
Résumé

À la demande des Voies Navigables de France (VNF), le Cerema Hauts-de-France, groupe Ouvrages d'Art et Géotechnique – Etudes (OAG-E), a réalisé une étude géotechnique préalable concernant l'étude et l'analyse des problématiques liées aux scénarios d'allongement ou doublement de l'écluse de Flandres.

La présente étude correspond à une mission G1 phases ES (Étude de Site) au sens de la norme NF P94-500 de novembre 2013.

D'après l'étude bibliographie, on s'attend à rencontrer les terrains suivants au niveau de la zone du projet d'allongement/doublement de l'écluse :

- des remblais anthropiques à épaisseur variable,
- des alluvions sableuses, limoneuses à argileuses de 3 à 5 m, avec présence de tourbe, débris végétaux et un horizon de graviers à silex d'environ 2 m d'épaisseur
- des sables fins gris-vert d'Ostricourt d'environ 5 à 15 m
- des argiles de Louvil

Une nappe est attendue entre 1,9 à 3,5 m de profondeur.

Cette étude a également mis en évidence de nombreuses phases d'aménagement historiques sur le site pouvant impacter les futurs travaux.

Les terrains seront baignés par une nappe superficielle d'origine météorique. Le niveau de cette nappe aura une incidence directe avec le projet.

Une coupe hydrogéologique a été réalisée selon les scénarios (solutions 1 et 2) d'aménagements prévus.

Mots clés

Etude G1, écluse de Flandres, allongement, doublement

Sommaire

Introduction.....	6
Contexte de la demande.....	6
Démarche mise en œuvre.....	6
Documents communiqués.....	6
Principales caractéristiques du projet.....	7
Situation.....	7
Description du projet.....	9
Contexte géologique et hydrogéologique.....	10
Étude de site.....	10
Contexte géologique.....	15
Contexte hydrogéologique.....	19
Aléas divers.....	19
Conclusion.....	21

Introduction

Contexte de la demande

À la demande des Voies Navigables de France (VNF), le Cerema Hauts-de-France, groupe Ouvrages d'Art et Géotechnique – Etudes (OAG-E), a réalisé une étude géotechnique préalable concernant l'étude et l'analyse des problématiques liées aux scénarios d'allongement ou doublement de l'écluse de Flandres.

La présente étude correspond à une mission G1 phases ES (Étude de Site) au sens de la norme NF P94-500 de novembre 2013.

Démarche mise en œuvre

Deux parties composent ce rapport :

- La première partie rappelle les principales caractéristiques du projet.
- La deuxième partie présente le contexte géologique du site et les principaux risques naturels associés.

Documents communiqués

Dans le cadre de cette étude, nous avons reçu de la part de VNF :

- [1] des plans topographiques de l'écluse de Flandres,
- [2] des études de faisabilité d'allongement et doublement de l'écluse
- [3] des plans et coupes de l'écluse
- [4] un rapport d'étude géotechnique concernant l'aménagement de zones de garages de l'écluse de Flandres en amont rive gauche du canal de Neuffossé, référencé C.18.33072C, daté du 16/11/18

Principales caractéristiques du projet

Situation

La position actuelle de l'écluse de Flandres est reportée sur les figures 1 et 2.

L'écluse de Flandres se situe sur le canal de Neuffossé sur la commune d'Arques dans le département du Pas-de-Calais. Elle se situe à 1,8 km en aval de l'écluse de Fontinettes. L'écluse de Flandres est accessible depuis les 2 rives :

- en rive droite par la rue des Alpes,
- en rive gauche par la rue d'Alsace.

En rive droite de l'écluse se situe le cours d'eau de la Basse Meldyck permettant à l'étang de Batavia de se vider en aval de l'écluse de Flandres.



Figure 1: Situation source IGN



Figure 2: Situation géographique

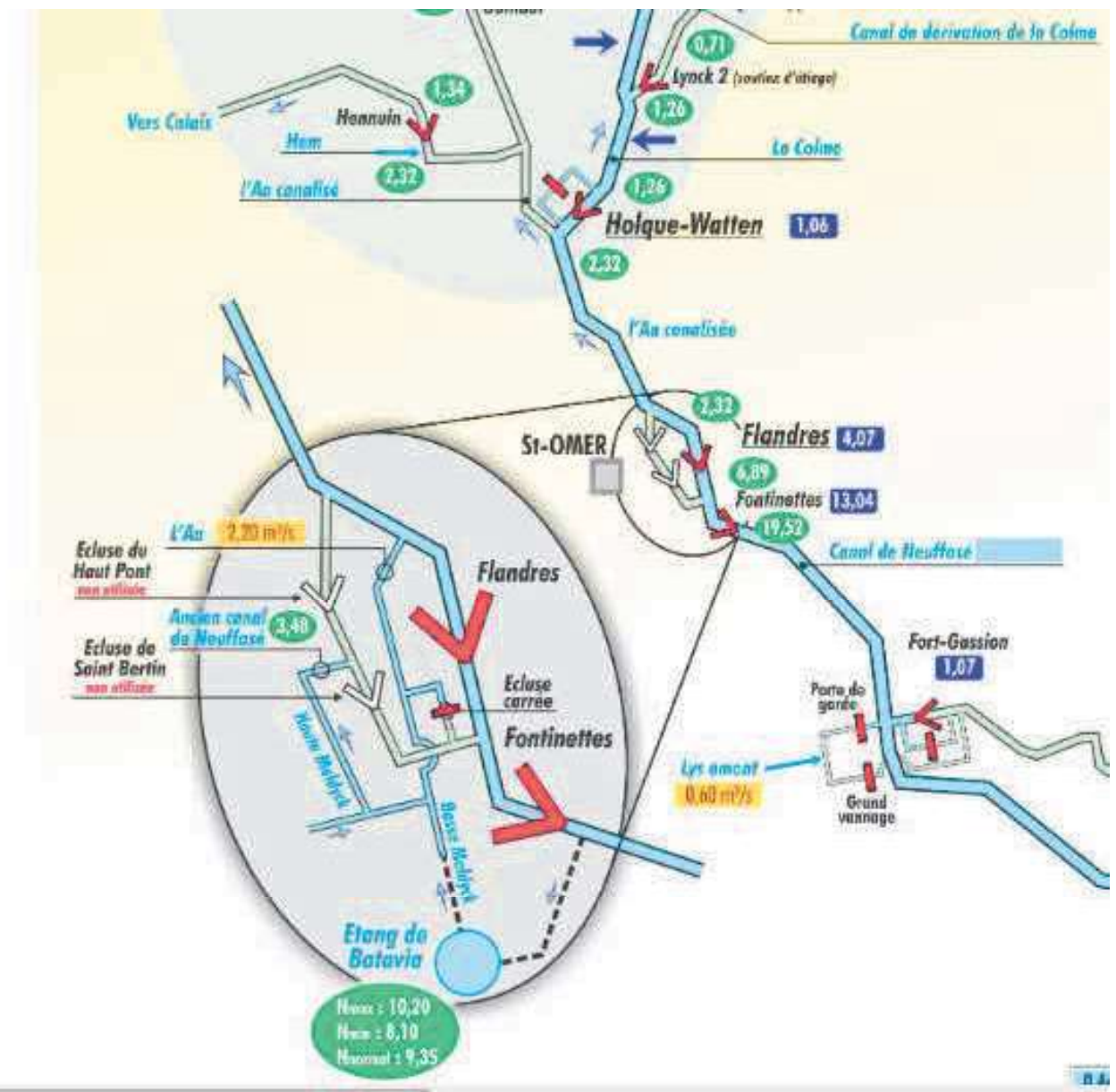


Figure 3: Situation de l'écluse de Flandres au sein du réseau VNF

Description du projet

La « Liaison Seine-Escaut » est un projet visant à relier le bassin versant de la Seine au réseau fluvial du Nord de la France à l'aide d'un nouveau canal à grand gabarit. La mise en place de ce canal, aussi appelé Canal Seine-Nord-Escaut (CSNE), permettra d'accueillir un trafic fluvial plus important, en autorisant notamment le passage d'unités de 185 m de long (gabarit CEMT Vb).

