

La phase d'études préliminaires techniques a pour objet essentiel le choix de la géométrie du rectangle de navigation à partir de critères technico-économiques et d'impact.

Le document « Avant-programme » cible comme objectif prioritaire la circulation de grands rhénans et convois de classe Va (110 m * 11,40 m) et l'accessibilité des bateaux et convois plus longs jusqu'aux convois Vb (185 m * 11,40 m).

Afin de répondre à ces objectifs dans les meilleures conditions technico-économiques tout en respectant un champ de contraintes relativement importants, notamment en terme d'emprise foncière, le cahier des charges a inclus l'examen de 5 scénarii, auxquels correspondent 3 rectangles de navigation et leur jeu d'objectifs fonctionnels en termes de croisement d'unités.

La phase préparatoire a conduit l'équipe d'étude à reformuler en concertation avec VNF l'articulation des cas étudiés. Notamment la nécessité d'une surlargeur dans les courbes pour le croisement de Vb/IV a été prise en compte.

Pour chaque fenêtre « ligne droite », deux cas ont été distingués pour leur développement en courbe :

- Croisement Vb/IV pris en compte → Surlargeur « Graewe » en courbe : « Fenêtre Vb/IV »;
- Croisement Vb/IV non pris en compte → Pas de surlargeur : « Fenêtre Va/Va ».

Par ailleurs, les simulations montrent que l'utilisation systématique des soutènements n'est pas intéressante économiquement et qu'ils doivent être réservés comme traitement du problème d'emprise chaque fois qu'il sera nécessaire.

Ainsi chaque cas est considéré entre traitement 100 % talus et traitement de toute emprise hors DPF par des soutènements.

A l'intérieur de ces fourchettes, un cas repère a été simulé à partir des hypothèses suivantes :

- 80 % des emprises urbaines hors DPF sont traitées par des soutènements → Coût : 80% du linéaire global de soutènement nécessaire (en urbain) diminué de 80% du coût des emprises et déblais. Il reste donc 20 % des emprises à acquérir.
- Idem mais avec un taux de 20 % pour le traitement par des soutènements des emprises rurales (80% à acquérir).

Les données géométriques issues de l'étude de tracé et les chiffrages correspondants sont consignés dans le livrable 2.1

VNF a souhaité disposer avant de lancer le processus de décision d'une analyse multi-critères (AMC) des différents cas étudiés. La présentation des résultats de cette analyse est la finalité de ce livrable L2.2.

L'analyse multicritères se fait donc sur les 4 suivants :

- Cas 1.1 - Rectangle 28x4 (34x3) - Fenêtre Va/Va (Pas de surlargeur)
- Cas 1.2 - Rectangle 28x4 (34x3) - Fenêtre Vb/IV (Surlargeur selon Graewe)

- Cas 2.1 - Rectangle 34x4 - Fenêtre Va/Va (Pas de surlargeur)
- Cas 2.2 - Rectangle 34x4 - Fenêtre Vb/IV (Surlargeur selon Graewe)

Nous pouvons considérer que le rectangle 38x4 n'est pas envisagé à ce stade. Il constitue la cible pour une prochaine étape de recalibrage (croisement Vb/Vb). Les résultats de l'étude géométrique sur ce cas ont un grand intérêt pour l'appréciation des cas précédents. Il nous semble que la prise en compte directe du 38x4 dans l'AMC rend plus complexe inutilement celle-ci.

Il nous a semblé également intéressant de pouvoir intégrer dans la réflexion sur le programme - qui va prendre appui sur les livrables 2.1 et 2.2 - une distinction entre les deux tronçons amont et aval délimités par le secteur Ecluse de Comines – Pont de Comines qui constitue un point très singulier du parcours :

- Le tronçon amont se développe sur 5 500 m environ depuis la confluence Lys-Deûle dans un secteur peu urbanisé. Il se trouve dans la continuité de la Deûle en amont de l'écluse de Quesnoy pour lesquels des travaux de recalibrage (Rectangle 36(34)x3,50 – Surlargeur 6.000/R) vont être prochainement mis en œuvre. Il se caractérise notamment par une longue courbe de plus de 2.000m.

- Le tronçon aval se développe sur 10 700 m environ depuis le Pont de Comines dans un secteur en général fortement urbanisé. Il est à envisager en continuité avec la Lys flamande.

Il inclut le projet « wallon » à l'aval du Pont de Comines avec un gabarit très proche du rectangle 28x4.

Sommaire du rapport

1 – L'AMC en bref.....	4
2 – Les critères.....	5
3 – Analyse par critère – Notation initiale	7
3.1 Aspect « Transports » – Ecoulement du trafic	7
3.2 Aspect « Transports » – Sécurité.....	8
3.3 Aspect « Transports » – Optimisation d'enfoncement	11
3.4 Aspect « Transports » – Possibilité d'évoluer vers Vb	12
3.5 Aspect « Transports » – Consommation énergétique.....	12
3.6 Aspect «Impacts sur l'environnement » - Impacts travaux (non permanents)	13
3.7 Aspect «Impacts sur l'environnement » - Impacts pendant exploitation (yc les impacts permanents occasionnés par les travaux) - Impacts sur zones naturelles protégées.....	14
3.8 Aspect «Impacts sur l'environnement » - Impacts pendant exploitation (yc les impacts permanents occasionnés par les travaux) - Impacts sur zones naturelles non protégées	15
3.9 Aspect «Impacts sur l'environnement » - Impact ressources en eau	16
3.10 Aspect «Impacts sur l'environnement » - Potentiel écologique des berges	18
3.11 Aspect « Acceptabilité » - Expropriation / Acquisition foncière.....	20
3.12 Aspect « Acceptabilité » - Perturbation / facilitation autres usages.....	21
3.13 Aspect « Acceptabilité » - Perturbation pendant les travaux.....	21
4 – Evaluation des scénarios.....	22
4.1 Attribution des poids	22
4.2 Normalisation.....	22
4.3 La synthèse : agrégation des scores.....	23
4.4 Analyse de sensibilité	24
4.4.1 Variation des poids des groupes de critères	24
4.4.2 Combinaisons de poids pour favoriser un scénario	26
5 – Conclusions.....	27

Contrôle qualité

	Réalisé	Contrôlé	Approuvé
Livrable 2.2	A. Gommers Equipe tracé	K Couderé G Delphin	G Delphin

Suivi du document

Date	Pages modifiées	
30/1/09		Document définitif
2/12/08	-	Emission du document complet suite Cotech 26-11
14/11/08	-	Emission du document partielle et provisoire – 2 ^{ème} version
24/10/08	-	Emission du document partielle et provisoire

1 – L'AMC en bref

Rappel des termes du cahier des charges

Le titulaire proposera dans un second temps une analyse multi-critères de ces différents scénarios. Là encore, la méthode et les critères d'analyse seront préalablement proposés par le titulaire et validés par le maître d'ouvrage. On peut, à ce stade des réflexions, prévoir les critères suivants : accessibilité, potentiel d'évolution dans le temps, impacts environnementaux et hydrauliques, coûts, potentiel de traitement environnemental des berges, phasabilité, ...

Cette analyse n'aboutira pas à une note globale pour chaque scénario, mais devra fournir une clé de lecture suivant les critères (et sous critères) arrêtés avec le maître d'ouvrage.

Afin d'aider au choix du scénario le plus opportun en tenant compte de tous les effets importants, une méthode basée sur l'analyse multicritères (AMC) est utilisée. En effet, l'AMC permet d'évaluer différents alternatives sur base d'effets multiples même si ceux-ci sont fortement différents. L'AMC ne prend pas des décisions. L'AMC a le but de donner une bonne intelligence des scénarios afin de pouvoir prendre une décision bien étudiée.

Le résultat de l'AMC est un rapport qui permet aux décideurs de :

- Distinguer les critères qui jouent un rôle dans la prise de décision (distinction).
- Déterminer à quel point ces critères contribuent à la préférence pour l'un ou l'autre scénario.
- Voir sur quels aspects du projet il y a moyen d'apporter des adaptations afin d'améliorer le projet dans son ensemble.

L'AMC en elle-même n'est pas une technique bien spécifique : il existe différentes méthodes d'AMC qui sont adaptées selon le cas à des situations différentes.

L'exécution d'une AMC s'effectue en différentes étapes. Chacune de ces étapes est décisive pour le résultat final. Il faut dès lors être très attentif à chacune des étapes et toujours bien documenter les différentes étapes.

On distingue :

- (i) **La phase conceptuelle:**
Analyse du problème, identification des buts, définition d'alternatives;
Dans la phase où le projet de la Lys mitoyenne se trouve l'analyse du problème, le but du projet et les alternatives sont déjà clair. Il est néanmoins toujours utile de bien définir cela avant d'entamer l'AMC.
- (ii) **L'analyse:**
Détermination des critères, choix de la méthode AMC, attribution des scores pour chaque critère dans des différents scénarios;
- (iii) **La synthèse:**
Attribution des poids pour chacun des critères, normalisation des scores quantitatifs et agrégation (partielle) des résultats.
- (iv) **L'analyse de sensibilité:**
L'impact des choix concernant les scores et le poids relatif sur le résultat final sont analysés et la solidité des résultats est testée.

2 – Les critères

Le tableau ci-dessous présente les critères qui vont être utilisés pour l'évaluation des scénarios. Ces critères ont été identifiés lors d'une séance de type brain-storming associant des membres du Cotech le 10 juillet. Ils ont ensuite été présentés dans un rapport intermédiaire validés par VNF.

Trois groupes de critères ont été identifiés :

1. Aspect Transport
2. Impacts sur l'environnement
3. Acceptabilité

Il a été convenu de ne pas considérer le coût des travaux comme un critère parmi d'autres mais comme un élément d'analyse de même niveau que la globalité des critères traités au sein de l'AMC.

