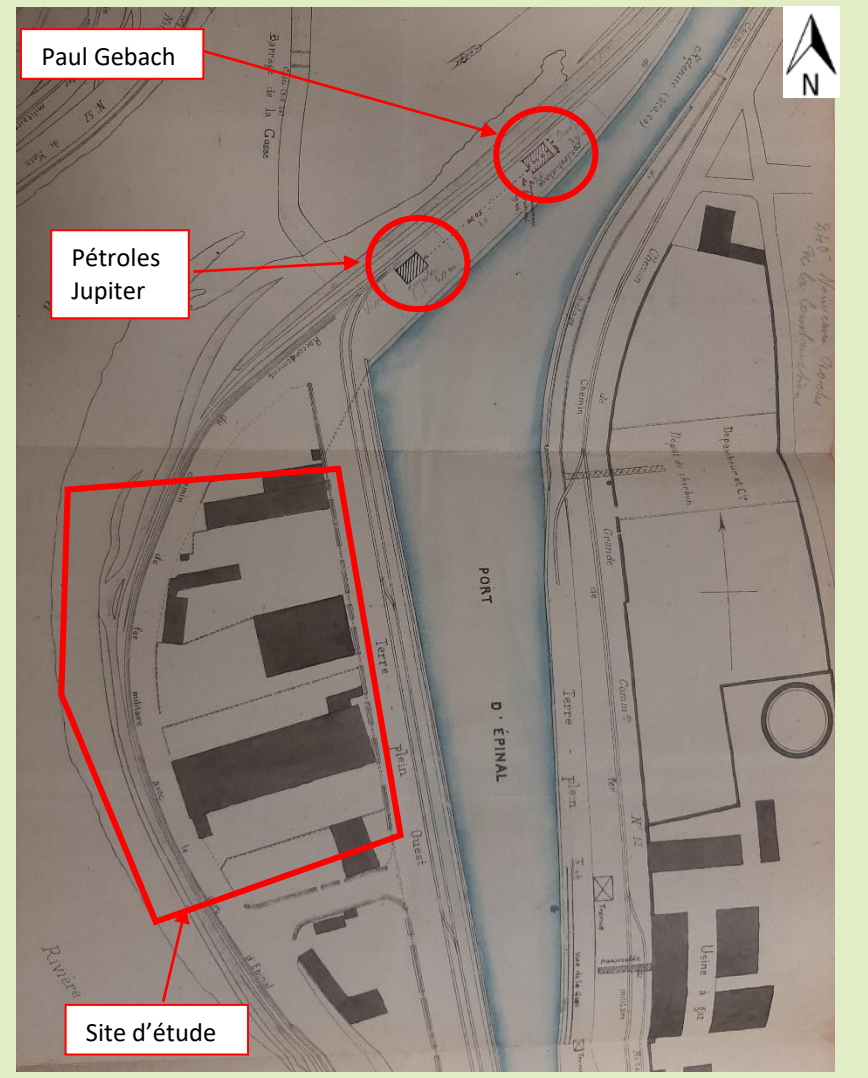
Une visite aux archives départementales des Vosges a été réalisée le 20/07/2020 et a permis de consulter les demandes d'autorisation d'installer un dépôt d'hydrocarbure pour la Société des Pétroles de Jupiter et pour M. Paul Gebach

Les informations récoltées aux archives sont répertoriées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : consultation des archives départementales des Vosges

Cote	Exploitant	Activités	Date de l'autorisation	Localisation par rapport au site (centre du site)	Plan d'implantation
5M363	Les Pétroles Jupiter, anciennement les Fils de A. Deutsch de la Meurthe	Dépôt d'hydrocarbure : 15 000 L d'essence et 15 000 L de pétrole	1921	150 m au nord-est	 <p>The image is a historical map with a red outline indicating a specific area. A red circle highlights a small square labeled 'Pétroles Jupiter'. Another red box highlights a larger area labeled 'Site d'étude'. A north arrow is visible in the top right corner of the map.</p>

5M364	Paul Gebach, négociant	Dépôt d'hydrocarbure : 15 000 L d'essence et 15 000 L de pétrole	1923	190 m au nord-est
-------	------------------------	------------------------------------------------------------------------	------	-------------------



5.3. Synthèse des informations recueillies

Après vérification auprès des archives départementales des Vosges, les sites BASIAS en aval hydraulique du site d'étude sont bien situés sur la bande de terrain étroite située au nord / nord-est. Le site BASIAS le plus proche se situe à environ 150 m au nord-est par rapport au centre du site d'étude.

Il est à noter que l'étude historique réalisée par GEauPole en 2019 met en évidence une activité industrielle en limite nord du site, avec des hangars et des stockages visibles sur les photographies aériennes entre 1948 et 1991. Cependant, ces hangars ne sont pas recensés dans la base de données BASIAS.

6. Investigations sur site

6.1. Objectifs

L'objectif des investigations sur les milieux sol, gaz de sol et sédiments était :

- d'identifier et/ou caractériser les sources potentielles de pollution,
- de caractériser les vecteurs de transfert,
- de caractériser le milieu d'exposition de la population (travailleurs, riverains, population générale),
- d'obtenir les éléments nécessaires à la réalisation du projet de construction.

6.2. Sécurité de l'intervention

6.2.1. Plan de prévention

Antea Group a réalisé une Fiche d'Analyse des Risques. Les risques auxquels a été exposée l'équipe d'Antea Group intervenant sur site ont été évalués et des mesures de prévention relatives ont été mises en place.

6.2.2. Sécurisation vis-à-vis des réseaux enterrés

6.2.2.1. DT/DICT

Conformément à la réglementation en vigueur, les DT/DICT conjointes (Déclaration de Travaux et Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux) ont été établies et traitées par Antea Group préalablement aux travaux sur site.

Le 30/07/2020, un piquetage des réseaux a été réalisé par M Roger de VNF (Voies Navigables de France) en présence de Thibault Lavallois, technicien d'Antea group.