Dans le cadre de ce projet, VNF prévoit différents scénarios d'allongement ou doublement des écluses de l'axe Dunkerque-Cuinchy. Cet axe concerne 4 écluses : Cuinchy, Holque Watten, Flandres et Fontinettes. **On s'intéressera dans ce rapport à l'écluse de Flandres.**

L'écluse actuelle se situe sur le canal de Neuffossé sur la commune d'Arques dans le département du Pas-de-Calais (62). Elle est composée d'un sas intermédiaire de 91,6 m et d'un petit sas de 45 m. La longueur totale du sas est de 144,6 m et l'écluse présente une largeur de 12 m.

Le schéma ci-dessous fournit par VNF, présente 3 scénarios différents dans le cadre de la mise en place du CSNE (seuls les deux premiers scénarios seront traités dans ce rapport – le troisième sera étudié dans le cadre de l'étude des scénarios de l'écluse de Fontinettes) :

- une première solution prévoit le doublement de l'ouvrage existant par la rive gauche avec un allongement des zones d'attente en amont et en aval et la création d'un barrage
- la deuxième solution prévoit l'allongement du sas existant à 195 m et un doublement de l'ouvrage existant avec un sas de 145 m. Il est également prévu d'allonger les zones d'attentes en amont et aval, ainsi que de créer un barrage.
- la troisième solution prévoit une fusion des écluses de Flandres et Fontinettes.

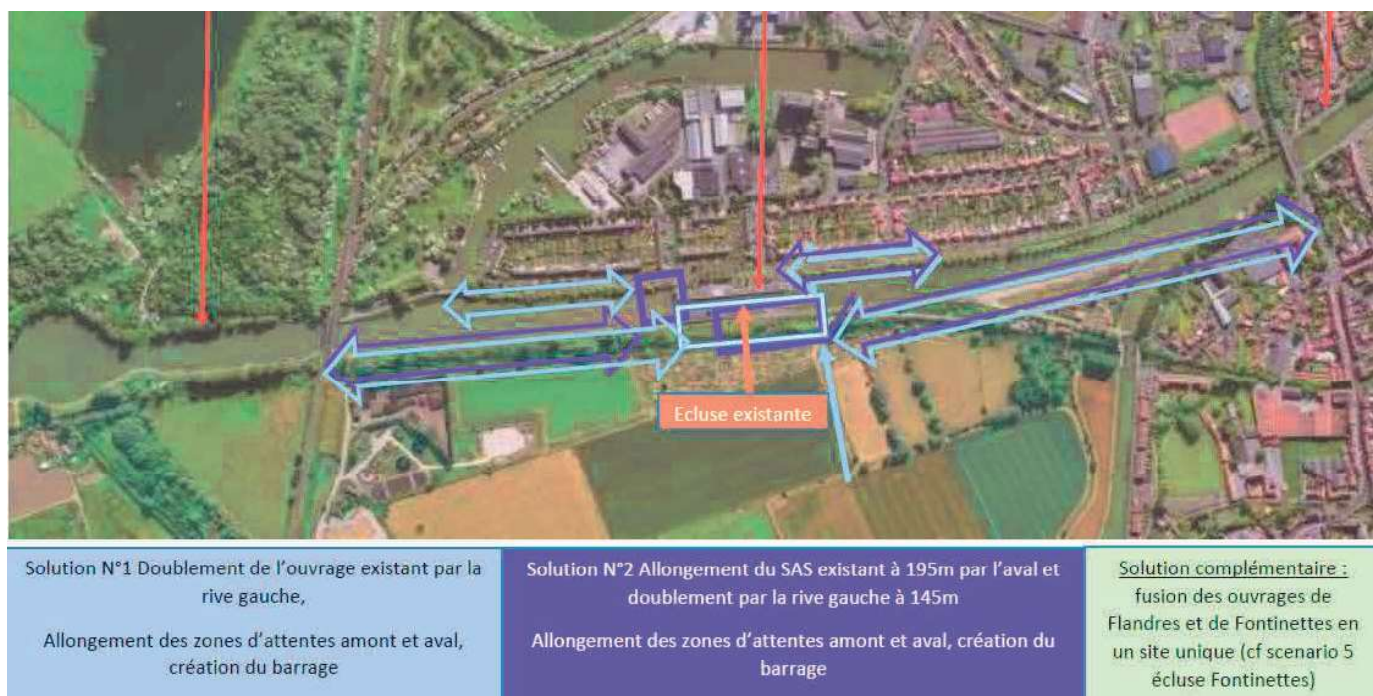


Figure 4 : Projet d'aménagement de l'écluse de Flandres

Contexte géologique et hydrogéologique

Étude de site

Description du site Le site d'étude présente dans sa globalité une topographie avec une altimétrie variant entre les cotes 4 NGF et 7 NGF.

Au niveau de l'écluse actuelle, l'altimétrie varie de 7 NGF en amont à 4 NGF en aval sur la rive droite. La rive gauche présente une altimétrie variant également de 4 à 7 NGF avec une pente progressive vers le sud. Un pic à 8 NGF est atteint au niveau du talus de l'ouvrage ferroviaire au nord du projet. Cet ouvrage permet de traverser le canal de Neuffossé.

Au sud du projet, les altimétries varient de 7 à 8 NGF en rive droite et en rive gauche. Un pic est atteint à 12 NGF au niveau du talus de l'ouvrage routier permettant à la RD210 de traverser le canal.

Le schéma ci-dessous synthétise les différentes altimétries observées :



De nombreuses habitations sont présentes tout le long de la rive droite entre les deux ouvrages routier et ferroviaire délimitant l'emprise du projet, la plupart des maisons se situent à une vingtaine de mètres du canal de Neuffossé et sont réalisées sur cave ou sous sol semi-enterrés.

Quelques habitations sont également présentes au niveau de l'embranchement du canal et en rive gauche au sud de l'écluse actuelle.

Un pont ferroviaire se situe au nord de l'écluse actuelle et un pont routier supportant la RD210 se situe au sud de celle-ci.