Critères	Description
Aspects transports	.
Ecoulement du trafic	Les attentes suite à la présente opération de recalibrage sont listées dans l'avant-programme. L'opération vise principalement le développement du trafic des RHK et grands rhénans de longueur 110 m. Elle doit permettre également le passage dans des conditions plus ou moins optimales d'automoteurs plus grands et des convois de 185 m (Vb).
Sécurité	<p>Pour un croisement de bateaux donnés, le risque de collision est fortement dépendant de la largeur du rectangle de navigation tant dans les sections droites que dans les courbes (notion de surlargeur).</p> <p>Selon les pays, les largeurs prescrites dans les normes françaises, allemandes et hollandaises sont un peu différentes : cela veut dire que l'appréciation du risque n'est pas la même.</p> <p>Dans une moindre mesure, un pied de pilote inférieur à 1 mètre s'il peut être acceptable (dans la limite de $p = 20\%$) diminue également la sécurité de navigation.</p>
Optimisation d'enfoncement	L'objectif est un enfoncement de 3 m. Le respect d'une valeur minimum de pied de pilote (à minima $p=20\%$) conduit sur certains scénarii à prévoir une restriction de l'enfoncement admissible.
Possibilité d'évoluer vers Vb	Le tronçon est une partie de la future liaison Seine-Escaut dont le gabarit est le Vb. Dans le cadre de cette grande liaison en projet, la mise au niveau de la Lys est quasiment certaine à un terme relativement proche. Aussi, le projet doit prendre en compte cette évolution en optimisant la reprise. Les scénarii facilitent plus ou moins cette évolution vers le Vb.
Consommation énergétique	<p>Le rapport n entre la surface mouillée du bateau et la section hydraulique a une influence directe sur l'énergie nécessaire pour faire avancer le bateau. Sa valeur a été fixée au minimum à 5 dans l'avant-programme.</p> <p>Des études ont été menées sur le sujet (voir rapport AIPCN normalisation vb). Elles montrent tout l'intérêt pour les performances de la propulsion des bateaux (et donc de la consommation en carburant et de l'émission de CO₂) d'une valeur de n dépassant largement 5 pour tendre vers 10 voire au-delà.</p>

Impacts sur l'environnement

Impacts travaux (non-permanents)

Les travaux pourraient éventuellement toucher des zones à haute valeur environnementale difficilement compensables (par les mesures compensatoires qui seront définies dans l'étude d'impact).

D'autre part, les dragages conduiront malgré toutes les précautions qui seront prises à un relargage d'éléments polluants dans la rivière.

Enfin, les travaux sont consommateurs d'énergie et rejettent des gaz à effet de serre.

Impacts pendant exploitation

Impacts sur zones naturelles protégées

L'élargissement du chenal peut conduire à terrasser à l'intérieur de zones protégées. – Tout type de zone protégée sera évalué de la même façon – donc pas de différenciation entre statuts de protection.

Impacts sur zones naturelles non-protégées

Une distinction pourra être faite entre zone de projet LMCU (pour autant que non couvertes par la catégorie « zone naturelle protégée »), délaissés (idem) et autres avec des poids différenciés.

Impact ressources en eau

Impact sur l'utilisation de l'eau souterraine : Il n'y a pas de captages d'eau potable dans la zone d'étude, mais de nombreux captages à utilisation privée (essentiellement agricole). Le nombre de captages potentiellement affectés pourra servir d'indicateur. On considèrera qu'un captage est affecté si après les travaux un captage existant se trouve à moins de 200 mètres des berges de la Lys aménagée.

Potentiel écologique des berges

Le potentiel écologique d'une berge dépend principalement de sa situation (zone rurale ou urbaine) et de son traitement (Talus ou soutènements).

Un autre point important est sa connectivité avec des milieux naturels écologiquement riches.

Acceptabilité

Expropriation / Acquisition foncière

Une des contraintes données au recalibrage est d'éviter au maximum les acquisitions foncières. Cette contrainte a été mise en avant notamment par les autorités belges.

A ce stade, il est impossible de savoir les surfaces qui devraient donner lieu à expropriation. Seront prises en compte les surfaces hors DPF.

Perturbation / facilitation autres usages

Parmi les autres usages, nous pouvons distinguer la navigation de plaisance, la pêche.

Il semble que le seul critère sur lequel on peut faire la distinction est la navigation de plaisance qui :

- devrait être plus à l'aise sur un canal plus large pour croiser les bateaux 110 m ;

- aurait par contre plus de probabilité d'y croiser des convois Vb.

Perturbation pendants travaux

La réalisation des travaux va perturber la navigation (dragages) et les riverains (Terrassements et battage de palplanches en distinguant zone urbaine et rurale).

3 – Analyse par critère – Notation initiale

3.1 Aspect « Transports » – Ecoulement du trafic

Le tronçon se caractérise :

- par l'influence de la présence d'écluses dont deux sur le tronçon même ;
- par la présence d'un point dur : le pont de Comines. Nous proposons néanmoins de prendre en compte le fait que ce point dur sera traité dans l'avenir. Les scénarios pourront être évalués dans cette perspective.

Il n'est pas prévu d'étude de navigation pour les différents scénarii ce qui rend difficilement quantifiable l'écoulement.

Indicateur : Notation qualitative

1	Présente des insuffisances significatives par rapport aux objectifs
2	Présente quelques restrictions par rapport aux objectifs
3	Répond bien aux objectifs

Ne sont pris en considération ici que les possibilités « en plan » de croisement entre les différentes unités cible.

Seront pris en compte dans d'autres critères :

- l'enfoncement disponible pour les différents croisements ;
- la vitesse de croisière (à motorisation donnée) directement liée au paramètre n.

Les objectifs fonctionnels principaux en termes de croisements possibles pour les trois rectangles envisagés par l'étude sont les croisements Va/Va (cœur de cible), Vb/IV (pour les fenêtres Vb/IV des rectangles) et Vb/Vb (pour le rectangle 38x4). L'accessibilité à ces divers croisements pour les différents rectangles est donnée au tableau suivant.

Rectangle [m²]	Fenêtre	Accessibilité		
		Va/Va	Vb/IV	Vb/Vb
28x4	Va/Va	x	-	-
	Vb/IV	x	x	-
34x4	Va/Va	x	-	-
	Vb/IV	x	x	-
38x4	Vb/Vb	x	x	x

Les scénarii sans surlargeur (Va/Va) ne permettent pas le croisement dans les courbes (ainsi que dans les zones de transition) des convois Vb avec des bateaux de gabarit IV qui seront très fréquents, ni bien évidemment avec des convois Va dont le développement est attendu. Le tronçon comporte 5 courbes de plus de 1.000 m (dont 2 dépassant 2.000 m). La progression des convois Vb sera donc très lente ou très perturbante pour la circulation. L'accessibilité est donc assurée mais en conditions très dégradées. La note 1 est attribuée.

Pour les scénarii avec surlargeur normale (Vb/IV et Vb/Vb), l'étude tracé a mis en évidence l'incompatibilité de certaines contraintes avec la largeur nécessaire du rectangle de navigation au droit des ponts.

Pour le rectangle 28x4, la fenêtre Vb/IV est ainsi incompatible avec la position des piles du pont d'Halluin (largeur entre les piles de 47m, pour une largeur du rectangle (surlargeur comprise) nécessaire de 48.3m).

Pour les rectangles 34x4 et 38x4, la même situation se présente aux franchissements de Warneton, Balokken-pont, Balokken-passerelle et Halluin.

Le raccordement du chenal aux différents ponts devra faire l'objet d'une analyse précise (Eléments fournis au Cotech) et constitue potentiellement une restriction à l'écoulement du trafic. Aussi, les scénarios avec surlargeur seront notés 2.

Nous proposons la notation suivante :

Rectangle	Fenêtre	Note
28x4	Va/Va	1
	Vb/IV	2
34x4	Va/Va	1
	Vb/IV	2
38x4	Vb/Vb	2

3.2 Aspect « Transports » – Sécurité

Description du critère : Pour un croisement de bateaux donné, le risque de collision est fortement dépendant de la largeur du rectangle de navigation tant dans les sections droites que dans les courbes (notion de surlargeur).

Selon les pays, les largeurs prescrites dans les normes françaises, allemandes et hollandaises sont un peu différentes : cela veut dire que l'appréciation du risque n'est pas la même.

Dans une moindre mesure, un pied de pilote inférieur à 1 mètre s'il peut être acceptable (dans la limite de $p = 20\%$) diminue également la sécurité de navigation.

Problématique surlargeur : Elle ne sera pas prise en compte ici car nous considérons que les restrictions nécessaires seront établies dans le règlement → alternat ou diminution de vitesse.

Il n'y aura donc pas de distinction avec ou sans surlargeur. Le croisement dimensionnant sera alors le Va/Va (Vb/Vb pour la fenêtre 38x4).

Nota 1 : Nous pouvons relever que l'application de la formule de Graewe conduit à des valeurs plus importantes que la circulaire 76-38

Pour le croisement de deux convois de 180 m, elle donne une valeur de 24.300/R alors que la 76-38 prescrit 16.000/R. Par contre elle ne prévoit pas – tant pour des convois de 180 que de 110 m – d'exemption pour les grands rayons ($>10L$).

- Normes françaises

Les normes françaises, décrites dans la circulaire 76-38, considèrent un rectangle de navigation minimal d'une largeur de 36m pour les trois classes considérées et un pied de pilote d'1m. La distinction n'y est pas faite entre un profil T et RT. Les caractéristiques minimales des rectangles sont données au tableau suivant.