6.3. Investigations sur les sols (A200)

6.3.1. Réalisation des sondages sur site

La stratégie d'implantation des sondages a été définie de manière à ce que l'emprise du stade d'eaux vives (partie à terrasser) et ses abords fassent l'objet de sondages.

Au total, 9 sondages (nommés StX) entre 0,4 et 2,9 mètres de profondeur ont été réalisés les 30/07/2020 à la tarière mécanique et 7 sondages (nommés SmX³) à 0,2/0,3 m de profondeur le 03/08/2020 à la tarière manuelle.

Le Tableau 5 présente les sondages réalisés.

Tableau 5 : sondages réalisés

Zone concernée	Sondage	Profondeur atteinte
Proche chemin piéton	St01	2,6 m
Berge de Moselle	St02	2,7 m (*)
Proche chemin piéton	St03	2,9 m (*)
Proche chemin piéton	St04	1,2 m (*)

³ X correspond au numéro du sondage

Proche chemin piéton	St05	1,0 m (*)
Proche aire de jeu pour enfant	St06	0,4 m (**)
Proche aire de pique-nique	St07	0,6 m (**)
Proche chemin piéton	St08	3,0 m
Proche chemin piéton	St09	1,0 m
Proche aire de jeu pour enfant	Sm10	0,2 m
Proche aire de pique-nique	Sm11	0,3 m
Proche chemin piéton	Sm12	0,3 m
Proche chemin piéton	Sm13	0,3 m
Berge de Moselle	Sm14	0,3 m
Parc	Sm15	0,3 m
Parc	Sm16	0,15 m

(*) sondage décalé une fois à cause d'un refus sur bloc

(**) sondage décalé trois fois mais refus à la même profondeur systématiquement

Le matériel utilisé (tarière mécanique) a été mis à disposition par l'entreprise EM TP Forage sous la supervision de Thibault Lavallois, technicien d'Antea Group.

La Figure 8 illustre un exemple de sondage.



Figure 8 : illustration du sondage St02

L'ensemble des sondages a été immédiatement rebouché avec les matériaux extraits directement après l'observation organoleptique et la prise d'échantillons.

6.3.2. Suivi des travaux et prélèvement des échantillons sur site

Thibault Lavallois, technicien d'Antea Group, présent constamment lors des investigations, a assuré le respect du Plan de Prévention, dirigé les sondages, noté les coupes techniques, choisi et constitué les échantillons nécessaires à la caractérisation analytique des sols traversés.

La stratégie d'échantillonnage des sols a été adaptée au besoin de l'étude en fonction de la nature des informations recherchées :

- état des sols au droit des sources de pollution,
- caractérisation des terres excavées.

Pour cela la stratégie d'échantillonnage a consisté en un échantillonnage systématique par couche lithologique homogène ou suivant les observations visuelles et olfactives de terrain et en fonction des éléments recueillis lors de l'étude historique.

Les coupes des sondages sont présentées en Annexe V : et précisent notamment la technique de foration, les lithologies observées et les échantillons prélevés.

La localisation (X et Y) et l'altimétrie (Z) des sondages de sol ont été relevés depuis le plan topographique communiqué par la CAE.

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en verre étanches neufs de qualité laboratoire, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, conservés dans des glacières limitant le risque d'altération et expédiés au laboratoire.

Les échantillons de sol ont été envoyés au laboratoire Wessling le 03/08/2020 et réceptionnés le lendemain.

6.3.3. Programme analytique des sols

Le programme analytique a été établi en fonction des objectifs de l'étude, sur la base des informations disponibles et en particulier sur les sources potentielles de pollution identifiées sur site.

Le programme analytique général est synthétisé dans le tableau suivant.

Tableau 6 : descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sols

Sondages	Profondeur (m)	Echantillons (profondeur d'échantillonnage)	Analyses réalisées
St01	2,6 m	0,1-1,5	Pack ISDI, Métaux
		1,5-2,6	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB
St02	2,7 m	0,1-1,5	Pack ISDI, Métaux
		1,5-2,7	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB
St03	2,9 m	0,1-1,2	Pack ISDI, Métaux
		1,2-2,9	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB
St04	1,2 m	0,1-1,2	Pack ISDI, Métaux
St05	1,0 m	0,1-1,0	Pack ISDI, Métaux
St06	0,4 m	0-0,4	Pack ISDI, Métaux
St07	0,6 m	0,1-0,6	Pack ISDI, Métaux
St08	3,0 m	0,1-1,5	Pack ISDI, Métaux

Sondages	Profondeur (m)	Echantillons (profondeur d'échantillonnage)	Analyses réalisées
		1,5-3,0	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB
St09	1,0 m	0,1-1,0	Pack ISDI, Métaux
Sm10	0,2 m	0,1-0,2	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB, Métaux
Sm11	0,3 m	0,05-0,3	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB, Métaux
Sm12	0,3 m	0,05-0,3	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB, Métaux
Sm13	0,3 m	0,05-0,3	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB, Métaux
Sm14	0,3 m	0,05-0,3	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB, Métaux
Sm15	0,3 m	0,05-0,25	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB, Métaux
Sm16	0,15 m	0,05-0,15	HCT C ₁₀ -C ₄₀ , BTEX, HAP, PCB, Métaux

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire Wessling à Saint Quentin Fallavier. Ce laboratoire a obtenu l'équivalent COFRAC et un agrément du Ministère de l'Environnement.

6.4. Investigations sur les sédiments (A220)

6.4.1. Réalisation des prélèvements sur site

La stratégie d'implantation des prélèvements de sédiments dans la Moselle a été définie de manière à obtenir des informations sur la qualité des sédiments à extraire dans le cadre des travaux de la zone de pompage.

Au total, un prélèvement (nommé Sed17) de sédiments a été réalisé au niveau de la zone de pompage.