À noter également la présence :

- d'un bras d'eau à l'est de l'écluse qui relie le canal en amont de l'ouvrage ferroviaire,
- des étangs Malhove, Beauséjour et de l'Arc-en-ciel à l'est de l'écluse
- de la rivière basse Meldyck à l'ouest de l'écluse

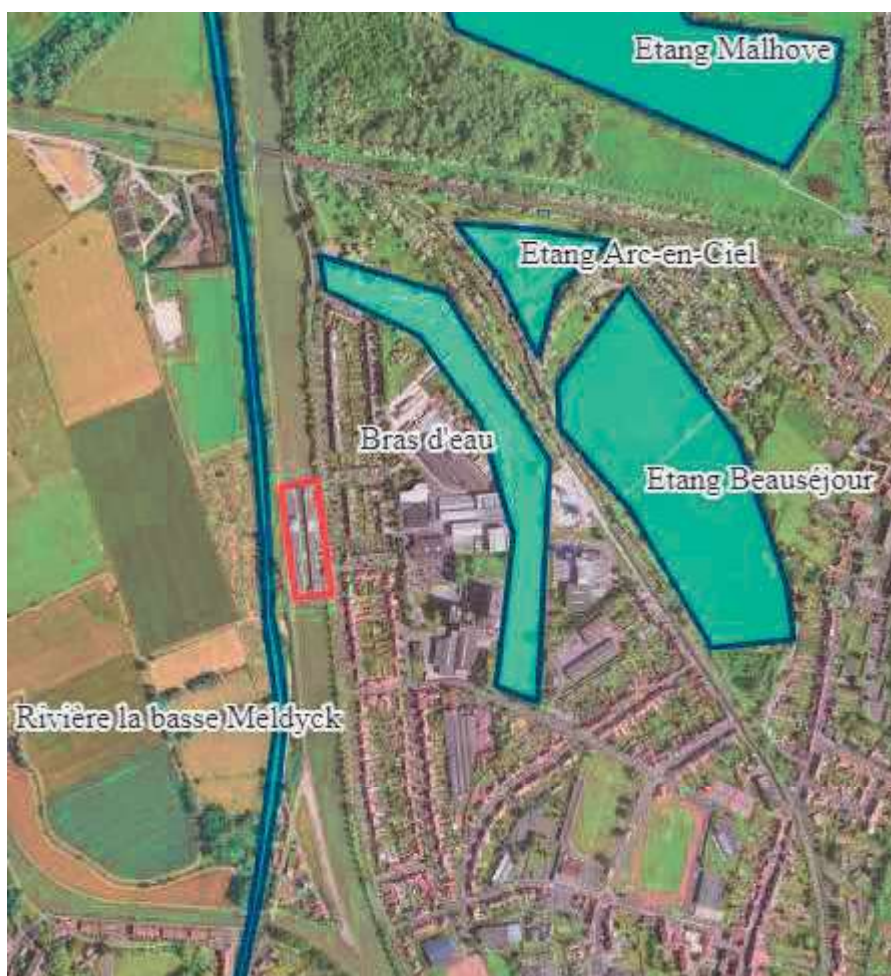




Figure 5: Ouvrage ferroviaire au nord de l'écluse



Figure 6: Ouvrage routier portant la RD210 au sud de l'écluse

Photos anciennes Les premières photographies aériennes disponibles en libre accès sur le site remonterletemps.fr datent de l'année 1935. À cette époque, le canal actuel de Neuffossé n'existe pas encore. L'écluse de Flandres a été construite en 1952.

Dans les années 60, on observe l'aménagement de nombreux lotissements en rive droite de l'écluse. Les photographies de 1969 montrent que l'écluse a été allongée et possède les 3 sas actuels dont les longueurs utiles sont de 45, 91.8 et 144.6 m.



Figure 7: Photographie de 1935
Le canal de Neuffossé n'a encore été construit



Figure 8: Photographie de 1947

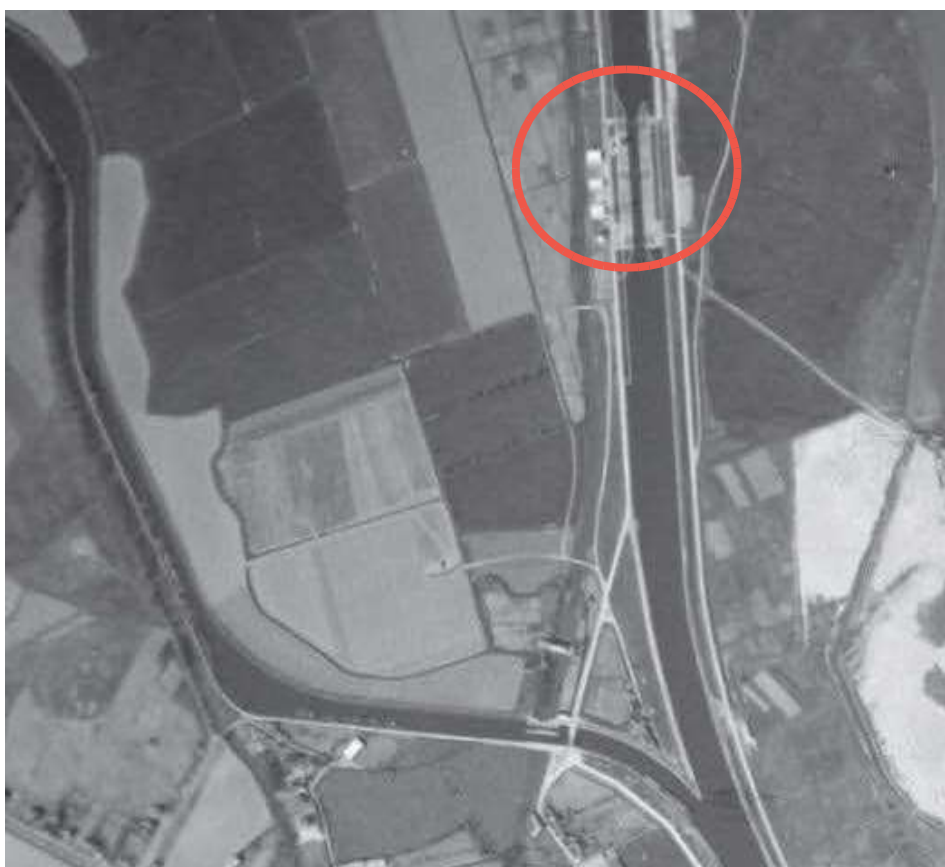


Figure 9: Photographie de 1955
L'écluse actuelle de Flandres a été construite en 1952