Normes françaises (Circulaire 76-38)				
Largeur [m]			Profondeur [m]	
Classe	Profil T	Profil RT	Enfoncement	Profondeur
IV	36	-	2.5	3.5
Va	36	-	2.8	3.8
Vb	38	-	3	4

Ces prescriptions s'appliquent aux canaux. Pour les voies en rivière, la circulaire précise que:

Les caractéristiques normales pour les rivières sont variables en fonction du courant, qui peut être plus ou moins important d'une rivière à l'autre.

Des propositions devront être faites dans chaque cas avec les règles générales suivantes.

La classe de la rivière navigable est définie dans le paragraphe I. On se réfère au canal de la même classe (voir § II).

3.1. PROFIL EN TRAVERS

La largeur du rectangle de navigation sera au moins égale à la largeur du rectangle de navigation en canal majorée de 10 p. 100.

Le mouillage, compté par rapport au niveau correspondant aux P.B.E., sera au moins égal à la profondeur indiquée pour le rectangle de navigation en canal.

3.2. TRACÉ EN PLAN DU CHENAL

Les rayons des courbes pris sur l'axe du chenal de navigation seront au moins ceux indiqués pour les canaux de même classe.

Dans les courbes, la surlargeur placée à l'extérieur de la courbe aura au moins pour valeur celle du canal correspondant.

- Normes néerlandaises

Les normes néerlandaises (Richtlijnen Vaarwegen, RVW 2005) définissent un profil réduit avec un rectangle d'une largeur égale à 3 fois celle de l'unité considérée et un pied de pilote égal à 30% de l'enfoncement autorisé. La distinction n'y est pas faite entre un profil T et RT.

Ce profil réduit constitue une dérogation par rapport à la norme générale est à considérer comme un minimum technique à la navigation. Il est jugé acceptable sur des voies d'eau pour lesquelles l'intensité de navigation ne dépasse pas les 15 000 unités de navigation marchande par an, et seulement sur des tronçons courts. Il n'est sensé être appliqué sur des voies d'eau entières que lorsque l'intensité est très faible (<5000 unités).

Les caractéristiques minimales du profil réduit sont données dans le tableau suivant.

Normes néerlandaises - profil réduit (RVW 2005)				
Largeur [m]			Profondeur [m]	
Classe	Profil T	Profil RT	Enfoncement	Profondeur
IV	28.5	-	2.5	3.3
Va	34	-	2.8	3.6
Vb	34	-	3	3.9

Le profil normal, qui est considéré comme l'objectif à atteindre pour un développement sans contraintes de la navigation, considère une largeur quadruple de celle de l'unité considérée (soit 45,60 m pour une voie Va ou Vb) et un pied de pilote de 40% de l'enfoncement (soit de 1 m pour un enfoncement de 2,50 m et 1,20 m pour un enfoncement de 3 m).

- Normes allemandes

Les normes allemandes (Richtlinien für Regelquerschnitte von Schiffahrtskanälen, RiReS 1994) définissent la largeur minimale du rectangle composée d'une largeur de base propre au bateau (13.3m pour les unités de classe IV, 15.5m pour les classe Va et Vb en profil T et 15.75m en profil RT). A cette largeur s'ajoute une distance de sécurité entre les deux passes de 2m et entre la passe et la rive de 1.5m pour un profil à talus et 4m pour un profil vertical. Le pied de talus minimal est de 0.35m.

Les caractéristiques minimales du rectangle sont définies ci-dessous.

Normes allemandes (RiReS 1994)				
Largeur [m]			Profondeur [m]	
Classe	Profil T	Profil RT	Enfoncement	Profondeur
IV	31.6	34.1	2.5	2.9
Va	36	39	2.8	3.2
Vb	36	39	3	3.4

Indicateur : Notation qualitative

1	Présente des restrictions par rapport aux 3 prescriptions
2	Présente quelques restrictions par rapport aux 3 prescriptions
3	Est conforme aux 3 prescriptions

- Rectangle 28x4

Le croisement déterminant est le Va/Va à 2.5m d'enfoncement. Le profil retenu est constitué d'une géométrie à double talus (profil T) avec des pentes de 3H/1V, un plafond à 4.5m sous la ligne d'eau et une largeur au plafond de 25m.

La norme française impose pour ce croisement une largeur de 36m pour une profondeur de 3,5m, ce qui n'est pas respecté par la géométrie du profil (largeur de 31m à une profondeur de 3.5m).

La norme néerlandaise pour un profil réduit (34m de largeur pour une profondeur de 3.3m) n'est également pas respectée (32.5m disponibles à cette profondeur).

Il en va de même pour la norme allemande (34.9m disponibles à 2.9m de profondeur au lieu des 36 fixés par la norme).

En conséquence, on attribue la note 1 aux scénarii de ce rectangle.

- Rectangle 34x4

Le croisement déterminant est le Va/Va à 3m d'enfoncement. Le profil retenu est constitué d'une géométrie à double talus (profil T) avec des pentes de 3H/1V, un plafond à 4.5m sous la ligne d'eau et une largeur au plafond de 31m.

La norme française impose pour ce croisement une largeur de 36m pour une profondeur de 4m, ce qui n'est pas respecté par la géométrie du profil (largeur de 34m à une profondeur de 4m).

La géométrie respecte par contre bien les normes néerlandaise (34m à 3.9m) et allemande (36m à 3.4m).

En conséquence, on attribue la note 2 aux scénarii de ce rectangle.

- Rectangle 38x4

Le croisement déterminant est le Vb/IV à 3m d'enfoncement. Le profil retenu est constitué d'une géométrie à profil RT avec une berge verticale et un talus de pentes de 3H/1V, un plafond à 4.5m sous la ligne d'eau et une largeur au plafond de 36.5m.

Ce profil respecte les 3 normes : 36 x 4 pour la circulaire 76-38, 34 x 3,9 pour RVW 2005 et 39 x 3.4 pour RiReS 1994

En conséquence, on attribue la note 3 aux scénarii de ce rectangle.

Nous proposons donc la notation suivante :

Rectangle	Fenêtre	Note
28x4	Va/Va	1
	Vb/IV	1
34x4	Va/Va	2
	Vb/IV	2
38x4	Vb/Vb	3

3.3 Aspect « Transports » – Optimisation d'enfoncement

Description du critère : Un des objectifs principaux est de favoriser le développement de convois Va avec 3 m d'enfoncement.

La fenêtre 28x4 présente une insuffisance d'un mètre par rapport à l'accueil d'un tel enfoncement avec un pied de pilote normal d'un mètre.

L'accueil de convois à un enfoncement restreint de 2,50m se fait avec une restriction à p=20% ce qui engendrera des difficultés de pilotage et d'exploitation (dragages plus fréquents).

Nous proposons donc la notation suivante :

Rectangle	Fenêtre	Note
28x4	Va/Va	1
	Vb/IV	1
34x4	Va/Va	3
	Vb/IV	3
38x4	Vb/Vb	3

3.4 Aspect « Transports » – Possibilité d'évoluer vers Vb

Description du critère : Le tronçon est une partie de la future liaison Seine-Escaut dont le gabarit est le Vb. Dans le cadre de cette grande liaison en projet, la mise au niveau de la Lys est quasiment certaine à un terme relativement proche.

Aussi, le projet doit prendre en compte cette évolution en optimisant la reprise. Pour les rectangles 28x4 et 34x4, la règle de tracé a été de ne travailler que sur une seule berge afin d'optimiser au mieux l'idée d'un élargissement au gabarit Vb à un horizon relativement proche.

Nous pouvons considérer que l'évolution vers le Vb sera favorisée par :

- La prise en compte de surlargeurs (fenêtres Vb/IV), qui seront également nécessaires (et plus importantes) pour le croisement Vb/Vb.
- Des volumes de terrassements en berges importants (pouvant être réduits par mis en œuvre d'un soutènement si nécessaire).

Etant donné que la prise en compte des surlargeurs influence directement les volumes excavés, on se propose d'utiliser ce critère pour déterminer le « degré d'avancement » en fin de projet en vue d'une mise future au gabarit Vb/Vb.

Pour la notation, nous pouvons retenir directement la valeur de déblais de berges :

Rectangle	Fenêtre	Note
28x4	Va/Va	17.000 m ³
	Vb/IV	326.000 m ³
34x4	Va/Va	233.000 m ³
	Vb/IV	744.000 m ³

3.5 Aspect « Transports » – Consommation énergétique

Description du critère : Le rapport n entre la section hydraulique et la surface mouillée du bateau (maître couple) a une influence directe sur l'énergie nécessaire pour faire avancer le bateau. Sa valeur a été fixée au minimum à 5 dans l'avant-programme.

Des études ont été menées sur le sujet (voir rapport AIPCN normalisation Vb). Elles montrent tout l'intérêt pour les performances de la propulsion des bateaux (et donc de la consommation en carburant et de l'émission de CO₂) d'une valeur de n dépassant largement 5 (Minimum 7) pour tendre vers 10 voire au-delà.

L'analyse théorique des profils nous donne les valeurs suivantes (hors surlargeurs éventuelles dans les courbes) :

- Fenêtre 28x4 : h = 4,50 m et L au plafond = 25 m → Surface mouillée = 173 m²

N = 6,07 pour un enfoncement de 2,50 m

- Fenêtre 34x4 : h = 4,50 m et L au plafond = 32,50 m → Surface mouillée = 207 m²

N = 6,05 pour un enfoncement de 3,00 m

- Fenêtre 38x*4 (Profil RT) h = 4,50 m et L au plafond = 36,50m → Surface mouillée = 195 m²

N = 5,70 pour un enfoncement de 3,00 m

Pour l'ensemble des fenêtres, n est à peu près constant et égal à 6 (en ligne droite). Les fenêtres avec surlargeur donnent des valeurs sensiblement plus fortes (de l'ordre de + 30 à 40 %) sur 5 courbes représentant un tiers de la longueur du parcours.