La localisation (X et Y) du prélèvement de sédiments a été relevée depuis le plan topographique communiqué par la CAE.

6.4.2. Suivi des travaux et prélèvement des échantillons sur site

Pour échantillonner les sédiments, Thibault Lavallois, technicien d'Antea group, a réalisé trois prélèvements depuis un canoé sur la Moselle à l'aide d'une tarière manuelle et les a mélangés afin de réaliser un échantillon composite. Pour des raisons de sécurité, il était accompagné d'une personne du club de canoé-kayak qui manœuvrait l'embarcation.

Les fiches de prélèvements sont présentées en Annexe V :

L'échantillon a été conditionné dans des flacons en verre étanches neufs de qualité laboratoire, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, conservés dans des glacières limitant le risque d'altération et expédiés au laboratoire.

Les échantillons de sol ont été envoyés au laboratoire Wessling le 03/08/2020 et réceptionnés le lendemain.

6.4.3. Programme analytique des sédiments

Le programme analytique a été établi en fonction des objectifs de l'étude, sur la base des informations disponibles et en particuliers sur les sources potentielles de pollution identifiées sur site.

Le programme analytique général est synthétisé dans le tableau suivant.

Tableau 7 : descriptif du programme analytique réalisé sur les échantillons de sédiments

Prélèvement	Localisation	Analyses réalisées
Sed17	Au niveau de la future zone de pompage	Pack ISDI, Métaux

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire Wessling, accrédité COFRAC.

6.5. Investigations sur les gaz du sol (A230)

Les prélèvements de gaz du sol permettent de mesurer la concentration des substances volatiles présentes dans l'air du sol et tiennent compte ainsi du dégazage des substances à partir du sol et des eaux souterraines.

Les sondages, réalisés au droit du futur local technique et des espaces verts pouvant accueillir du public, ont été équipés en piézairs afin de prélever les gaz du sol qui pourraient s'accumuler sous le futur bâtiment et sous les espaces verts.

Etant donné l'absence de sous-sol, les piézairs ont été équipés en crépine entre 0,2/0,45 m et 0,4/1,3 m de profondeur, compte-tenu des difficultés de foration (refus).

6.5.1. Réalisation des ouvrages

6.5.1.1. Piézomètres « gaz »

Trois piézomètres « gaz » ont été implantés au droit du futur local technique et des futurs espaces verts qui accueilleront du public.

Les piézomètres « gaz » ont été réalisés à l'aide d'une tarière mécanique par l'entreprise spécialisée EM TP Forage.

L'ensemble des travaux a été supervisé par Thibault Lavallois, technicien d'Antea Group, présent constamment qui a assuré le respect du plan de prévention, dirigé les forages et noté les coupes techniques.

Les piézomètres « gaz » mis en place ont été équipés :

- d'un tube plein PEHD entre 0 et 0,2/0,45 mètre de profondeur, de diamètre 25/32 mm,
- d'un tube crépiné PEHD entre 0,2/0,45 et 0,4/1,3 mètre de profondeur, de diamètre 25/32 mm,
- d'un bouchon de fond hermétique,
- d'un massif filtrant sur la hauteur du tube crépiné,
- d'un bouchon de bentonite sur 0,2/0,4 mètres d'épaisseur,
- puis du ciment jusqu'à la surface,
- d'une bouche à clé ras de sol.

Les caractéristiques techniques des ouvrages sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 8 : caractéristiques des piézomètres « gaz »

Source / Projet d'aménagement	Investigation réalisée	Nom du point	Profondeur atteinte	Analyses réalisées sur les échantillons prélevés
Projet : local technique sans sous-sol	1 piézair à 1,5 m de profondeur/terrain actuel crépiné entre 0,48 et 1,47 m de profondeur	GP18	1,47 m/sol	TPH C ₅ -C ₁₆ BTEX, naphthalène
Projet : espace vert	1 piézair à 1,0 m de profondeur/terrain actuel crépiné entre 0,55 et 0,98 m de profondeur	GP19	0,98 m/sol	TPH C ₅ -C ₁₆ BTEX, naphthalène
	1 piézair à 0,5 m de profondeur/terrain actuel crépiné entre 0,12 et 0,5 m de profondeur	GP20	0,5 m/sol	TPH C ₅ -C ₁₆ BTEX, naphthalène

Les coupes des piézomètres « gaz » sont fournies en Annexe V : du présent rapport.

La localisation (X et Y) et l'altimétrie (Z) des piézairs ont été relevés depuis le plan topographique communiqué par la CAE.

6.5.2. Prélèvement des gaz du sol

Les prélèvements des échantillons des gaz du sol ont été réalisés le 03/08/2020.

Les prélèvements ont été réalisés selon le fascicule AFNOR relatif au prélèvement et à l'échantillonnage des gaz du sol en janvier 2006 (NF ISO 10381-7). Les prélèvements ont eu lieu 4 jours après l'installation des ouvrages afin de garantir le séchage de l'équipement installé (en particulier la bentonite et le ciment), garantie d'une étanchéité de l'ouvrage.

Les prélèvements d'échantillons de gaz du sol ont été effectués au moyen d'une pompe bas débit spécifique à ce type de prélèvement (type Gilair 5©).

Une purge préalable entre 3 à 8 min a été réalisée à un débit d'environ 0,5 L/min avant prélèvement au droit de chaque piézomètre « gaz » de manière à purger par renouvellement de 3 volumes d'air présent dans l'ouvrage.

Les gaz du sol ont été prélevés sur un support ou cartouche adsorbante spécifique aux substances recherchées (charbon actif), via un tube plongé dans un piézomètre gaz et reliée à une pompe (prélèvement actif). La cartouche adsorbante comprend une plage de mesure et une plage de contrôle, afin de s'assurer de l'absence de saturation du support de prélèvement.