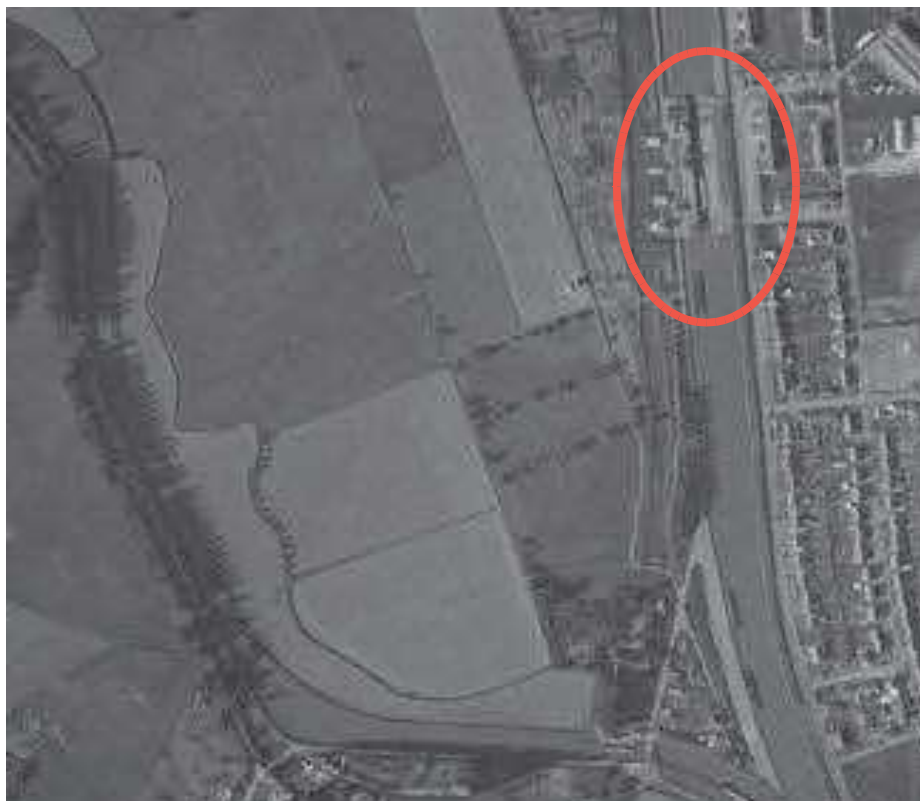


Figure 10: Photographie de 1964
Construction des lotissements en rive droite et gauche de l'écluse

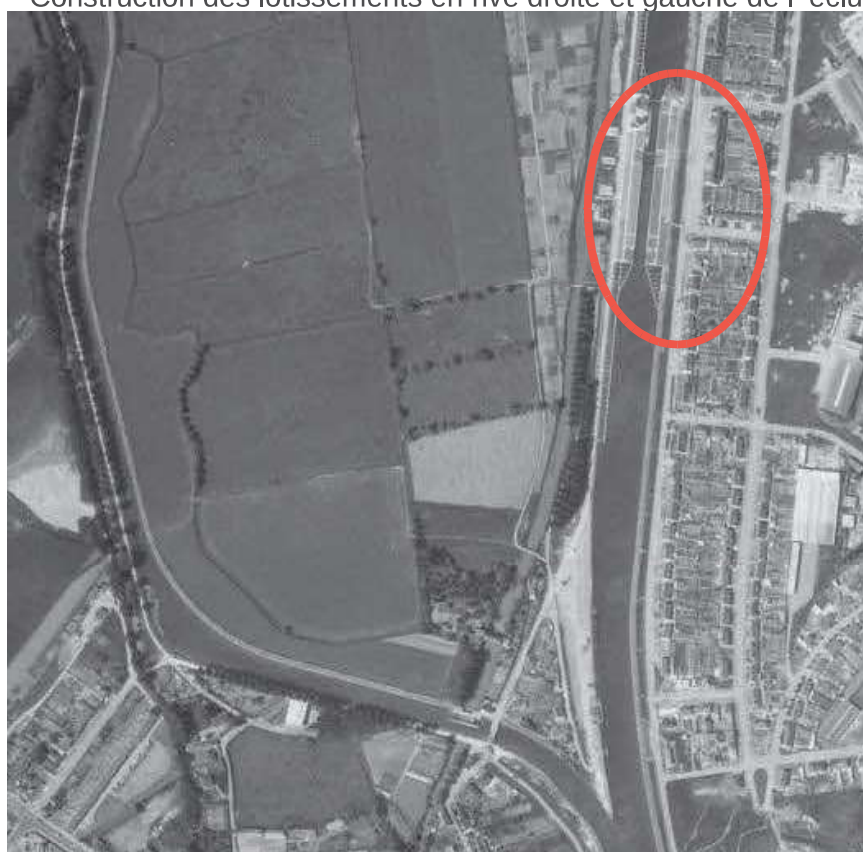


Figure 11: Photographie de 1969
Allongement de l'écluse de Flandres



Figure 12: Photographie de 2012
État actuelle de l'écluse de Flandres

Contexte géologique

Formations géologiques Un extrait de la carte géologique au 1/50 000^{ème} Saint-Omer est reporté sur la Figure 13.

On s'attend à retrouver le contexte géologique suivant au niveau du site :

- Remblais anthropiques
- Alluvions modernes (FZ)
- Sables et grès d'Ostricourt (e2b – Landénien supérieur)
- Argile de Louvil, tuffeau de St-Omer (e2a – Landénien inférieur)

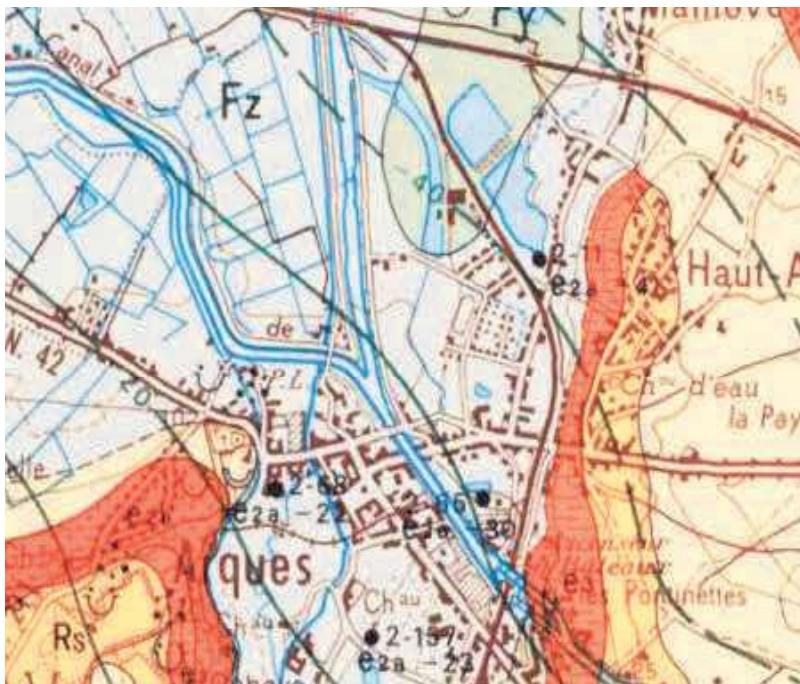


Figure 13: Extrait de la carte géologique au 1/50000ème de St-Omer (source : BRGM)

Extraits de la notice Géologique

FZ. Alluvions modernes :

« Dans les vallées de l'Aa, de la Lys et de ses affluents les dépôts modernes sont importants (10 à 12 m parfois). Ils sont sableux, argileux, de teinte brune ou jaune mais le plus souvent bleuâtres, grisâtres ou noirâtres, en raison de la présence de matières organiques d'origine végétale »

La majeure partie de ces alluvions est constituée de sables bouillants verdâtres ou grisâtres avec granules de craie contenant des lits de graviers de silex... »

e2b Sable et grès d'Ostricourt (Landénien supérieur) :

« On distingue dans les Sables et Grès d'Ostricourt, deux faciès : 1° — Landénien continental (Sables du Quesnoy). Il est constitué par des sables d'origine continentale ou fluviatile, blancs, quartzeux, généralement purs et sans glauconie. Ces sables sont parfois bruns, violacés ou noirs et peuvent renfermer des lits d'argile ligniteuse. »