Nous proposons donc la notation suivante :

Rectangle	Fenêtre	Note
28x4	Va/Va	1
	Vb/IV	2
34x4	Va/Va	1
	Vb/IV	2
38x4	Vb/Vb	2

3.6 Aspect «Impacts sur l'environnement » - Impacts travaux (non permanents)

Description du critère : Les travaux pourraient éventuellement toucher des zones à haute valeur environnementale difficilement compensables (par les mesures compensatoires qui seront définies dans l'étude d'impact).

D'autre part, les dragages conduiront malgré toutes les précautions qui seront prises à un relargage d'éléments polluants dans la rivière

Enfin, les travaux sont consommateurs d'énergie et rejettent des gaz à effet de serre.

Indicateurs : Emprises rurales / Déblais depuis la berge / Dragages

Nous avons les valeurs suivantes

Rectangle	Fenêtre	Déblais	Dragages	Emprise rurale
28x4	Va/Va	17.000 m3	389.000 m3	450 m²
	Vb/IV	326.000 m3	696.000 m3	25.720 m²
34x4	Va/Va	233.000 m3	557.000 m3	2.800 m²
	Vb/IV	744.000 m3	667.000 m3	50.640 m²
38x4(RT)	Vb/Vb	1.925.000 m3		36.970 m²

Les quantités sur ces 3 postes sont susceptibles d'être diminuées par la mise en œuvre de soutènements partout où la problématique emprise l'imposera. Nous pouvons néanmoins dire que le problème sera d'autant plus difficile à résoudre que les quantités sont grandes.

Nous proposons donc la notation suivante :

Rectangle	Fenêtre	Note
28x4	Va/Va	3
	Vb/IV	1
34x4	Va/Va	2
	Vb/IV	1

3.7 Aspect «Impacts sur l'environnement» - Impacts pendant exploitation (yc les impacts permanents occasionnés par les travaux) - Impacts sur zones naturelles protégées

Description du critère : L'élargissement du chenal peut conduire à terrasser à l'intérieur de zones naturelles protégées. Conformément aux données issues de la phase 1, les zones protégées sont de deux types : Natura 2000 et Zones humides (ZH). Elles sont considérées globalement.

Rem : Les ZNIEFF et ZHVE constituent les zones naturelles non protégées (critère 3.8 ci-dessous)

	28x4 Va/Va			28x4 Vb/IV			34*4 Va/Va			34*4 Vb/IV		
	T	RG	RD	T	RG	RD	T	RG	RD	T	RG	RD
P001	0			0			0			0		
P009	700	700		2 202	2 202		0	0		0	0	
P017	1 000	1 000		7 188	7 188		0	0		0	0	
P025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P057	0	0	0	0	0	0	1 026	0	1026	1 026	0	1026
P065	0	0	0	0	0	0	3 764	0	3764	3 764	0	3764
P073	251	251	0	251	251	0	5 159	0	5159	5 159	0	5159
P081	2 808	2 808	0	2 808	2 808	0	4 800	0	4800	4 800	0	4800
P089	398	398	0	398	398	0	5 400	0	5400	5 400	0	5400
P097	0	0	0	0	0	0	2 060	0	2060	2 060	0	2060
P105	0	0	0	0	0	0	2 920	0	2920	2 920	0	2920
P113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P217	1 384	0	1384	1 384	0	1384	0	0	0	0	0	0
P225	1 384	0	1384	1 557	0	1557	0	0	0	0	0	0
P233	346	0	346	519	0	519	0	0	0	0	0	0
P241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P249	0	0	0	3 432	0	3432	0	0	0	0	0	0
P257	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P277	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P297	0		0	0		0	0		0	0		0
P305	410		410	1 640		1640	1 230		1230	1 640		1640
P313	0		0	5 849		5848.5	0		0	2 785		2785
P317	0		0	0		0	0		0	0		0
Total	6 571	3 457	3 114	10 349	3 457	6 892	26 359	0	26 359	29 554	0	29 554

Il faut noter que le calcul 28x4 a été fait en tenant compte de la conservation de la rive droite alors que le 34*4 a été fait avec la conservation de la rive gauche ce qui a un impact direct sur ce critère. Aussi, nous proposons pour ne pas fausser la comparaison de ramener le tout à une hypothèse de conservation de la rive gauche et de neutraliser les cases grisées sur le tableau. Idem pour la zone P305 / P313.

Indicateurs : Surface touchée

Pour la notation, nous pouvons retenir directement la valeur de la surface impactée :

Rectangle	Fenêtre	Surface impactée
28x4	Va/Va	6.600 m ²
	Vb/IV	10.300 m ²
34x4	Va/Va	26.400 m ²
	Vb/IV	29.600 m ²
38x4	Vb/Vb	Non évalué

3.8 Aspect «Impacts sur l'environnement» - Impacts pendant exploitation (yc les impacts permanents occasionnés par les travaux) - Impacts sur zones naturelles non protégées

Description du critère : L'élargissement du chenal peut conduire à terrasser à l'intérieur de zones naturelles non protégées. Ont été considérées comme telles les ZNIEFF coté français et les ZHVE coté belge non superposées à une zone protégée (Natura 2000 ou ZH).

	28x4 Va/Va			28x4 Vb/IV			34*4 Va/Va			34*4 Vb/IV		
	T	RG	RD	T	RG	RD	T	RG	RD	T	RG	RD
P001	0			0			0			0		
P009	0	0		0	0		0	0		0	0	
P017	0	0		0	0		0	0		0	0	
P025	1 000	1 000	0	3 940	3 940	0	1 800	0	1800	5 016	0	5016
P033	1 600	1 600	0	7 812	7 812	0	3 200	0	3200	9 396	0	9396
P041	0	0	0	0	0	0	2 550	0	2550	7 257	0	7257
P049	0	0	0	0	0	0	2 500	0	2500	10 585	0	10585
P057	1 350	1 350	0	2 760	2 760	0	1 026	0	1026	1 026	0	1026
P065	1 648	1 648	0	1 648	1 648	0	0	0	0	0	0	0
P073	502	502	0	502	502	0	0	0	0	0	0	0
P081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P233	0	0	0	3 900	3 900	0	2 275	2275	0	6 825	6825	0
P241	0	0	0	0	0	0	1 029	1029	0	1 029	1029	0
P249	0	0	0	0	0	0	1 632	1632	0	5 712	5712	0
P257	0	0	0	6 210	0	6210	3 573	3573	0	9 131	9131	0
P265	0	0	0	4 118	0	4117.5	2 344	2344	0	6 739	6739	0
P269	0	0	0	6 075	0	6075	3 367	3367	0	10 101	10101	0
P277	0	0	0	0	0	0	1 240	1240	0	5 580	5580	0
P285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P297	0		0	0		0	0		0	0		0
P305	0		0	0		0	0		0	0		0
P313	0		0	0		0	0		0	0		0
P317	0		0	0		0	0		0	0		0
Total	6 100	6 100	0	36 965	20 562	16 403	26 536	15 460	11 076	78 397	45 117	33 280

Indicateurs : Surface touchée

Pour la notation, nous pouvons retenir directement la valeur de la surface impactée :

Rectangle	Fenêtre	Surface impactée
28x4	Va/Va	6.100 m ²
	Vb/IV	37.000 m ²
34x4	Va/Va	26.500 m ²
	Vb/IV	78.400 m ²
38x4	Vb/Vb	Non évalué

3.9 Aspect «Impacts sur l'environnement » - Impact ressources en eau

Description du critère :

Le critère cherche à évaluer l'impact potentiel sur les ressources en eau tant de surface que souterraine. Ce critère se décompose donc en deux aspects :

- Impact sur l'utilisation de l'eau souterraine : Il n'y a pas de captages d'eau potable dans la zone d'étude, mais de nombreux captages à utilisation privée (essentiellement agricole). Le nombre de captages potentiellement affectés pourra servir d'indicateur. On considérera qu'un captage est affecté si après les travaux un captage existant se trouve à moins de 200 mètres des berges de la Lys aménagée.
- Impacts sur le réseau hydrographique : des changements au niveau des points de rejet des ruisseaux secondaires dans la Lys peuvent théoriquement influencer sur l'écoulement de ces ruisseaux. Le nombre de points de rejet de cours d'eaux naturels qui seront influencés par le projet servira d'indicateur.
-

L'évaluation sur ce critère n'a pas pu être faite de manière fiable à ce stade (Connaissance peu précise des points de captage et des ruisseaux). Nous l'avons neutralisé dans l'étude AMC.

3.10 Aspect «Impacts sur l'environnement » - Potentiel écologique des berges

Description du critère : Le potentiel écologique d'une berge dépend principalement de sa situation (zone rurale ou urbaine) et de son traitement.

Un autre point important est sa connectivité avec des milieux naturels écologiquement riches.

Indicateurs possibles : Les berges ont été classées selon leur potentiel propre et l'importance des connexions qu'elles pourraient assurer.

Classement proposé :

Rouge : Potentiel très intéressant / Orange : Potentiel intéressant / Sans couleur : Pas d'intérêt spécifique

Dans le tableau suivant, nous avons croisé les berges avec potentiel (Rouge ou orange) avec les emprises disponibles à l'intérieur du DPF. Pour chaque scénario, le linéaire des berges disposant à la fois d'un potentiel et d'emprises disponibles (largeur de quelques mètres) pour le mettre en valeur constitue notre indicateur.