Thibault Lavallois, technicien d'Antea Group, a réalisé les prélèvements, selon le déroulement suivant :

- vérification de la profondeur de l'ouvrage et de l'absence manifeste d'eau en fond d'ouvrage,
- réalisation d'une purge du volume mort d'air présent dans l'ouvrage,
- mise en place de la ligne de prélèvement pour l'échantillon longue durée.

Par ailleurs, afin de valider l'absence d'interférence au moment des prélèvements et du transport, un blanc a été réalisé. Pour ce faire, un support d'air a été traité de façon identique aux échantillons, à l'exception de l'air du sol ayant circulé au travers de la cartouche de prélèvement. Cet échantillon, nommé « blanc », a fait l'objet des mêmes analyses que les échantillons d'air.

Avant et après chaque prélèvement, les pompes ont été calibrées afin de connaître le débit précis pour chaque point de mesure, permettant de définir précisément le volume d'air ayant circulé au travers du support (en utilisant le temps de prélèvement). Une fois la phase de prélèvement terminée, les tubes ont été obturés à chaque extrémité à l'aide de capuchons en polyéthylène. Les supports ont été étiquetés dès leur conditionnement et conservés dans une glacière jusqu'au laboratoire.

La dénomination des échantillons analysés fait référence au nom de l'ouvrage dans lequel l'échantillon a été prélevé. Par exemple l'échantillon GP18 est représentatif des gaz du sol prélevés dans l'ouvrage GP18.

Le tableau suivant résume les paramètres de prélèvements des gaz du sol.

Tableau 9 : paramètres de prélèvement des gaz du sol

Ouvrage	Support	Paramètre analysé	Temps de prélèvement (min)	Débit initial (L/min)	Débit final (L/min)	Débit moyen (L/min)	Volume prélevé (L)	Volume prélevé (m ³)
GP18	Charbon actif	TPH, BTEX, naphthalène	120	0,505	0,495	0,5	60	0,06
GP19	Charbon actif	TPH, BTEX, naphthalène	240	0,504	0,501	0,503	120,6	0,1206
G20	Charbon actif	TPH, BTEX, naphthalène	240	0,496	0,494	0,495	118,8	0,1188

Les fiches de prélèvement détaillées sont présentées en Annexe V : . Des photographies des prélèvements des piézomètres « gaz » sont également présentées.

Les supports ont été étiquetés dès leur conditionnement et conservés dans une glacière jusqu'au laboratoire.

Les échantillons prélevés ont été envoyés le 03/08/2020 au laboratoire Wessling et réceptionnés le lendemain.

6.5.3. Programme analytique des gaz du sol

Le programme analytique intègre les paramètres suivants.

Tableau 10 : descriptif du programme analytique sur les gaz du sol

Ouvrages	Analyses réalisées
GP18	TPH C ₅ -C ₁₆ BTEX, naphthalène
Gp19	TPH C ₅ -C ₁₆ BTEX, naphthalène
GP20	TPH C ₅ -C ₁₆ BTEX, naphthalène
Blanc	TPH C ₅ -C ₁₆ BTEX, naphthalène

Les analyses ont porté sur la couche de mesure et la couche de contrôle⁴ afin de vérifier l'absence de phénomène de claquage ou saturation⁵ des supports et conformément aux règles de l'art.

⁴ Une cartouche de support spécifique utilisée pour le prélèvement des substances présentes en phase vapeur dans l'air comporte une couche de mesure et une couche de contrôle, cette dernière permettant de contrôler la non-saturation de la couche de mesure et ainsi de valider l'échantillonnage.

⁵ Mauvaise adsorption des substances sur le support, pouvant être liée, soit à des concentrations dans l'air trop importantes, soit à une humidité trop importante, soit à la présence d'une molécule interférant le piégeage des molécules recherchées.

Les échantillons d'air du sol ont été analysés par le laboratoire Wessling à Saint Quentin Fallavier, qui détient une accréditation reconnue par le COFRAC et est agréé par le Ministère en charge de l'Environnement.

Les supports n'ayant pas été saturés, il n'a pas été nécessaire d'entreprendre les analyses sur les prélèvements de courte durée.

6.5.4. Conditions météorologiques

Les prélèvements de gaz de sol sont sensibles aux variations météorologiques, ainsi les conditions météorologiques ont été étudiées 3 jours avant et 1 jour après la date de prélèvement, d'après la station météorologique de l'aérodrome d'Epinal (3 km au nord du site).

Afin d'observer l'évolution des paramètres, les conditions météorologiques ont été observées du 31 juillet au 4 août 2020, elles sont reprises ci-dessous :

- le taux d'humidité est de 72 % le jour des prélèvements. Du 31/07/2020 au 04/08/2020, ce taux a présenté une moyenne de 58%. Les conditions étaient donc plutôt moyennement favorables à la mobilisation des gaz en extérieur,
- les températures ont varié entre 16,5°C (minimum le matin) et 20,8°C (maximum l'après-midi) le 03/08/2020. Les trois jours précédents les températures ont montré des variations allant de 5 à 17°C. Ces conditions sont plutôt favorables à la mobilisation des composés volatils,
- le jour des prélèvements la pression atmosphérique était d'ordre de 1 014 hPa. Cela correspond à une période dépressionnaire, conditions favorables à la mobilisation des gaz.

Compte tenu des conditions météorologiques mesurées entre le 31 juillet et le 4 août 2020, les prélèvements de gaz du sol ont été effectués dans des conditions favorables à la mobilisation des gaz en extérieur.

6.6. Localisation des investigations réalisées

La localisation des sondages et prélèvements est présentée dans les Figure 9 et Figure 10.



Figure 9 : localisation des investigations réalisées - état existant



Figure 10 : localisation des investigations réalisées - état projeté

6.7. Maîtrise des impacts environnementaux de l'intervention

Afin de limiter au maximum les impacts environnementaux de son intervention Antea Group a mis en œuvre différentes mesures qui sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 11 : disposition prises pour la maîtrise des impacts environnementaux

Opérations	Dispositions prises
Sondages de sols	Les cuttings ont servi à reboucher les sondages
Forage des piézomètres « gaz »	Les cuttings de forage des piézomètres « gaz » ont été stockés sur site

6.8. Limites de la méthode d'investigation

Les sondages ponctuels ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains du site.