« 2° — Landénien marin (Sables et Grès de Grandgiise). Ce sont des sables glauconieux gris ou verts, jaunes ou roux lorsqu'ils sont altérés à l'affleurement et parfois aussi en profondeur (par transformation de la glauconie en limonite)... »

e2a. Sablon argileux. Argile de Louvil et Tuffeau de Saint-Omer (Landénien inférieur) :

« Le Landénien inférieur est marin et représenté par un complexe argilo-sableux comprenant trois faciès : un sable fin (sablon à éléments de 80 /u) glauconieux, le plus souvent argileux de teinte gris vert à jaune passant insensiblement vers le haut aux Sables d'Ostricourt; une argile sableuse (Argile de Louvil), de couleur très variable (grise ou noire mais fréquemment bleue ou verte), plastique et se débitant parfois en feuillets. »

« Le troisième faciès représenté par le Tuffeau de Saint-Omer, consiste en un grès glauconieux, souvent assez tendre, à ciment d'opale. »

Éléments complémentaires

Des sondages historiques de la BSS (Base de Données du Sous-Sol – BRGM, cf. Figure 14), disponibles sur la zone ont été étudiés. Ces derniers mettent globalement en évidence :

- la présence de remblais en surface
- la présence d'alluvions sur une hauteur de 3 à 5 m, ces alluvions sont sableuses, limoneuses et argileuses avec présence de tourbe et d'un horizon de graviers de silex d'environ 2 m
- des sables gris-vert d'Ostricourt d'environ 5 à 15 m
- des argiles de Louvil de 13 à 25 m

Les sondages exploités sont les suivants :

- 3 sondages à proximité de l'ouvrage ferroviaire (au nord-Aval)
 - BSS00ASBU
 - BSS00ASBV
 - BSS00ASBW
- 3 sondages à proximité de l'écluse (rive droite) – ces données ne sont cependant pas exploitables
 - BSS00ASBF
 - BSS00ASBG
 - BSS00ASDT
- 3 sondages à proximité de l'ouvrage routier supportant la RD210 (au sud-Amont)
 - BSS00ASBE
 - BSS00ASJZ
 - BSS00ASKC



Figure 14: Données BSS - Localisation des sondages disponibles

- À proximité de l'ouvrage ferroviaire (sondages en annexe) :

Sondage	BSS00ASBU	BSS00ASBV	BSS00ASBW
Année	1972	1973	1972
X (Lambert 1 Nord)	596869	596899	596919
Y (Lambert 1 Nord)	338849	338799	338839
Z (NGF)	3.9	3.8	4.1
Niveau d'eau par rapport au sol (m)	2.9	3.5	3.3
Couche 1	0 à 3.2 m Terre végétale, alluvions sableuses avec traces de tourbes	0 à 3.1 m Terre végétale, alluvions limoneuses avec traces de tourbes	0 à 2.8 m Terre végétale, alluvions limoneuses et sableuses avec traces de tourbes
Couche 2	3.2 à 4.2 m Sables très fins limoneux gris vert	3.1 à 4.4 m Sables très fins limoneux marron clair puis gris vert	2.8 à 3.2 m Sables très fins limoneux gris vert avec trace de silex
Couche 3	4.2 à 6.8 m Silex tout venant et graviers	4.4 à 5.7 m Silex tout venant et graviers	3.2 à 5.6 m Silex tout venant et graviers
Couche 4	6.8 à 12 m Sable très fin légèrement argileux vert foncé	5.7 à 12 m Sable très fin légèrement argileux vert foncé	5.6 à 12 m Sable très fin légèrement argileux vert foncé

- À proximité de l'ouvrage routier supportant la RD210 (sondages en annexe)

Sondage	BSS00ASBE	BSS00ASJZ	BSS00ASKC
Année	1941	-	-
X (Lambert 1 Nord)	597250	597349	597549
Y (Lambert 1 Nord)	337500	337599	337599
Z (NGF)	7.85	5	5
Niveau d'eau par rapport au sol (m)	-	-	1,9
Couche 1	0 à 1.9 Remblais	0 à 4.8 m Terre végétale, alluvions sableuse et argileuses avec traces de tourbes	0 à 2 m Remblais
Couche 2	1.9 à 2.2 Argile marécageuse	4.8 à 5.5 m Graviers de silex grossiers 5.5 à 6 m Argile silteuse gris-noire et graviers de silex	-
Couche 3	-	6 à 9 m Sables fins gris foncé à passages gris-verdâtre	-
Couche 4	-	9 à 13 m Sable fin légèrement argileux gris foncé à noirâtre	-

Contexte hydrogéologique

Les sondages disponibles sur la BSS (Base de Données du Sous-Sol du BRGM) mettent en évidence la présence d'une nappe entre 1,9 et 3,5 m de profondeur. Il existe une nappe alluviale en interaction avec celles des sables d'Ostricourt, reposant sur l'argile de Louvil. Il peut exister une nappe superficielle en situation météorologique défavorable.

Les niveaux d'eau considérés au droit du site de l'écluse des Flandres sont les suivants :

- Niveau Normal de Navigation amont : 6,39 NGF.
- Niveau Normal de Navigation aval : 2,32 NGF.

Aléas divers

Les risques identifiés sur la commune d'Arques sont les suivants (source georisque.fr).

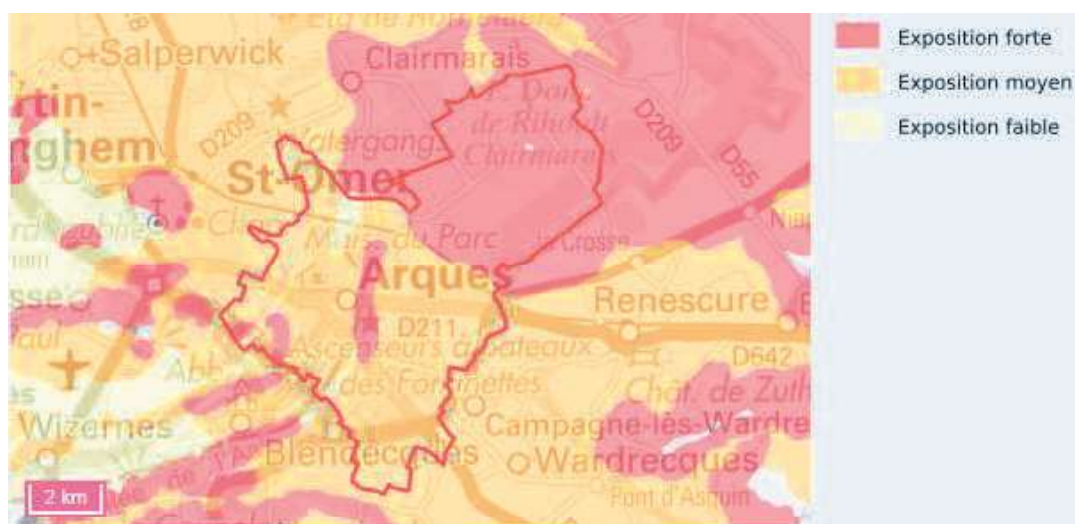
Détail des risques majeurs recensés sur la commune

Inondation
Risque industriel
Risque industriel – Effet de surpression
Risque industriel – Effet thermique
Risque industriel – Effet toxique
Séisme Zone de sismicité : 2
Transport de marchandises dangereuses

Les informations plus générales, relatives à la commune d'Arques, trouvées sur le site georisque.gouv.fr, sont détaillées ci-dessous.