					28x4		34 x4	
			Type	Actuel	Va/Va	Vb/IV	Va/Va	Vb/IV
Zone 1 - RD	P001	Pont de Deülémont	A					
P1 / P4								
Zone 2 - RG	P009	Relais nautique	N	Non				
P5 / P20	P017		N	Non				
Zone 3 - RD	P017	Délaissé	N	oui			oui	oui
P12 / P72	P025		A	oui			Non	Non
	P033		A	oui			Non	Non
	P041		U	oui			Non	Non
	P049		A	oui			Non	Non
	P057	Délaissé	N	oui			Oui	Non
	P065	Délaissé	N	oui			Oui	Non
Zone 4 - RG	P025	Délaissé	N	Oui	Oui	Oui		
P21 / P36	P033	Délaissé	N	Oui	Oui	Oui		
Zone 5 - RG	P041		N	Non	Non	Non		
P39 / P50	P049		U	Non	Non	Non		
Zone 6 - RG	P057	Délaissé	N	Oui	Oui	Oui		
P52 / P71	P065	Délaissé	N	Oui	Oui	Oui		
Zone 7 - RD	P073	Délaissé	N	Oui			oui	oui
P73/P98	P081	Délaissé	N	Oui			oui	oui
	P089	Délaissé	N	Oui			oui	oui
	P097	Délaissé	N	Oui			oui	oui
Zone 8 - RG	P073	Délaissé	A	Oui	Oui	Oui		
P73/P109	P081	Délaissé	A	Oui	Oui	Oui		
	P089	Délaissé	A	Oui				

	P097	Délaissé	A	Oui				
	P105	Délaissé	A	Oui				
Zone 9 - RD	P105	Délaissé	A	Oui			Oui	Oui
P100/P103								
Zone 10 - RD	P105	Délaissé	N	Oui			Oui	Oui
P105/P113								
Zone 11 - RG	P129		N	Oui			Oui	Oui
P124/P136								
Zone 12 - Chenal à l'aval du Pont de Comines								
Zone 13 - RD	P171	Délaissé	N	Oui				
P168/P193	P179	Délaissé	N	Oui		Oui	Oui	Oui
	P187	Délaissé	N	Oui		Oui	Oui	Oui
Zone 14 - RG	P171		N	?				
P168/P187	P179		N	Oui				
Zone 15 - RD	P217	Délaissé	N	Oui	Oui	Oui		
P217 / P241	P225	Délaissé	N	Oui	Oui	Oui		
	P233		N	Oui				
	P241		N	Oui				
Zone 16 - RG	P217	Délaissé	N	Oui		Oui	Oui	Oui
P217/ P225	P225	Délaissé	N	Oui		Oui	Oui	Oui
Zone 17 - RG	P233	Délaissé	N	Oui		Non	Oui	Non
P233 / P285	P241		A	Oui		Non	Oui	Oui
	P249		A	Oui			Oui	Non
	P257		A	Oui			Oui	Non
	P265		A	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
	P269	Délaissé	A	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
	P277	Délaissé	A	Oui			Oui	Non
	P285		A	Oui				
Zone 18 - RD	P257	Délaissé	A	Oui		Oui		
P257 / P269	P265	Délaissé	A	Oui	Oui	Oui		
	P269	Délaissé	A	Oui	Oui	Oui		
Zone 19 - RD	P277		U	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
P277 / P285	P285		U					
Zone 20 - RD	P291		U	Oui				
P291 / P321	P297		U	Oui				
	P305		U	Oui		Non	Non	Non
	P313		U	Oui		Non	Oui	Oui
Zone 21 - RG	P305		U					
P305/P317	P313		U					
Zone 22 - RG	P321		U	Oui		Oui		Oui

Ci-après, les quantités en linéaire de

	Total (m)	Rouge (m)	Orange (m)	% linéaire	% potentiel
28x4 Va/Va	5 200	4 800	400	15%	21%
28x4 Vb/IV	7 200	7 200	0	21%	28%
34x4 Va/Va	9 200	8 400	800	27%	36%
34x4 Vb/IV	6 400	5 600	800	19%	25%

Pour la notation, nous pouvons retenir les valeurs suivantes :

Rectangle	Fenêtre	Linéaire (m)
28X4	Va/Va	5 200
	Vb/IV	7 200
34x4	Va/Va	9 200
	Vb/IV	6 400
38x4	Vb/Vb	Non évalué

3.11 Aspect « Acceptabilité » - Expropriation / Acquisition foncière

Description du critère : Une des contraintes données au recalibrage est d'éviter au maximum les acquisitions foncières. Cette contrainte a été mise en avant notamment par les autorités belges.

A ce stade, il est impossible de savoir les surfaces qui devraient donner lieu à expropriation.

Indicateurs : Emprises hors DPF touchées par le projet.

Les emprises hors DPF pourront être évitées par des soutènements chaque fois qu'il sera nécessaire. A ce stade, nous avons retenu que cela serait appliqué pour 80 % des emprises urbaines et 20 % des emprises rurales. Les emprises restantes devraient dans l'« esprit » de cette hypothèse ne pas poser de problèmes importants. Nous pouvons néanmoins dire que le problème sera d'autant plus difficile à résoudre que les emprises - notamment urbaines – seront grandes.

Rectangle	Fenêtre	Emprise urbaine	Emprise rurale
28x4	Va/Va	234 m ²	360 m ²
	Vb/IV	1.360 m ²	22.670 m ²
34x4	Va/Va	940 m ²	2.240 m ²
	Vb/IV	4.700 m ²	47.600 m ²
38x4	Vb/Vb	14.270 m ²	36.970 m ² *

* Effet de l'utilisation systématique d'un soutènement en aval de comines

Pour la notation, nous pouvons retenir directement la valeur obtenue après pondération par un facteur 10 (Idem prix d'ordre) des emprises urbaines :

Rectangle	Fenêtre	Note
28x4	Va/Va	2.700
	Vb/IV	36.270
34x4	Va/Va	11.640
	Vb/IV	94.300
38x4	Vb/Vb	176.970

3.12 Aspect « Acceptabilité » - Perturbation / facilitation autres usages

Description du critère : Parmi les autres usages, nous pouvons distinguer la navigation de plaisance, la pêche.

Il semble que le seul critère sur lequel on peut faire la distinction est la navigation de plaisance qui :

- devrait être plus à l'aise sur un canal plus large pour croiser les bateaux 110 m ;
- aurait par contre plus de probabilité d'y croiser des convois Vb.

Nous n'avons pas trouvé de moyens valables à ce stade de distinguer les scénarii sur ce critère et nous l'avons neutralisé.

3.13 Aspect « Acceptabilité » - Perturbation pendant les travaux

Description du critère : La réalisation des travaux va perturber la navigation (dragages) et les riverains (Terrassements). Le transport des matériaux jusqu'au dépôt va encombrer la voie navigable.

Indicateurs possibles : Volume total dragages + déblais

Nous proposons donc la notation suivante :

Rectangle	Fenêtre	Note
28x4	Va/Va	407.000 m3
	Vb/IV	1.022.000 m3
34x4	Va/Va	790.000 m3
	Vb/IV	1.412.000 m3
38x4	Vb/Vb	1.925.000 m3

Cet indicateur permet également de prendre en compte un critère qui aurait pu être inclus dans la liste : la mobilisation de capacité foncière pour la mise en dépôt.

4 – Evaluation des scénarios

4.1 Attribution des poids

Certains critères n'ayant pu être exploités à ce stade (voire chapitre 3 – Analyse par critère – Notation initiale), nous avons fait l'agrégation des scores sur base de 10 critères divisés entre 3 groupes de critères.

Les poids ont été définitivement arrêtés lors du cotech du 26 novembre. Dans le paragraphe « 4.4 Analyse de sensibilité », la sensibilité des résultats pour des changements des poids dans le niveau des groupes de critères est testée.

Tableau 1 : Intensités de préférence (poids) attribués aux critères

Critères	Poids niveau 1	Poids niveau 2	Poids niveau 3	Poids finaux
Aspects transports	0,500			
Ecoulement du trafic		0,290		0,145
Sécurité		0,290		0,145
Optimisation d'enfoncement		0,290		0,145
Possibilité d'évoluer vers Vb		0,090		0,045
Consommation énergétique		0,040		0,020
Impacts sur l'environnement	0,350			
Impacts travaux (non-permanents)		0,250		0,083
Impacts pendant exploitation		0,750		
Impacts sur zones naturelles protégées			0,609	0,160
Impacts sur zones naturelles non-protégées			0,3175	0,083
Potentiel écologique des berges			0,074	0,016
Acceptabilité	0,150			
Expropriation / Acquisition foncière		0,846		0,127
Perturbation pendants travaux		0,154		0,023