Leur implantation et leur densité permettent d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux sondages et/ou à plus grande profondeur, qui pourrait échapper à nos investigations.

Par ailleurs, le diagnostic rend compte de l'état du milieu à un instant donné. Des événements ultérieurs anthropiques ou naturels (exemple : variation du niveau de la nappe liée à une saisonnalité) peuvent modifier la situation observée à cet instant.

Enfin, un diagnostic de pollution éventuelle du sous-sol a pour seule fonction de renseigner sur l'état chimique de contamination éventuelle du sous-sol et des éventuelles contraintes engendrées par cette contamination pour le projet d'aménagement. Toute utilisation en dehors de ce contexte (dans un but géotechnique par exemple pour déterminer des assises de fondation) ne saurait engager la responsabilité d'Antea group.

7. Résultats des investigations

7.1. Valeurs de comparaison

Valeurs de comparaison

L'interprétation des résultats se fait par comparaison des résultats entre eux et également par comparaison à des valeurs de référence ou des valeurs guides. Ces valeurs ne sont pas nécessairement des seuils de réhabilitation, ni des seuils de risque sanitaire. Elles peuvent parfois être réglementaires. Il est ainsi nécessaire de garder à l'esprit l'objectif à atteindre par les investigations menées.

Le tableau suivant présente les valeurs de comparaison utilisées dans le cadre de cette étude :

Tableau 12 : valeurs de référence ou de comparaison

Milieu	Valeurs de référence ou de comparaison																		
Sol	<p>Les valeurs de référence pour les métaux lourds sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> les valeurs de fond géochimique nationales « Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français – Gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries » - Résultats généraux du programme ASPITET (INRA, 2000), les valeurs de fond géochimique européennes « 90^e percentile en métaux lourds dans les sols de surface (topsoils) européens » - Base de données FOREGS. 																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Paramètres</th> <th>Valeur guide retenue pour les métaux (fond géochimique max sur l'ensemble des référentiels)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arsenic</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Cadmium</td> <td>1,05</td> </tr> <tr> <td>Chrome</td> <td>132</td> </tr> <tr> <td>Cuivre</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>Mercure</td> <td>0,32</td> </tr> <tr> <td>Plomb</td> <td>121</td> </tr> <tr> <td>Nickel</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> <td>166</td> </tr> </tbody> </table>	Paramètres	Valeur guide retenue pour les métaux (fond géochimique max sur l'ensemble des référentiels)	Arsenic	25	Cadmium	1,05	Chrome	132	Cuivre	68	Mercure	0,32	Plomb	121	Nickel	74	Zinc	166
	Paramètres	Valeur guide retenue pour les métaux (fond géochimique max sur l'ensemble des référentiels)																	
	Arsenic	25																	
	Cadmium	1,05																	
	Chrome	132																	
	Cuivre	68																	
	Mercure	0,32																	
	Plomb	121																	
	Nickel	74																	
Zinc	166																		
<p>En l'absence de valeur française réglementaire sur les sols, les résultats analytiques ont été comparés, à titre indicatif, aux critères d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) de l'arrêté du 12 décembre 2014. Ces valeurs s'appliquent dans le cadre du transfert de terres excavées vers une ISDI et ne représentent pas des seuils de réhabilitation (ceux-ci sont définis selon une démarche d'évaluation des risques propre à chaque site).</p>																			
<p>Les hydrocarbures sont naturellement non décelés dans les sols ordinaires, à l'exception des hydrocarbures dans les sols forestiers (humus). Dès lors, l'existence d'une contamination, aussi infime soit elle, du milieu SOL par les hydrocarbures (HCT ou BTEX) peut être appréhendée par comparaison des concentrations mesurées avec les limites de quantification du laboratoire.</p>																			
<p>Pour les polluants organiques chimiques, ces substances ne sont normalement pas présentes dans l'environnement. Donc, le constat de leur présence témoigne d'une contamination (même limitée).</p>																			