Sismicité Le projet est situé en zone 2 de sismicité faible au sens des décrets 2010-1254 et 1255.

Aléa retrait-gonflement Le projet est situé en zone d'aléa moyen vis-à-vis de l'aléa retrait-gonflement (source argiles.fr).



**Remontée de nappe,
inondations**

La commune d'Arques est un territoire soumis à un risque important d'inondation et fait l'objet d'un Plan de prévention des risques inondation (PPRI).



Mouvements de terrain

Il a été recensé des mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse. Cependant aucun glissement de terrain n'a été recensé dans la zone d'étude. La commune d'Arques n'est pas soumise à un Plan de prévention des mouvements de terrains.

Cavités

Il n'existe pas de cavités connues sur la commune d'Arques à proximité du site du projet de l'écluse.

Base de données Basol

Il existe des sites et sols pollués sur la commune d'Arques recensés dans la base de données Basol. De nombreux anciens sites industriels et activités de service sont recensés sur la commune.

Plusieurs installations industrielles classées sont également actuellement présentes sur la commune d'Arques.



Figure 15: Anciens sites et activités industriels



Figure 16: Sites pollués ou potentiellement pollués

Remblai de tranchée La zone n'est pas concernée par la présence d'aménagement liés aux conflits de la Première Guerre Mondiale.



Figure 17: Extrait carte des tranchées 1918

Conclusion

D'après l'étude bibliographique, on s'attend à rencontrer les terrains suivants au niveau de la zone du projet d'allongement/doublement de l'écluse :

- des remblais anthropiques,
- des alluvions sableuses, limoneuses à argileuses de 3 à 5 m, avec présence de tourbe, débris végétaux et un horizon de graviers à silex d'environ 2 m d'épaisseur,
- des sables fins gris-vert d'Ostricourt d'environ 5 à 15 m,
- des argiles de Louvil.

Une nappe est attendue entre 1,9 à 3,5 m de profondeur.

Il est à noter que peu de sondages sont disponibles au niveau de la zone de projet et que des sondages complémentaires seront nécessaires afin de mieux appréhender la nature des terrains et ses compacités.

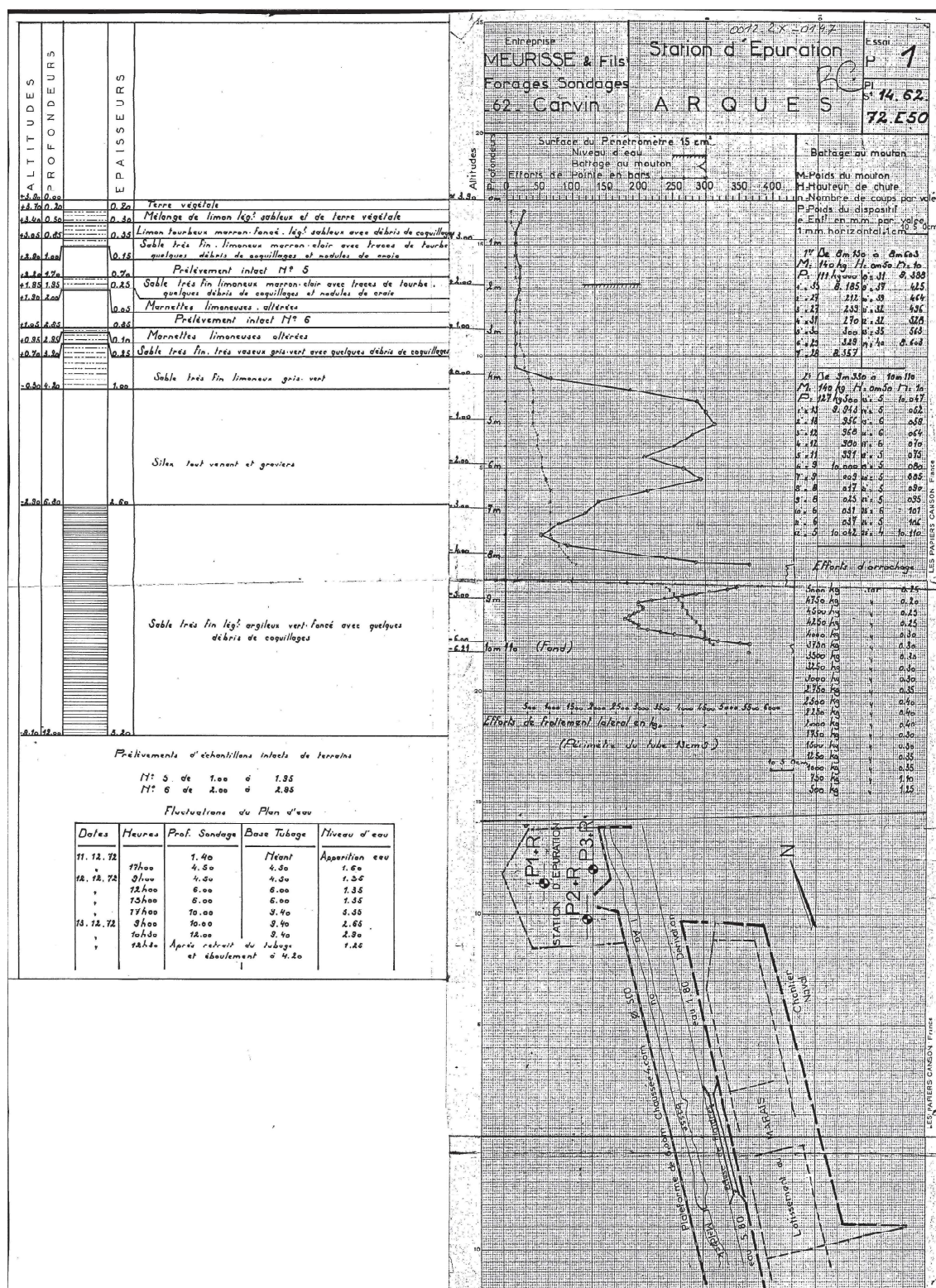
Les principaux risques mis en avant par l'étude sont les suivants :