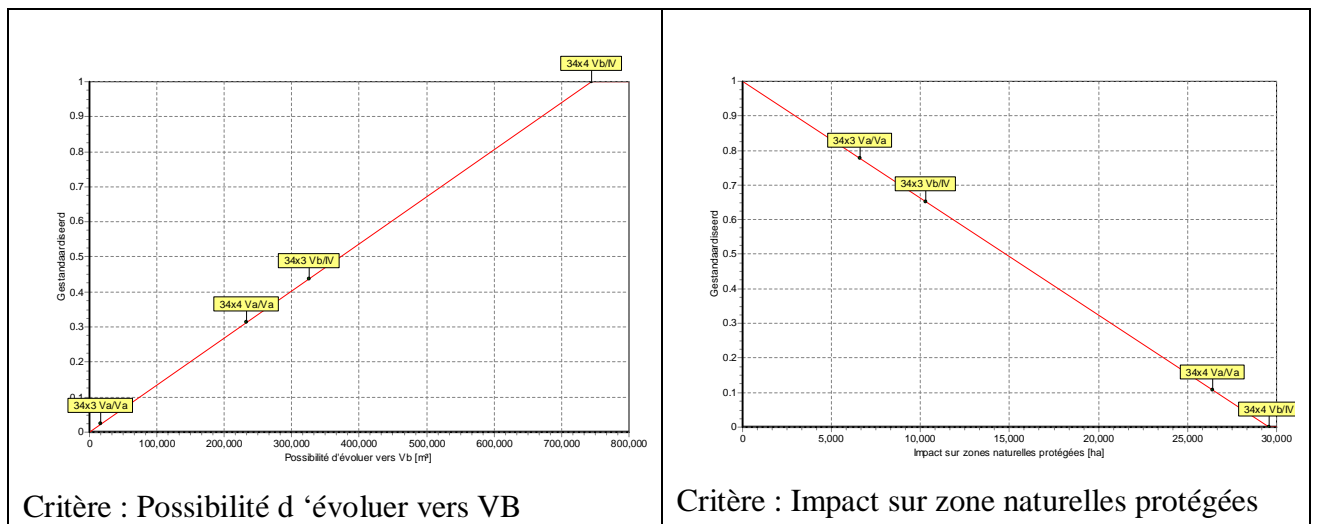
4.2 Normalisation

Les scores quantitatifs doivent être normalisés avant l'agrégation des scores. Nous avons retenu dans cette étude une normalisation linéaire entre 0 et le score maximale obtenu. Les scores obtenus sont ainsi recalculés entre 0 et 1.

Selon le critère, la courbe de normalisation descend (le critère est un coût ou un inconvénient, ce qui veut dire qu'un score plus petit est plus avantageux) ou monte (le critère est un avantage, ce qui veut dire qu'un score plus grand est plus avantageux).

Deux exemples d'une courbe de normalisation (critère coût et critère bien) sont données edans les figures ci-après.

Les scores qualitatifs ne doivent pas être normalisés.



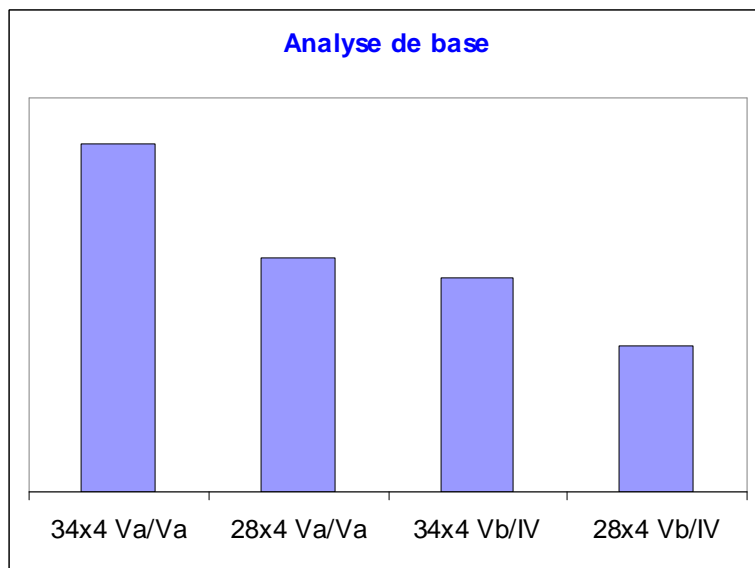
4.3 La synthèse : agrégation des scores

Dans l'étape de l'agrégation, les poids et scores (normalisés) sont combinés¹ afin d'obtenir une hiérarchie dans les scénarios sur l'ensemble des critères ou par sous-objectifs.

L'AMC pour ce projet ne vise pas à définir une préférence fixe pour l'un ou l'autre scénario. Les préférences obtenues à l'issue de l'AMC dépendent d'une part des scores sur les critères et d'autre part du poids relatif qu'on a accordé aux critères (intensité de préférence).

Pour avoir une bonne idée de l'influences des poids sur le résultat final au plus haut niveau (celui des sous-objectifs ou groupes de critères), voir paragraphe « 4.4 Analyse de sensibilité ».

Les résultats de l'analyse de base (avec les poids qui sont définis ci-avant) sont présentés dans la figure ci-après. Dans cette figure, les chiffres numériques des scores agrégés ne sont pas importants et ne sont donc pas donnés. Un score agrégé plus haut veut dire que le scénario est avantageux (sur la base des critères d'évaluation utilisés avec les intensités de préférence). La différence entre les scénarios est relative à la différence entre les scores agrégés.



¹ La méthode utilisée pour l'agrégation des scores est la méthode Evamix qui est disponible dans le logiciel Definite 3.1 et qui est adaptée aux situations avec combinaisons de critères qualitatifs et quantitatifs.

Le cas 34x4 Va/Va est le plus avantageux tenant compte des critères de l'évaluation (et intensités de préférences) comme défini dans les chapitres 2 et 4.1 de ce livrable. La différence avec le cas 28x4 Va/Va est relativement grande.

Les fenêtres Va/Va (sans surlargeur) sont supérieures aux fenêtres Vb/IV.

4.4 Analyse de sensibilité

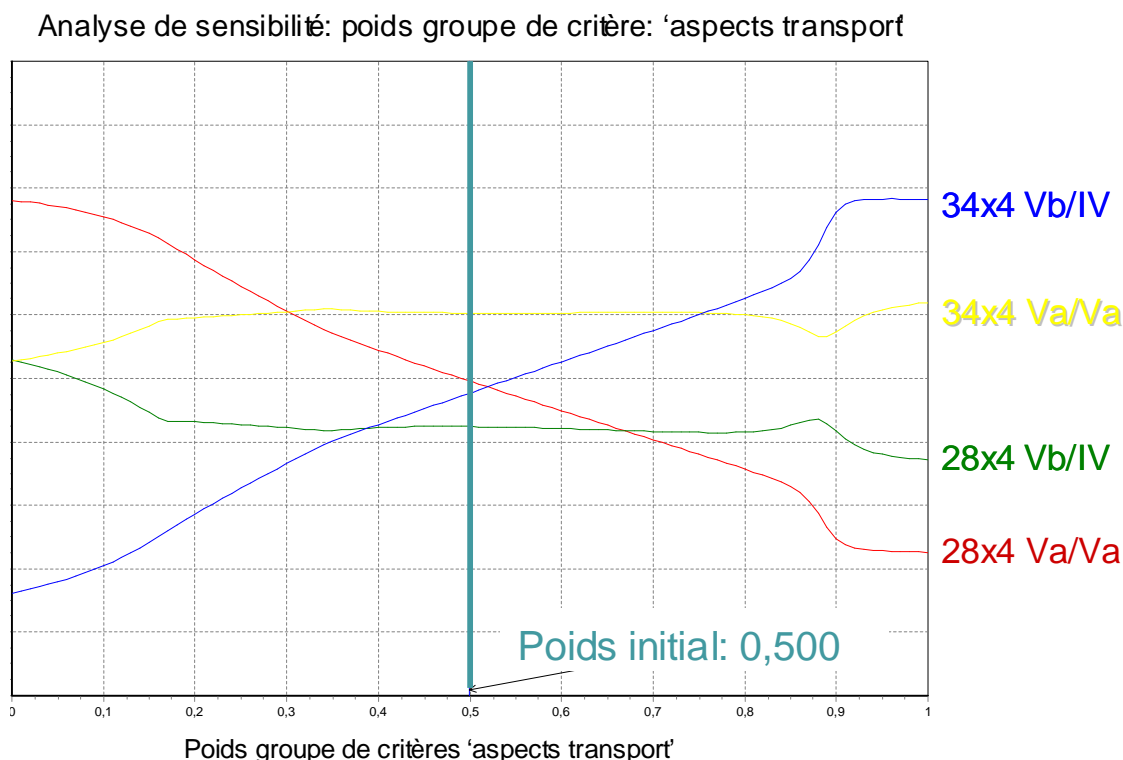
Une phase importante de l'AMC est l'analyse de sensibilité. Cette analyse permet d'évaluer l'influence des scores et des préférences sur les résultats de l'AMC. Ainsi on peut déterminer à quel point les résultats obtenus sont stables/instables par rapport aux variations des scores et des poids. Cette analyse peut donc apporter des informations concernant :

- Le point charnière à partir duquel un changement des poids peut affecter l'ordre des scénarios ;
- Les aspects déterminants pour le bon (ou mauvais) score de tel ou tel scénario ;
- Les mesures les plus efficaces pour améliorer la position des alternatives ;
- Les caractéristiques qui peuvent être améliorées afin de mitiger l'impact du projet.

4.4.1 Variation des poids des groupes de critères

Les poids des groupes de critères ont été définis lors du Cotech du 26 novembre 2008. Néanmoins, il est important d'examiner l'effet d'un changement dans ces poids sur le résultat final.

Sensibilité du groupe de critères « Aspect transport »



Dans le graphe, le poids pour le groupe de critères varie entre 0 et 1 (axe x). La ligne bleu verticale donne la position du poids dans l'analyse de base (0,500). La hiérarchie des scénarii peut être vue en regardant les lignes d'en haut (scénario le plus avantageux) jusqu'en bas (scénario le moins avantageux) le long de cette ligne.