Sol (terres excavées)	<p>Afin de mettre en évidence la présence ou l'absence de contraintes en termes de gestion des éventuels déblais, les résultats d'analyses relatifs aux échantillons de sols ont également été comparés aux valeurs présentes dans l'arrêté du 12 décembre 2014 fixant la liste de types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations.</p>																																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Composés analysés</th> <th>Unité</th> <th>Seuils ISDI selon AM du 12/12/14</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Sur brut</td> </tr> <tr> <td>COT</td> <td>mg/kg MS</td> <td>30000*</td> </tr> <tr> <td>HCT C₁₀-C₄₀</td> <td>mg/kg MS</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>HAP</td> <td>mg/kg MS</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>PCB</td> <td>mg/kg MS</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>BTEX</td> <td>mg/kg MS</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Sur lixiviat</td> </tr> <tr> <td>COT</td> <td>mg/kg MS</td> <td>500*</td> </tr> <tr> <td>Fraction soluble</td> <td>mg/kg MS</td> <td>4000**</td> </tr> <tr> <td>Chlorures</td> <td>mg/kg MS</td> <td>800**</td> </tr> <tr> <td>Fluorures</td> <td>mg/kg MS</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Sulfates</td> <td>mg/kg MS</td> <td>1000**</td> </tr> <tr> <td>Indice phénol</td> <td>mg/kg MS</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Métaux</td> </tr> <tr> <td>Antimoine</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>Arsenic</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Baryum</td> <td>mg/kg MS</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Chrome</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Cuivre</td> <td>mg/kg MS</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Molybdène</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Nickel</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>Plomb</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> <td>mg/kg MS</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Mercuré</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>Cadmium</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Sélénium</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Composés analysés	Unité	Seuils ISDI selon AM du 12/12/14	Sur brut			COT	mg/kg MS	30000*	HCT C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg MS	500	HAP	mg/kg MS	50	PCB	mg/kg MS	1	BTEX	mg/kg MS	6	Sur lixiviat			COT	mg/kg MS	500*	Fraction soluble	mg/kg MS	4000**	Chlorures	mg/kg MS	800**	Fluorures	mg/kg MS	10	Sulfates	mg/kg MS	1000**	Indice phénol	mg/kg MS	1	Métaux			Antimoine	mg/kg MS	0,06	Arsenic	mg/kg MS	0,5	Baryum	mg/kg MS	20	Chrome	mg/kg MS	0,5	Cuivre	mg/kg MS	2	Molybdène	mg/kg MS	0,5	Nickel	mg/kg MS	0,4	Plomb	mg/kg MS	0,5	Zinc	mg/kg MS	4	Mercuré	mg/kg MS	0,01	Cadmium	mg/kg MS	0,04	Sélénium	mg/kg MS	0,1
	Composés analysés	Unité	Seuils ISDI selon AM du 12/12/14																																																																															
	Sur brut																																																																																	
	COT	mg/kg MS	30000*																																																																															
	HCT C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg MS	500																																																																															
	HAP	mg/kg MS	50																																																																															
	PCB	mg/kg MS	1																																																																															
	BTEX	mg/kg MS	6																																																																															
	Sur lixiviat																																																																																	
	COT	mg/kg MS	500*																																																																															
	Fraction soluble	mg/kg MS	4000**																																																																															
	Chlorures	mg/kg MS	800**																																																																															
	Fluorures	mg/kg MS	10																																																																															
	Sulfates	mg/kg MS	1000**																																																																															
	Indice phénol	mg/kg MS	1																																																																															
	Métaux																																																																																	
	Antimoine	mg/kg MS	0,06																																																																															
	Arsenic	mg/kg MS	0,5																																																																															
	Baryum	mg/kg MS	20																																																																															
	Chrome	mg/kg MS	0,5																																																																															
	Cuivre	mg/kg MS	2																																																																															
	Molybdène	mg/kg MS	0,5																																																																															
Nickel	mg/kg MS	0,4																																																																																
Plomb	mg/kg MS	0,5																																																																																
Zinc	mg/kg MS	4																																																																																
Mercuré	mg/kg MS	0,01																																																																																
Cadmium	mg/kg MS	0,04																																																																																
Sélénium	mg/kg MS	0,1																																																																																
Sédiments	<p>Les résultats analytiques ont été comparés à titre indicatif, aux critères d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) de l'arrêté du 12/12/2014. Ces valeurs s'appliquent dans le cadre du transfert de terres excavées vers une ISDI et ne représentent pas des seuils de réhabilitation (ceux-ci sont définis selon une démarche d'évaluation des risques propre à chaque site). Pour les polluants organiques chimiques, ces substances ne sont normalement pas présentes dans l'environnement. Donc, le constat de leur présence témoigne d'une contamination (même limitée). En particulier pour les métaux lourds, les valeurs analytiques en mesurées sont comparées à titre indicatif :</p>																																																																																	
	<ul style="list-style-type: none"> ● les valeurs de fond géochimique nationales « Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français – Gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries » - Résultats généraux du programme ASPITET (INRA, 2000), 																																																																																	

	<ul style="list-style-type: none"> les valeurs de fond géochimique européennes « 90^e percentile en métaux lourds dans les sols de surface (topsoils) européens » - Base de données FOREGS. <p>La qualité des sédiments extraits de cours d'eau ou canaux est appréciée selon le seuil S1 indiqué par l'arrêté du 17/07/2014, modifiant l'arrêté du 09/08/2006 relevant de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature du code de l'environnement.</p> <table border="1" data-bbox="400 488 1347 965"> <thead> <tr> <th>Composés analysés</th> <th>Unité</th> <th>Seuils S1 selon AM du 17/07/2014</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Sur brut</td> </tr> <tr> <td>PCB</td> <td>mg/kg MS</td> <td>0,68</td> </tr> <tr> <td>HAP</td> <td>mg/kg MS</td> <td>22,8</td> </tr> <tr> <td>Arsenic</td> <td>mg/kg MS</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Cadmium</td> <td>mg/kg MS</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Chrome</td> <td>mg/kg MS</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Cuivre</td> <td>mg/kg MS</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Mercure</td> <td>mg/kg MS</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Nickel</td> <td>mg/kg MS</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Plomb</td> <td>mg/kg MS</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> <td>mg/kg MS</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>	Composés analysés	Unité	Seuils S1 selon AM du 17/07/2014	Sur brut			PCB	mg/kg MS	0,68	HAP	mg/kg MS	22,8	Arsenic	mg/kg MS	30	Cadmium	mg/kg MS	2	Chrome	mg/kg MS	150	Cuivre	mg/kg MS	100	Mercure	mg/kg MS	1	Nickel	mg/kg MS	50	Plomb	mg/kg MS	100	Zinc	mg/kg MS	300
Composés analysés	Unité	Seuils S1 selon AM du 17/07/2014																																			
Sur brut																																					
PCB	mg/kg MS	0,68																																			
HAP	mg/kg MS	22,8																																			
Arsenic	mg/kg MS	30																																			
Cadmium	mg/kg MS	2																																			
Chrome	mg/kg MS	150																																			
Cuivre	mg/kg MS	100																																			
Mercure	mg/kg MS	1																																			
Nickel	mg/kg MS	50																																			
Plomb	mg/kg MS	100																																			
Zinc	mg/kg MS	300																																			
Gaz du sol	<p>Pour les gaz du sol, en l'absence de valeurs de gestion ou de référentiel d'interprétation, un constat de présence ou d'absence est d'abord effectué. Un composé est détecté chaque fois que sa concentration apparaît supérieure à la limite de quantification (LQ) du laboratoire.</p>																																				

7.2. Résultats obtenus dans les sols

7.2.1. Observations de terrain

7.2.1.1. Lithologie

Les terrains rencontrés sont les suivants :

- sous 10 cm de terre végétale, des remblais sablo-argileux brun grisâtre à passages noirâtre avec des graviers et débris divers (briques, béton, scorie, verre, charbon), jusque vers 1,2/2 m de profondeur/TN,
- du sable beige blanchâtre avec des graviers.