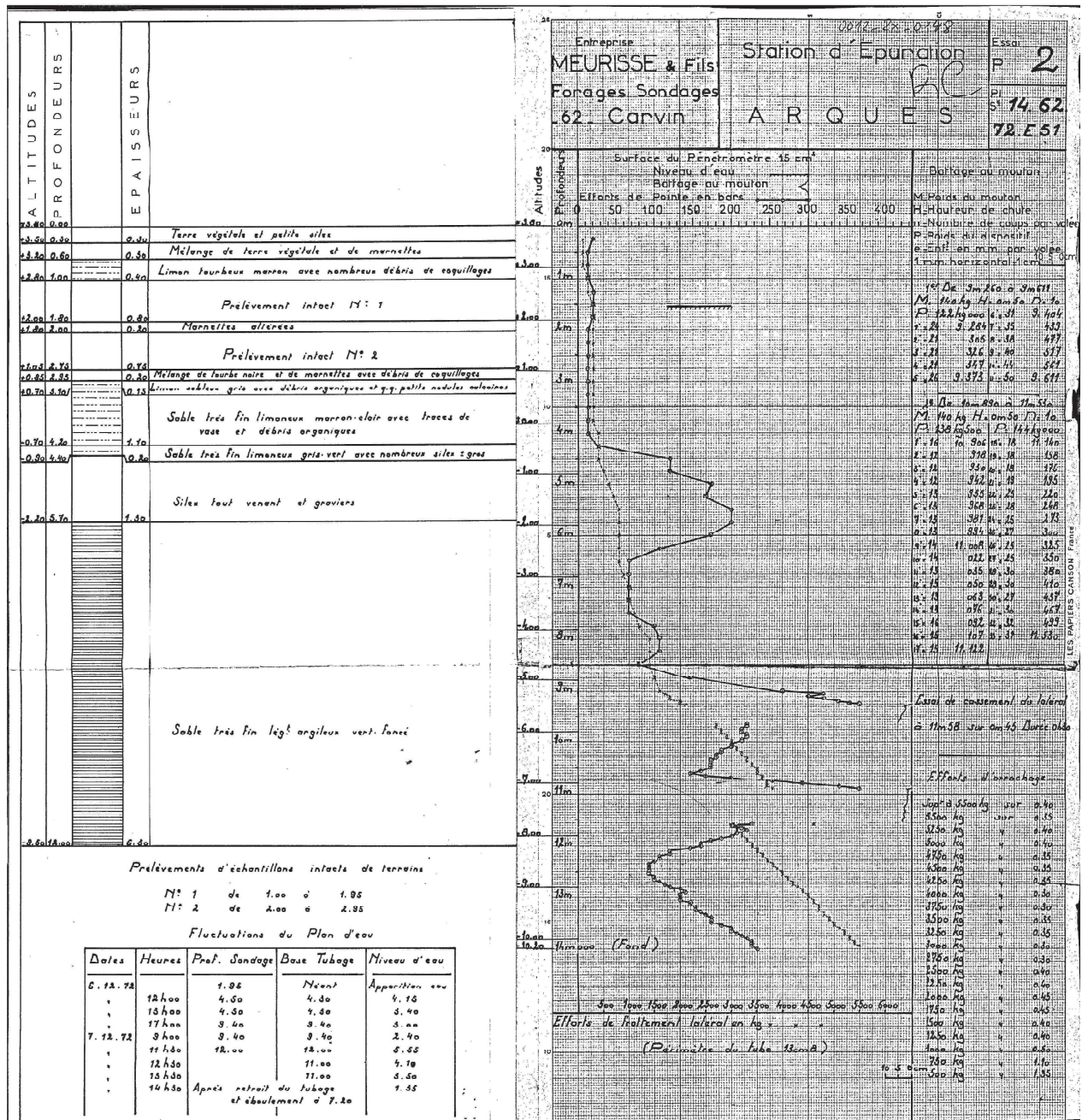
1. la présence des circulations d'eau et éventuellement d'une nappe avec des risques de remontées variables,
2. la présence de remblais hétérogènes renfermant des gros éléments et de faible compacité sur des épaisseurs variables (surépaisseurs possibles liées aux anciens aménagements),
3. la variation d'épaisseur des différentes couches qui peuvent être localement plus épaisses entre les sondages,
4. la présence de matériaux fins sensibles aux variations hydriques pouvant entraîner des difficultés de mise en œuvre lors des terrassements en périodes pluvieuses défavorables et à proximité de la nappe,
5. la présence des matériaux sensibles à l'affouillement et au remaniement mécanique lors de l'exécution,
6. la présence des matériaux organiques et évolutifs (Tourbes),
7. une hétérogénéité des faciès et de leur perméabilité pouvant générer des hors profils lors de terrassements,
8. des travaux de terrassements en contexte urbain nécessitant une méthodologie et un phasage spécifique des travaux,
9. la présence des ouvrages de franchissement routiers et ferroviaires, ainsi que de bâtiments au droit des aménagements prévus,
10. l'absence d'information concernant la lithologie et la compacité du terrain au droit des aménagements prévus, une campagne d'investigation complémentaire devra être réalisée,
11. la possibilité de présence sur site des sols pollués nécessitant la mise en place des procédures d'évacuation et la réalisation des essais en laboratoire pour leur mise en décharge,
12. la présence des gros éléments et des éléments indurés au droit des aménagements prévus (vestiges des anciens aménagements, blocs, graviers, etc.).
13. travaux de déviation de la cours d'eau à prévoir éventuellement (la rivière la basse Meldyck).

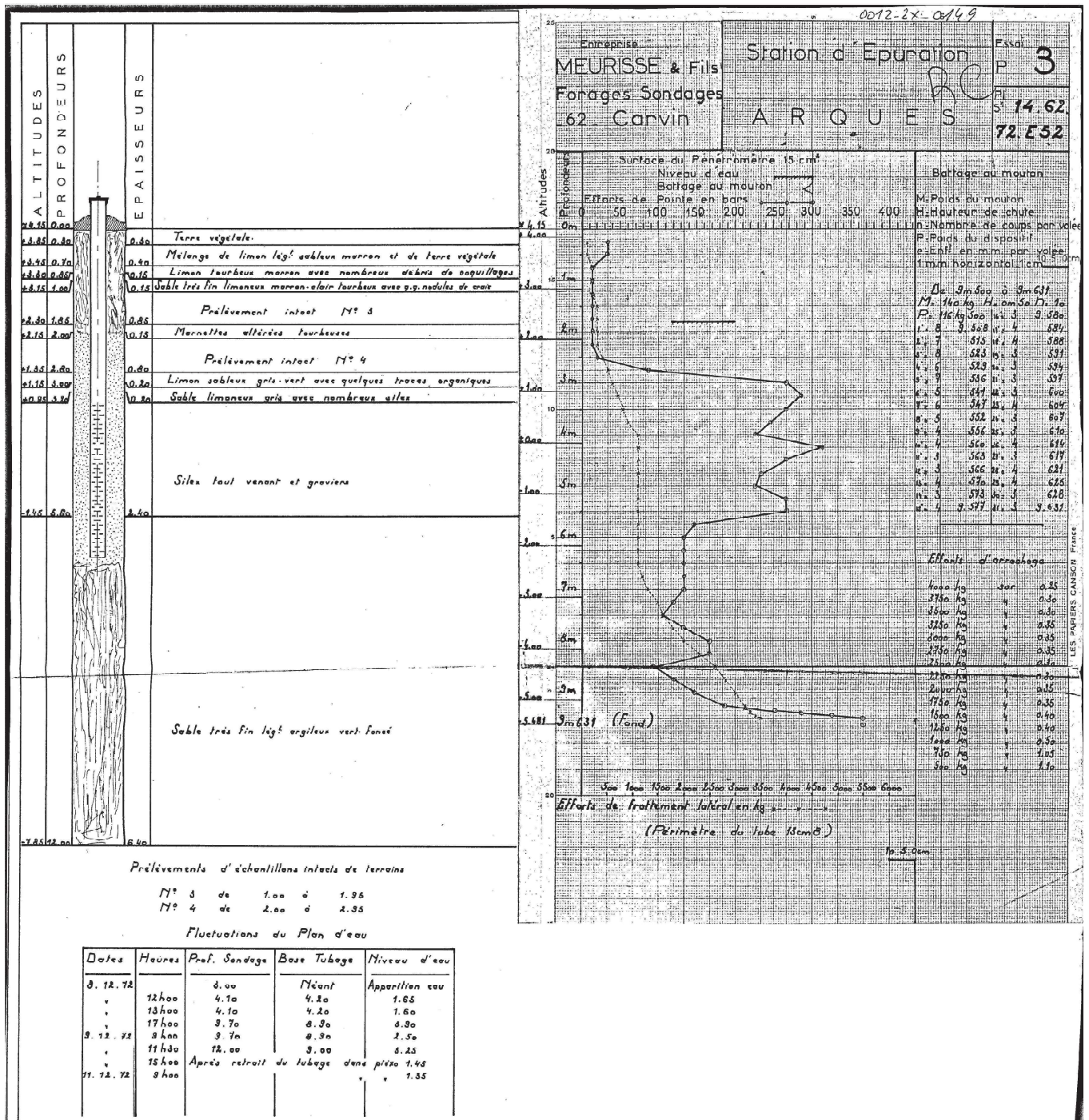
Les 2 scénarios d'allongement et de doublement présentent globalement les mêmes risques, car les emprises des projets envisagés sont quasiment identiques. Seul le scénario 1 se différencie par une emprise plus importante en rive droite, proche des habitations, qui pourra impliquer un phasage plus spécifique des travaux et une gêne plus importante pour les riverains.