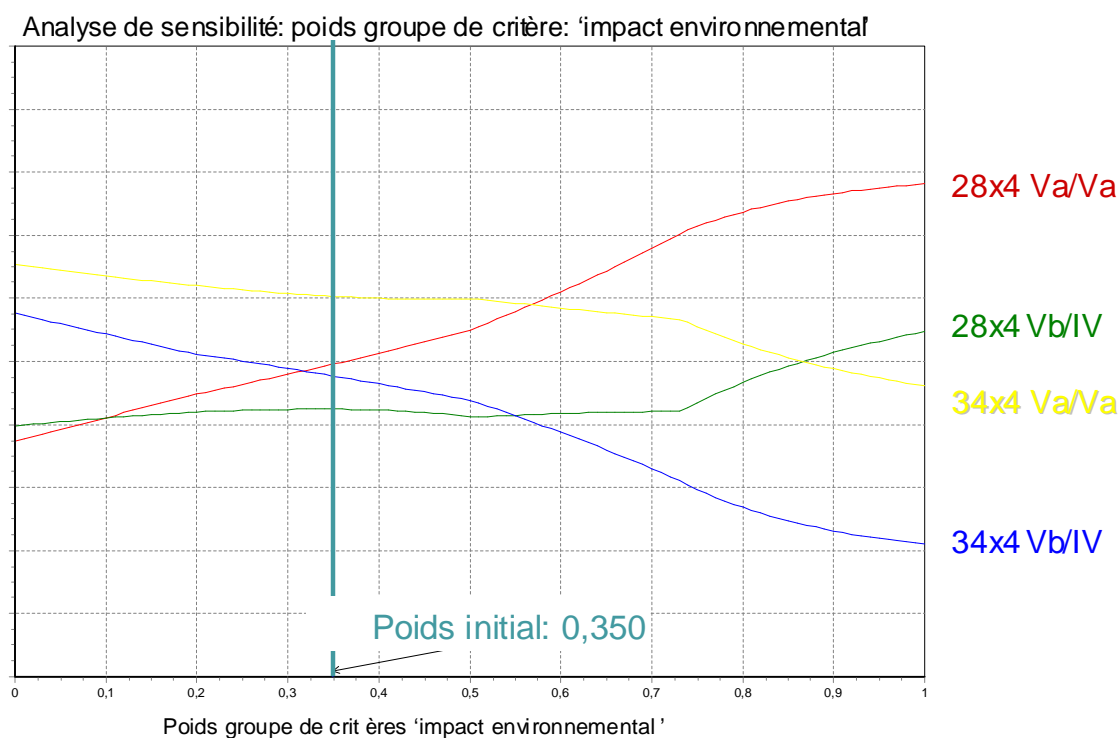
En diminuant le poids du groupe de critères 'Aspects transport' (en bougeant la ligne verticale plus à gauche dans le graphe), les poids des deux autres groupes de critères augmentent de manière que la somme des poids pour le niveau 1 égale toujours 1 et que le rapport entre les poids pour les deux groupes de critères (impact environnemental et acceptabilité) soit respecté.

Le scénario 34x4 Va/Va (ligne jaune) est le scénario le plus avantageux pour les poids initiaux (0,5) mais nous pouvons voir que cet avantage change avec une diminution (forte) du poids du groupe de critère (jusqu'à 0.3, le scénario 28x4 Va/Va est plus avantageux) ou bien quand nous augmentons fortement le poids (au delà de 0.7, le scénario 34x4 Vb/IV est plus avantageux).

Remarquable aussi est la stabilité du score du scénario 34x4 Va/Va lorsque le poids du groupe de critères 'aspects transports' varie.

Les scores des scénarii 28x4 Va/Va et 34x4 Vb/IV varient par contre très fortement avec le poids du critère.

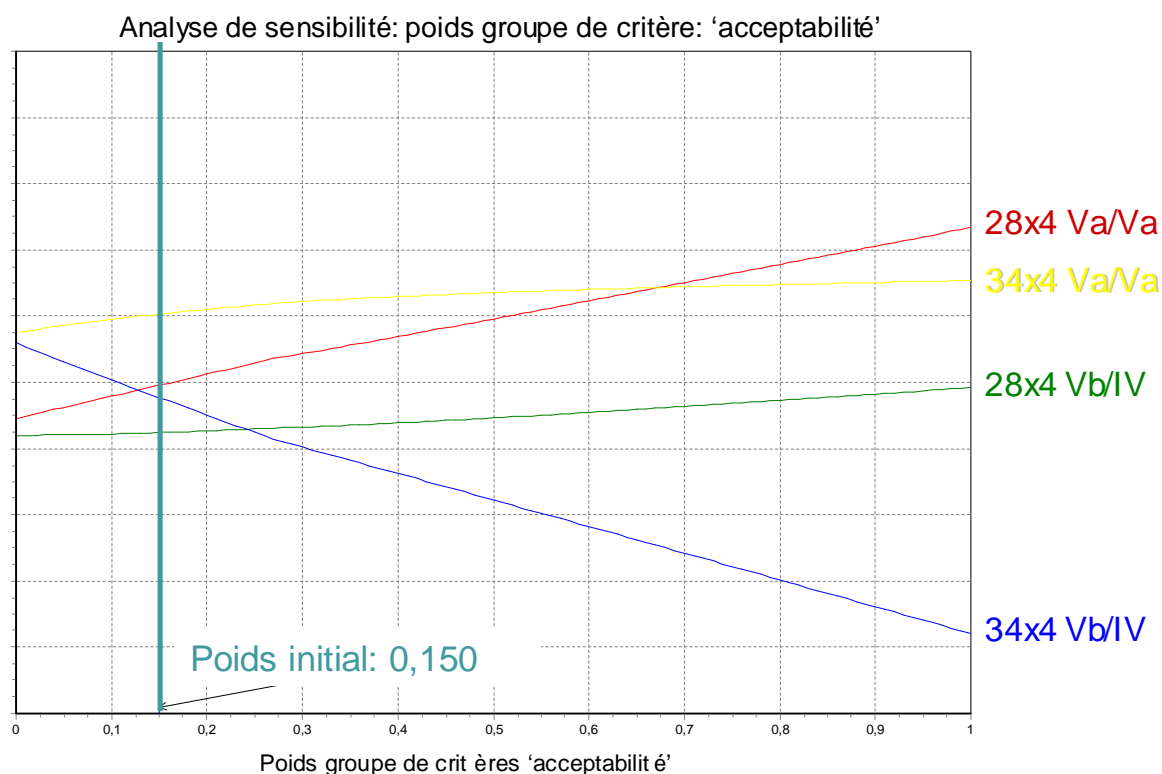
Sensibilité du groupe de critères « Impact environnemental »



En augmentant l'importance du groupe de critère 'Impact environnemental', nous pouvons voir que le scénario 34x4, qui était le plus avantageux dans l'analyse de base, devient moins avantageux. A partir d'un poids de environ 0,550 le scénario 28x4 Va/Va est plus avantageux.

Sensibilité du groupe de critères « Acceptabilité sociale »

Le poids pour ce groupe de critères a été convenu à 0,150 dans l'analyse de base. Dans la ci-après, nous remarquons que il faut augmenter ce poids jusqu'au moins 0,650 avant que le scénario 34x4 Va/Va (ligne jaune) ne soit plus le scénario le plus avantageux.



4.4.2 Combinaisons de poids pour favoriser un scénario

Dans les analyses de sensibilité comme présentées ci-avant, le poids d'un seul groupe de critères variait alors que le rapport entre les poids des deux autres groupes de critères restait constant. Il est intéressant de savoir comment la combinaison des poids des groupes de critères doit changer (minimalement) pour qu'un autre scénario que le 34x4 Va/Va soit désigné comme le scénario le plus avantageux.

Dans cette analyse, les rapports entre les poids ne doivent pas rester constants, tant que la somme des poids égale à 1.

Dans le tableau ci-après, ces combinaisons de poids sont données.

Poids	28x4 Va/Va	28x4 Vb/IV	34x4 Va/Va	34x4 Vb/IV
Aspects transport	0,304	-	0,500	0,648
Impact environnemental	0,494	-	0,350	0,334
Acceptabilité	0,202	-	0,150	0,019

Pour le scénario 34x4 Va/Va, les poids de l'analyse de base sont donnés. Il faut changer les poids fortement pour qu'un autre scénario devienne plus avantageux que ce scénario.

Le scénario 28x4 Va/Va est le scénario le plus avantageux quand le poids du groupes de critères 'impact environnemental' est augmenté jusque presque la moitié du poids et que le poids du groupe

de critères 'aspects transport' est diminué. Ce scénario est un scénario minimale d'un point de vue élargissement et donc a le moins d'effet sur les zones naturelles adjacents et donc le moins d'impact environnemental (comme défini par les critères d'évaluation).

Le scénario 34x4 Vb/IV est le scénario le plus avantageux quand nous considérons les aspects transports. Il est par contre désavantageux pour l'impact environnemental, mais surtout pour l'acceptabilité (Acquisitions foncières). En mettant plus d'importance sur le groupe de critères 'aspects transport' et moins sur le groupe de critères 'Acceptabilité', ce scénario est plus avantageux que les autres scénarios étudiés.

5 – Conclusions

Les études préliminaires de tracé permettent de disposer :

- d'éléments objectifs de choix entre 4 options crédibles pour le recalibrage de la Lys mitoyenne ;
- d'une première approche du scénario cible à terme (gabarit Vb plein) qui permet de mesurer le chemin qui serait parcouru selon l'option retenu vers cette cible et d'anticiper, notamment en termes d'emprises et de dispositions techniques, cette nouvelle étape de recalibrage.

L'AMC apporte un éclairage sur les enjeux liés à chacune des options de choix.

L'étude SINAVI que doit réaliser VNF apportera des informations complémentaires sur le critère écoulement du trafic des différents scénarios (Critère 1 de l'AMC notée actuellement avec une approche qualitative).