Aucun niveau d'eau n'a été rencontré lors de la foration. Des traces d'humidité ponctuelle ont été observées sur deux sondages (St03 et St08) vers 2,5/2,6 m de profondeur.

7.2.1.2. Observations organoleptiques

Des sols de couleur noirâtre ont été observés dans les remblais au droit du :

- sondage St03 entre 0,1 et 1,2 m de profondeur/TN,
- sondage Sm10 entre 0,1 et 0,2 (refus) m de profondeur/TN,
- sondage Sm11 entre 0,05 et 0,3 (refus) m de profondeur/TN,
- sondage Sm15 entre 0 et 0,1 m de profondeur/TN.

Aucun indice olfactif pouvant être lié à une éventuelle contamination des sols n'a été observé. Les réponses des mesures PID sont nulles.

7.2.2. Résultats d'analyses en laboratoire

Le tableau de résultat présenté page suivante fait apparaître les valeurs de référence présentées précédemment. Ces valeurs sont utilisées à titre indicatif afin de détecter toute éventuelle anomalie dans les sols.

La dénomination des échantillons analysés fait référence au nom du sondage et à la profondeur échantillonnée. Par exemple l'échantillon St01-0,1-1,5m est représentatif des sols échantillonnés entre 0,1 et 1,5 m au droit du sondage St01.

Les résultats sont présentés de la manière suivante :

- précédées du sigle « < », les valeurs inférieures à la limite de quantification (LQ) du laboratoire (substance non quantifiée),
- en **gras**, les paramètres quantifiés dans les sols,
- surlignés en **bleu** pour les éléments traces métalliques sur brut comparés aux bruits de fond géochimique de référence,
- surlignés en **jaune** pour les paramètres comparables aux critères d'acceptation des terres en ISDI (selon l'arrêté du 12/12/2014).

Les bulletins d'analyse sont présentés en Annexe VI : .

D'après les indications du laboratoire d'analyse, la valeur de la teneur en antimoine sur éluât de l'échantillon St01-0,1-1,5m a été vérifiée et confirmée par une contre analyse. En outre, pour 9 échantillons, le laboratoire a constaté la présence de HCT supérieurs à C40.

Tableau 13 : résultats d'analyses obtenus sur les sols

Paramètre	Unité	Seuil ISDI	FG	St01	St01	St02	St02	St03	St03	St04	St05	St06	St07	St08	St08	St09	Sm10	Sm11	Sm12	Sm13	Sm14	Sm15	Sm16
				0,1-1,5m	1,5-2,6m	0,1-1,5m	1,5-2,7m	0,1-1,2m	1,2-2,9m	0,1-1,2m	0,1-1,0m	0,1-0,4m	0,1-0,6m	0,1-1,5m	1,5-3,0m	0,1-1,0m	0,1-0,2m	0,05-0,3m	0,05-0,3m	0,05-0,3m	0,05-0,3m	0,05-0,25m	0,05-0,15m
Sur brut																							
Matière sèche	Gew%			90,1	91,5	95,5	96,8	90,0	92,9	95,0	97,0	96,6	96,8	92,7	88,6	95,2	90,7	92,0	86,4	91,8	96,0	96,7	93,6
Paramètres globaux / Indices																							
COT clarifié d'ap. matière organique	mg/kg	30 000		38 000		17 000		31 000		27 000	19 000	34 000	36 000	16 000		42 000							
Éléments traces métalliques																							
Chrome (Cr)	mg/kg		132	17	57	23	38	55	42	56	17	21	20	15	20	21	36	26	19				
Nickel (Ni)	mg/kg		74	9	13	11	25	12	12	16	10	20	13	11	12	18	10	11					
Cuivre (Cu)	mg/kg		68	220	23	19	45	24	24	27	16	28	31	28	20	40	150	19	24				
Zinc (Zn)	mg/kg		166	240	51	44	180	54	66	76	40	68	84	73	57	130	260	70	75				
Arsenic (As)	mg/kg		25	13	17	15	17	17	11	13	11	10	15	14	11	18	10	13					
Cadmium (Cd)	mg/kg		1,05	<0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mercuré (Hg)	mg/kg		0,32	14	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	
Plomb (Pb)	mg/kg		121	560	130	32	120	29	60	45	42	52	52	150	42	75	310	42	49				
Hydrocarbures totaux																							
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg		<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg		<20	<20	<20	<20	24	59	<20	22	<20	<20	<20	<20	<20	38	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg		80	<20	<20	<20	160	260	460	48	180	89	<20	<20	65	62	130	57	170	69	190	50	
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg		<20	<20	<20	110	190	99	<20	46	<20	<20	<20	<20	<20	30	<20	58	<20	100	<20	<20	
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg	500	110	22	23	<20	290	480	630	78	250	130	<20	<20	97	87	210	84	260	99	300	76	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																							
Naphtalène	mg/kg		<0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,08	0,09	0,07	0,06	0,05	0,08	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,41	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	
Acénaphthylène	mg/kg		0,14	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	0,08	0,06	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,15	<0,05	0,10	0,07	<0,05	0,12	
Acénaphthène	mg/kg		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,96	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Fluorène	mg/kg		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,61	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Phénanthrène	mg/kg		0,34	0,40	0,15	0,09	0,7	<0,05	0,39	0,29	0,38	0,48	<0,05	<0,05	0,33	0,22	5,1	0,21	0,40	0,55	0,06	0,22	
Anthracène	mg/kg		0,20	0,10	<0,05	<0,05	0,21	0,27	0,15	0,11	0,18	0,12	<0,05	<0,05	0,11	0,17	0,84	0,06	0,19	0,16	<0,05	0,13	
Fluoranthène	mg/kg		0,94	0,75	0,29	0,15	1,7	2,4	0,64	0,48	1,3	1,0	0,10	0,09	0,89	0,86	6,4	0,50	0,95	1,3	0,16	0,49	
Pyrène	mg/kg		0,79	0,62	0,23	0,11	1,4	1,9	0,55	0,38	1,0	0,83	0,09	0,08	0,71	0,73	4,8	0,38	0,74	1,0	0,12	0,41	
Benzo(a)anthracène	mg/kg		0,51	0,35	0,16	0,08	1,0	1,5	0,38	0,24	0,90	0,79	0,05	0,06	0,65	0,58	2,6	0,32	0,62	0,58	0,09	0,30	
Chrysène	mg/kg		0,43	0,30	0,15	0,07	0,83	1,2	0,35	0,21	0,77	0,69	<0,05	<0,05	0,54	0,47	2,1	0,29	0,51	0,54	0,08	0,26	
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg		0,81	0,54	0,28	0,14	1,7	2,4	0,6	0,40	1,6	1,2	0,10	0,10	1,2	1,0	3,4	0,57	1,0	1,0	0,18	0,58	
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg		0,30	0,20	0,10	0,05	0,59	0,89	0,21	0,14	0,52	0,46	<0,05	<0,05	0,42	0,37	1,2	0,21	0,37	0,36	0,06	0,21	
Benzo(a)pyrène	mg/kg		0,55	0,42	0,17	0,09	1,2	1,7	0,41	0,26	0,99	0,77	0,06	0,06	0,80	0,68	2,4	0,34	0,66	0,65	0,11	0,37	
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg		<0,11	<0,08	<0,05	<0,05	<0,22	<0,35	<0,11	<0,08	<0,22	<0,24	<0,05	<0,05	<0,18	<0,16	<0,44	<0,08	<0,15	<0,13	<0,05	<0,09	
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg		0,40	0,28	0,14	0,07	0,97	1,6	0,35	0,23	0,81	0,65	0,05	<0,05	0,75	0,56	1,7	0,30	0,58	0,53	0,10	0,32	
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg		0,41	0,28	0,13	0,07	0,84	1,4	0,37	0,21	0,69	0,66	<0,05	<0,05	0,68	0,49	1,5	0,28	0,52	0,49	0,12	0,28	
Somme des HAP	mg/kg	50	5,8	4,3	1,8	0,95	11,3	15,5	4,5	3,1	9,4	7,8	0,45	0,38	7,1	6,3	34,2	3,4	6,6	7,2	1,1	3,7	
Benzène et aromatiques (BTEX)																							
Benzène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,21	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,2	<0,1	0,21	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène	mg/kg		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des BTEX	mg/kg	6	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	0,21	-/-	-/-	0,21	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
PCB																							
PCB n°28	mg/kg		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n°52	mg/kg		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0																