La norme NF P94-500 : « Mission d'ingénierie géotechnique » recommande l'exécution successive de différentes missions tout au long de l'élaboration du projet avec les investigations appropriées. Ce rapport devra donc être complété par une mission d'étude G1 PGC , mission d'étude avant projet G2 AVP puis une mission G2-PRO.

Sondage BSS00ASBU







Sondage BSS00ASBE

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES		FORAGE		TUBAGE		OBSERVATIONS	
Us	n	De	a	De	a	Epaisseur, nature	

NIVEAU PIEZOMETRIQUE					Cote du repère :	
Date	Profondeur de forage	Profondeur du plan d'eau	Cote absolue du plan d'eau	ys	Observations :	
					00122X0133	

DEBIT							
Profondeur de forage	Profondeur du plan d'eau	Debit m³/h	Debit l/s	Cote absolue du plan d'eau	Cote absolue du forage	Observations	

Archivage des documents originaux non reproduits :	

Dossier instruit par : B. FONTENIER le 25.05.1966	Mis à jour par : le
Nombre d'intercalaires : Dossier G jusqu'à	Contrôlé par : le

DÉPARTEMENT : PAS-DE-CALAIS		N° D.R.G.M. d'enregistrement :	
COMMUNE : ARQUES		CARTE GÉOL. AU 1/80 000	
DÉSIGNATION : Canal de Neufossé - déviation autour de St-Omer - sondage n° 2		N° Feuille 4 ST-OMER	
OBJET : reconnaissance de terrain		ATLAS AU 1/25 000	
Date d'exécution : 1941		Feuille : ST-OMER	
Profondeur finale : 2,20 m.		Indice de classement :	
Nature : sondage		N° 1/8 N° d'entrées aux archives 12 2 133	
Mode de forage :		Archivage : D	
Maître de l'œuvre : PONTS & CHAUSSEES			
Propriétaire en 19 :		Coordonnées Lambert : X = 597,25 (1) Y = 337,50	
Entrepreneur :		Zone 1 NORD 1	
Travaux conseillés ou suivis par :		Cote du sol (2) : EPD = à l'orifice : ENG = RNG = + 7,85 (1)	
Origine des documents : archives D.R.G.G.M.		Carte détaillée ou croquis coté :	
Hauteur du tubage ou de la margelle dépassant le sol :		(1) Journaux des sondages par les archives B.R.G.G.M.	
Accessibilité : rebouché après étude		voir plan d'implantation en intercalaire du dossier 12 - 2 - 122	
Mode d'équipement :			
Observations :			
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET GÉOLOGIE :			
de + 7,85 à + 5,95 remblai de + 5,95 à + 5,65 argile marécageuse			
Échantillons :			

M

EURISSE & fils

Forages Sondages

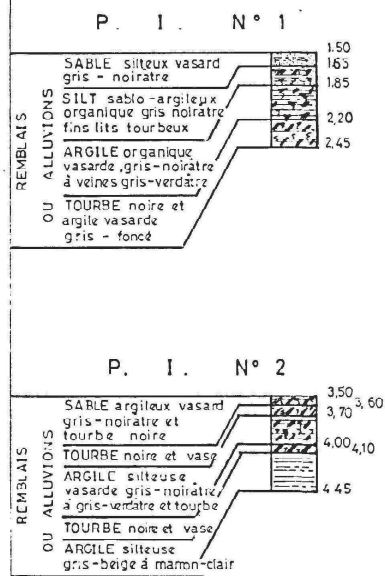
12-24-394

COSEC

A R Q U E S

RC

- R1 - P3 -



DESCRIPTION GÉOLOGIQUE	LEGENDE LITHOLOGIQUE	PROFONDEUR EN METRES	LEGENDE GEOTECHNIQUE	PIEZO
79- 62- 83- 1 9		0,00		
REMBLAIS : Terre végétale sableuse gris-beige		0,25		
ou Sable fin légèrement silteux gris-beige à gris-vertâtre quelques gros silex		0,50		
ALLUVIONS Sable fin gris-vertâtre silteux		1,00		
Sable argilo-silteux vasard gris-noirâtre à gris-vertâtre		1,40		
Sable silteux vasard gris-noirâtre		1,65		
Silt sablo-argileux organique gris-noirâtre fins lits tourbeux		1,85		
Argile organique et vasarde gris-noirâtre à veines gris-vertâtre		2,20		
Tourbe noire et argile vasarde gris-foncé		2,60		
Argile vasarde gris-noirâtre et filets de tourbe		3,00		
Sable argileux vasard gris-noirâtre et tourbe noire		3,60		
Tourbe noire et vase		3,70		
Argile silteuse vasarde gris-noirâtre à gris-vertâtre et tourbe		4,00		
Tourbe noire et vase		4,10		
Argile silteuse gris-beige à marron-clair		4,45		
GRAVIER de silex grossiers				
ARGILE silteuse gris-noire et quelques graviers de silex				
SABLE fin silteux gris-foncé à passages gris-vertâtre		9,00		
SABLE fin, silteux, légèrement argileux à partir de 11,00 m de profondeur gris-foncé à noirâtre				
Fin de la reconnaissance		13,00		

Fluctuations du plan d'eau

Dates	Heures	Prof. Sondage	Base Tubage	Niveau d'eau
22 - 08 - 83	17 h 30	2,70	2,70	2,10
23 - 08 - 83	9 h 00	"	"	1,80
" " "	12 h 00	7,00	7,00	3,50
" " "	13 h 00	"	"	3,00
" " "	17 h 00	13,00	13,00	6,00
" " "	17 h 30	"	8,00	4,00
24 - 08 - 83	8 h 00	"	"	2,00
"	9 h 00	"	Après retrait du tubage trou obturé à 4,80 m	1,50