Les 4 options sont clairement différenciées avec des avantages et inconvénients assez nets. Des éléments chiffrés de synthèse sont donnés dans les tableaux ci-après.

Rappels d'hypothèses prises en compte pour la construction des tableaux :

1/ Pour pouvoir faciliter la comparaison, une évaluation du coût et des quantités « Emprises » et « Déblais » d'une solution repère a été faite en prenant en compte les hypothèses suivantes :

- 80 % des emprises urbaines hors DPF sont traitées par des soutènements → Coût : 80% du linéaire global de soutènement nécessaire (en urbain) diminué de 80% du coût des emprises. Il reste donc 20 % des emprises à acquérir (à l'amiable).
- Idem mais avec un taux de 20 % pour les emprises rurales.

2/ Du fait :

- du point singulier pour la navigation constitué par l'ensemble Ecluse-Pont à Comines,
 - de la continuité directe du secteur en amont de l'écluse avec la Deûle où des travaux de recalibrage 36m (ou 34) * 3,50m vont démarrer en 2009,
 - du projet wallon en cours en aval du pont et de la continuité en aval avec la Lys flamande,
- il nous semble possible de faciliter la réflexion en distinguant les secteurs amont et aval de l'ensemble Ecluse-Pont.*

Aussi le tableau ci-dessous présente outre les chiffres pour l'ensemble du tronçon d'étude la répartition pour l'amont et l'aval de Comines.

3/ Conformément aux directives de VNF, les montants globaux incluent outre les postes aux quantités de chaque partie :

- un montant forfaitaire de 2M€HT pour les mesures compensatoires environnementales ;
- un montant forfaitaire de 1,6 M€HT pour l'aménagement du TD de Bauvin ;

- un montant forfaitaire de 1,6 M€HT pour l'aménagement d'un autre TD en principe en territoire belge.

Lecture du tableau sur l'exemple 34x4 sans surlargeur :

- 1/ La solution 100 % talus est évaluée à 22,8 M€HT. Les emprises hors DPF sont de 0,8 ha
 2/ La suppression de toute emprise hors PDF nécessite la mise en œuvre de traitement soutènement avec un coût de 4,2 M€HT
 3/ La solution repère (Traitement soutènement sur 80% en urbain et 20% en rurale) est évaluée à 24,6 M€HT

Tableau fenêtre Va/Va (Pas de surlargeur dans les courbes)

	Global (+TD et mesures compens.)		Amont Comines		Aval Comines	
	28x4	34x4	28x4	34x4	28x4	34x4
Evaluation (M€HT)	16,5 15,5 à 17,2	25,0 23,2 à 27,4	6,1 5,5 à 6,7	9,5 8,9 à 11,5	4,3 3,9 à 4,4	9,9 8,7 à 10,3
Evaluation Emprises hors DPF (ha)	0,1 0,2 à 0	0,4 0,8 à 0	0,1 0,1 à 0	0,3 0,5 à 0	0 ~ 0	0,1 0,3 à 0
Matériaux excédentaires (x1.000 m3)	400	800	200	400	200	400

Tableau fenêtre IV/Vb (Surlargeur Graewe dans les courbes)

	Global (+TD et mesures compens.)		Amont Comines		Aval Comines	
	28x4	34x4	28x4	34x4	28x4	34x4
Evaluation (M€HT)	31,9 27,7 à 39,1	36,6 33,2 à 46,2	9,9 8,6 à 15,5	12,9 11,7 à 20,1	12,0 9,1 à 14,8	18,4 16,2 à 20,8
Evaluation Emprises hors DPF (ha)	2,4 3,3 à 0	2,4 5,7 à 0,3	2,2 2,6 à 0	2,6 3,1 à 0	0,2 0,6 à 0	1,9 2,6 à 0
Matériaux excédentaires (x1.000 m3)	900	1.400	350	550	550	850

Les fenêtres Va/Va ne permettent pas le croisement des VB/IV en courbe et dans les zones de transitions entre les courbes.

Il est néanmoins indispensable que le Vb puisse passer en courbe en alternat. Cette fonctionnalité est vérifiée dans le raisonnement ci-après.

Passage d'un convoi Vb seul dans les courbes

Données:

- Bateau 185m*11.4m -Enfoncement 3m - Profondeur nécessaire: 4m (ou 3.6m selon $p=20\%$)
- Largeur nécessaire en tronçon droit: 17.1m (selon RVW profil restreint à sens unique, plus favorable que le référentiel technique (19m), la circulaire 76-38 (18m) et la norme allemande (18.8m))
- Surlargeur pour un Vb à vide: $0.5L^2/R$ soit la même que celle calculée pour le Vb/IV soit dans le cas le plus défavorable (C1) 15.56m
- Largeur totale nécessaire la plus défavorable en courbe: 32.66m

-Profil disponible:

- *28x4: largeur de 25m pour un pied de pilote à 4.5m. soit largeur disponible de 28m à 4m (et 30.4m à 3.6m)
=> Dans tous les cas, largeur insuffisante
- *34x4: 34m à 4m, 36.4m à 3.6m => Suffisant dans tous les cas.

Constat de départ

pour le 28x4: le Vb à 3m d'enfoncement ne passe pas
pour le 34x4: le Vb à 3m d'enfoncement passe.

Pour traiter le problème du 28x4: 3 possibilités

1° Réduction de l'enfoncement

A la largeur de 32.66m correspond une profondeur de rectangle de 3.2m.
Il faut donc restreindre l'enfoncement des Vb à 2.2m (2.7m si on considère la règle $p=20\%$)

2° Distinction bateau chargé non chargé

La surlargeur avec coefficient 0.5 est celle pour un bateau à vide, on peut donc s'attendre à un enfoncement moindre que pour un bateau chargé.

a) enfoncement d'un bateau à vide

- selon RVW, à un enfoncement de 3m pour un Vb correspond un chargement d'environ 3500t, soit un enfoncement dû au chargement de 1.66m sur une surface de 11.4x185.
- l'enfoncement du bateau non chargé serait donc de l'ordre de 1.34, soit une valeur inférieure aux 2.2m limites calculés au point 1
=> ok pour le Vb à vide

b) surlargeur du bateau chargé

- $0.25 L^2/R$ soit la moitié de la surlargeur calculée pour Vb/IV
- surlargeur défavorable: 7.78m, largeur nécessaire défavorable: 24.88m, soit une valeur inférieure aux 28m disponibles à 4m de prof
=> ok pour le Vb chargé

3 Application du coefficient réduit RVW 1996

Du fait que le bateau n'est pas en croisement, on pourrait appliquer le coefficient 0.35 du Vb à vide dans RVW 1996

Dans ce cas surlargeur défavorable: $0.35/0.5 \times 15.56 = 10.9$, ce qui nous donne une largeur défavorable totale de précisément 28m

=> ok du à un coefficient réduit que l'on défend par le fait que l'on est pas dans une optique de croisement.

Conclusions :

L'accès aux Vb en alternat est bien assuré dans les fenêtres Vb/IV. Si l'optique de la fenêtre 28x4 Va/Va est celle retenue, il faudra néanmoins accepter une limitation de l'enfoncement ou une réduction de sécurité due à une interprétation plus souple des normes

Commentaire conclusif du groupement : 1^{er} avis sur le programme à retenir

- A l'amont de Comines,

→ Retenir dans la continuité de la Deûle (36x3,5), le rectangle 34*4 Va/Va (équival. 37x3,5).

Le référentiel technique du programme de la Deûle retient la surlargeur prévue dans la circulaire 76-38 pour le croisement des bateaux de 110 m (6.000/R). Dans celle-ci, il n'y a pas de notion de rayon maximal au-dessus duquel on n'applique pas de surlargeur, qui est toujours prise égale à 6.000/R. Par souci de cohérence, nous proposons de conserver cette prescription de surlargeur qui ne permet cependant pas le croisement Vb/IV dans les courbes où des alternats ou autres conditions particulières devront gérer cette insuffisance.

- Coût de l'ordre de 11 M€HT (non inclus postes globaux TD Bauvin + TD belge + Mesures compensatoires 5,2 M€HT) – 550.000 m³ de matériaux

A l'aval de Comines,

→ Idem amont - Coût de l'ordre de 13 M€HT (non inclus postes globaux 5,2 M€HT) – 600.000 m³

ou

→ Retenir, dans la continuité de la Lys flamande, le rectangle 28x4 Vb/IV – Coût de l'ordre de 12M €HT (hors Bauvin + Envir 5.2 M€HT) – 550.000m³.

Il faut signaler cependant l'éventuelle possibilité de diminuer ce coût par l'utilisation de surlargeurs réduites. WZ a en effet retenu la possibilité d'une surlargeur calculée avec un coefficient réduit sensiblement inférieur à celui utilisé dans cette étude (0,175 au lieu de 0,5) qui permettrait le croisement des Vb/IV avec un enfoncement inférieur à 3 m. On note également dans la version des normes néerlandaises antérieures à 2005 (RVW 1996) un coefficient de 0,35 pour le Vb à vide. Ce point serait à valider avant toute décision.

Des considérations de segments de transport et les résultats de l'étude SINAVI pourraient modifier cette logique de réflexion amont-aval Comines.

Quelque soit la solution, la mise au gabarit Vb devra être anticipée (Détermination de l'axe futur, emprises nécessaires).

L'idée souvent avancée que la rive d'intervention pour le présent recalibrage ne devra pas être reprise lors de la prochaine étape de recalibrage doit être considérée avec prudence. La configuration issue du précédent recalibrage laisse des emprises moins contraignantes sur les îles résiduelles à l'extérieur des courbes. Aussi, il pourrait s'avérer plus avantageux d'intervenir à deux reprises sur cette même rive à l'extérieur de la courbe.