7.2.3. Description des résultats sur les sols

Métaux :

Des éléments traces métalliques sont quantifiés dans l'ensemble des échantillons, excepté le cadmium qui n'est quantifié pour aucun échantillon. 5 échantillons sur 16 présentent des teneurs supérieures au fond géochimique :

- St01-0,1-5 m : cuivre, zinc, mercure et plomb,
- St02-0,1-1,5 m et Sm11-0,05-0,3m : plomb,
- St04-0,1-1,2 m : zinc,
- Sm14-0,05-0,3 m : cuivre, zinc et plomb.

Les dépassements sont pour la plupart modérés, hormis pour l'échantillon St01-0,1-1,5m avec une teneur en mercure de 14 mg/kg MS qui est 40 fois supérieure à la teneur du fond géochimique (0,32 mg/kg MS).

En outre, l'échantillon prélevé au droit du sondage Sm14 présente une teneur en plomb de 310 mg/kg MS qui est supérieure au seuil de 300 mg/kg MS fixé par le HCSP (Haut Conseil de la Santé Public) pour le risque de saturnisme infantile.

HCT :

Les HCT C₁₀-C₄₀ sont détectés sur la quasi-totalité des échantillons analysés. Les teneurs sont comprises entre 22 et 630 mg/kg MS pour la somme des HCT C₁₀-C₄₀.

Un échantillon présente des teneurs en HCT C₁₀-C₄₀ supérieures au seuil d'acceptation en ISDI fixé à 500 mg/kg :

- au droit du sondage St04 entre 0,1 et 1,2 m de profondeur/TN dans les remblais (630 mg/kg MS).

HAP :

Les HAP sont quantifiés pour l'ensemble des échantillons analysés, à des teneurs comprises entre 0,38 et 34,2 mg/kg MS, inférieures au seuil d'acceptation en ISDI (50 mg/kg MS).

La teneur la plus élevée en naphtalène, seul HAP potentiellement volatil, est de 0,41 mg/kg MS en Sm11 entre 0,05 et 0,3 m.

La teneur la plus élevée en benzo(a)pyrène, HAP le plus toxique, est de 2,4 mg/kg MS en Sm11 entre 0,05 et 0,3 m.

BTEX :

Les BTEX sont quantifiés pour 2 échantillons analysés sur 20, à des teneurs comprises de 0,21 mg/kg MS, largement inférieures au seuil d'acceptation en ISDI (6 mg/kg MS).

PCB :

Les PCB ne sont pas quantifiés.

COT et tests de lixiviation au regard des critères d'admission en ISDI

Afin d'estimer la compatibilité des matériaux du site avec les centres de stockage pour déchets inertes, les paramètres fixés comme critères d'acceptation ont été analysés sur 9 échantillons prélevés. Les paramètres analysés sur l'éluât obtenu après lixiviation sont les métaux (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni,