



Étude d'opportunité technique et environnementale d'une liaison fluviale à grand gabarit entre la Moselle et la Saône

Etape 1 : analyse du territoire et
identification de couloirs de passage
potentiels

7 - Synthèse de l'étape 1

Rapport

- Etudes générales
- Assistance au Maître d'Ouvrage
- Maîtrise d'œuvre conception
- Maîtrise d'œuvre travaux
- Formation

Siège social
78, allée John Napier
CS 89017
34965 - Montpellier Cedex 2

Tél. : 04 67 99 22 00
Fax : 04 67 65 03 18
montpellier.egis-eau@egis.fr
<http://www.egis-eau.fr>

Sommaire

1	INTRODUCTION	5
1.1	Contexte général de l'étude	5
1.2	Les deux grandes étapes de l'étude d'opportunité	5
1.3	Objet du rapport	6
2	OBJECTIFS, CONTENU ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE	7
2.1	Objectifs généraux de l'étude en étape 1	7
2.2	La zone d'étude	7
2.3	Méthodologie générale	9
2.4	Les rapports et les réunions	10
3	LES ENJEUX ET LES PROBLEMATIQUES TECHNIQUES D'UN CANAL A GRAND GABARIT	12
3.1	Qu'est ce qu'un canal à grand gabarit ?	12
3.2	Les grands enjeux techniques	13
4	LES ENJEUX ET CONTRAINTES DE L'ENVIRONNEMENT	15
4.1	Méthodologie	15
4.2	Le milieu physique	18
4.3	La ressource en eau pour l'alimentation du canal	21
4.4	L'eau : qualité et zones inondables	25
4.5	Les milieux naturels	26
4.6	Les contraintes du milieu humain	28
4.7	Le patrimoine et le paysage	30
4.8	La socio économie locale	31
5	HIERARCHISATION DES CRITERES ET SYNTHESE DES SENSIBILITES DU TERRITOIRE	32
5.1	Méthode générale d'élaboration de la carte	32
5.2	Les critères retenus et hiérarchisation	33
5.3	Elaboration d'une carte de synthèse support d'élaboration des couloirs	35
6	LES COULOIRS : IDENTIFICATION ANALYSE ET COMPARAISON	38
6.1	Présentation générale des 4 couloirs identifiés	38
6.2	Méthodes d'analyse des couloirs	40
6.3	Analyse et comparaison des couloirs	41
7	CONCLUSIONS	46

Liste des figures et tableaux

Figure 1 - Carte simplifiée de la zone d'étude	8
Figure 2 - Hydrographie simplifiée de la zone d'étude	19
Figure 3 - Réduction de la carte du relief.....	20
Figure 4 -Réduction de la carte de disponibilité de la ressource en eau.....	24
Figure 5 – Carte simplifiée des milieux naturels	27
Figure 6 - Réduction de la carte de synthèse des sensibilités du territoire	36
Figure 7 –Réduction de la carte de synthèse des sensibilités et couloirs	37
Figure 8 - Carte simplifiée de localisation des couloirs.....	39
Tableau 1 - Caractéristiques principales des couloirs	41

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte général de l'étude

Les politiques publiques ont pour ambition et pour objectifs de réduire les gaz à effet de serre et dans un cadre plus large de réaliser des aménagements répondant aux objectifs de développement durable.

Face à un contexte où le volume et les échanges de marchandises sont croissants, il devient nécessaire de trouver des modes de transport alternatifs au trafic routier.

La voie fluviale est un mode de transport répondant à ces objectifs dans la mesure où le tonnage transporté peut être important, et où les rejets de gaz à effet de serre sont faibles.

Afin de créer une offre répondant à des objectifs ambitieux, il convient de compléter le réseau de voies navigables à grand gabarit pour assurer d'une part une continuité sur le territoire national, et d'autre part d'assurer une cohérence avec le réseau européen.

C'est ainsi, que l'Etat, les Régions Lorraine et Rhône Alpes, en partenariat avec VNF, ont décidé de mener une réflexion sur l'opportunité de créer un axe permettant le raccordement entre deux axes à grand gabarit entre le bassin du Rhône et de la Saône d'une part à celui de la Moselle et du Rhin d'autre part.

Dans ce cadre une première étude préliminaire socio-économique multimodale sur l'axe méditerranée – ports de la Mer du Nord et Europe de l'Est a été réalisée au cours de l'année 2005. L'étude a notamment permis d'établir que, dans un scénario à 2025 raisonnablement favorable à la voie d'eau, alliant une croissance des échanges et une politique multimodale de rééquilibrage en faveur des modes non routiers, il peut être attendu sur le futur aménagement 15 millions de tonnes de fret. Ainsi la voie d'eau représenterait une alternative crédible au sein d'une offre multimodale performante dans les sillons lorrain et rhodanien.

Suite à cette étude, il s'est posé les questions de la faisabilité technique d'une telle infrastructure en termes d'alimentation en eau, et de faisabilité socio-environnementale afin de trouver des couloirs de passage évitant les secteurs les plus sensibles.

L'étude d'opportunité technique et environnementale d'une liaison fluviale à grand gabarit entre la Saône et la Moselle a été lancée en 2007 afin de répondre à ces questions.

1.2 Les deux grandes étapes de l'étude d'opportunité

Cette étude a été structurée en 2 étapes

Etape 1 – analyse du territoire et identification des couloirs de passage potentiels

Cette première étape correspond à l'analyse du territoire, de ses grands enjeux environnementaux et de ses principales contraintes techniques (en terme de relief, d'alimentation en eau). Elle a comme finalité l'identification de couloirs de passage potentiels, leur comparaison (au regard d'une analyse multicritères) notamment sur les plans techniques, environnementaux et économiques.

Etape 2 – étude technique et environnementale et territoriale approfondie des couloirs retenus

Cette deuxième étape consiste à approfondir l'étude de faisabilité technique et l'analyse environnementale et territoriale (aménagement et compétitivité des territoires) et technique préalablement établie sur les couloirs de passage retenus. Elle permettra d'aboutir aux premières estimations financières pour la réalisation de l'infrastructure et son fonctionnement.

1.3 Objet du rapport

La première étape de l'étude technique et environnementale a été menée courant 2007.

Ce rapport constitue la synthèse du travail effectué en étape 1 (identification des couloirs de passage) de l'étude d'opportunité technique et environnementale d'une liaison fluviale à grand gabarit entre la Saône et la Moselle.

2 OBJECTIFS, CONTENU ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

2.1 Objectifs généraux de l'étude en étape 1

L'étape 1 de l'étude a pour objectif de dresser un inventaire des enjeux environnementaux et socio-économiques du territoire pour obtenir une visualisation globale des principales sensibilités au regard d'un projet de canal à grand gabarit.

L'objectif est de balayer de manière exhaustive le champ des possibles pour identifier sans a priori des couloirs de passages potentiels du canal de 2 à 10 km de large.

2.2 La zone d'étude

L'aire de recherche de couloir s'étend sur **quatre régions** administratives : la Bourgogne, la Franche Comté, la Champagne-Ardenne et la Lorraine. Sa superficie est de **12 910 km²** et couvre une partie des **six départements** suivants :

- la Côte d'Or,
- le Jura,
- la Haute-Marne,
- la Meurthe-et-Moselle,
- la Haute-Saône,
- Les Vosges.

Cette zone accueille un total de **1 200 communes** et nécessiterait une voie d'eau de 200 à 250 km pour relier les deux axes fluviaux à grand gabarit existants au Sud et au Nord. En effet, du Nord au Sud l'aire d'étude s'étend sur environ 200 km, et d'Est en Ouest elle varie entre 60 et 120 km de large.

Elle est délimitée au Nord et au Sud par les limites actuelles du grand gabarit c'est-à-dire Neuves-Maisons près de **Nancy** et **Toul** sur la Moselle et Saint Jean-de-Losne sur la Saône à proximité de **Dijon** et **Dole**.

Elle s'étend à l'Est jusqu'aux contreforts des Vosges vers **Epinal**, limite physique naturelle et plus au Sud jusqu'aux villes de **Vesoul** et Dole.

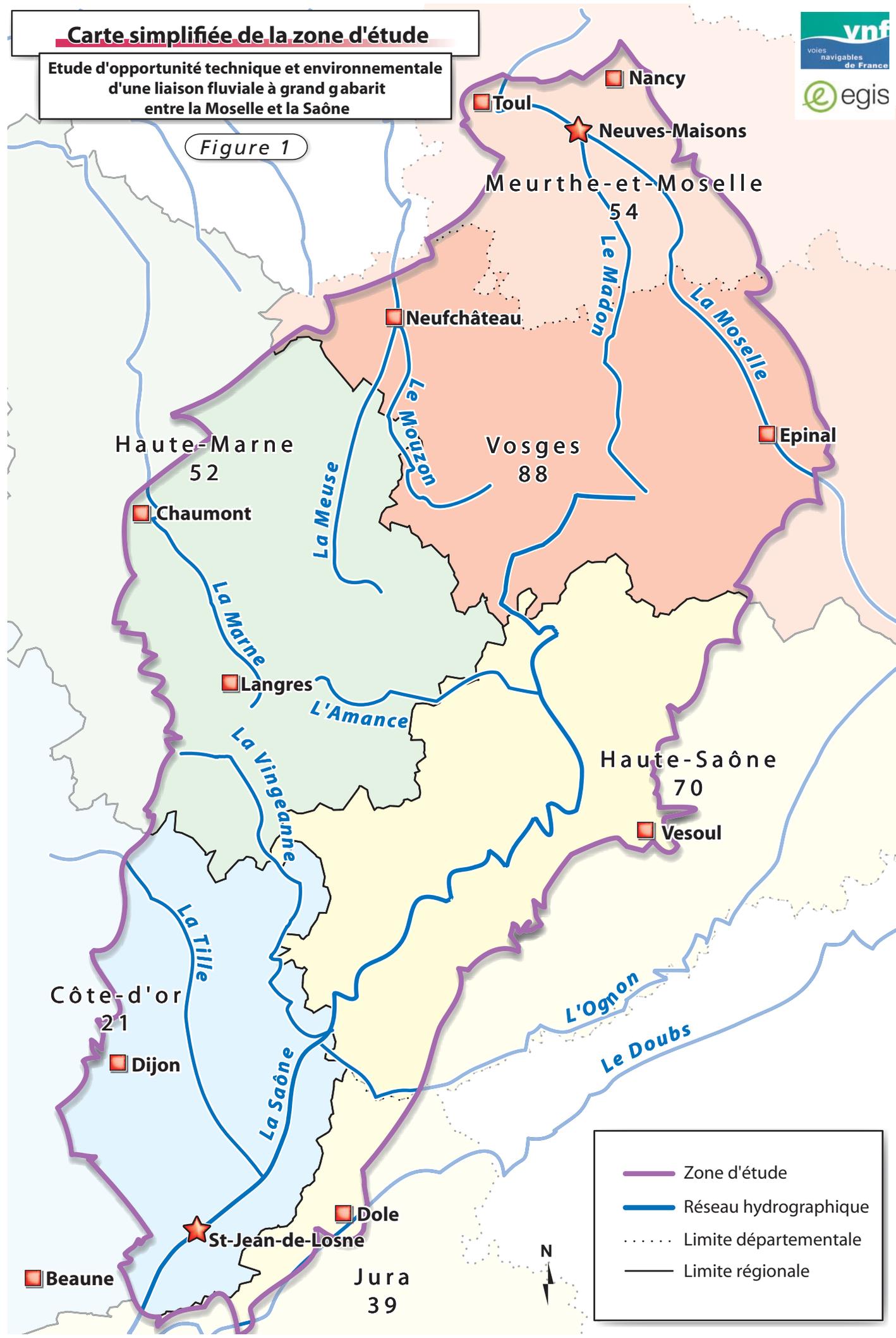
Elle s'étend à l'Ouest jusqu'à **Chaumont**, **Langres** et Dijon. Au-delà de ces limites, le tracé d'une telle liaison apparaîtrait déraisonnablement long.

Carte simplifiée de la zone d'étude

Etude d'opportunité technique et environnementale
d'une liaison fluviale à grand gabarit
entre la Moselle et la Saône



Figure 1



2.3 Méthodologie générale

2.3.1 Les grandes étapes de l'étude

L'étude s'est déroulée en trois temps :

1. le recensement des sensibilités du territoire,
2. l'analyse multicritère de ces sensibilités,
3. l'identification et une première comparaison des couloirs.

2.3.2 Méthodologie générale

Recensement des enjeux et contraintes du territoire

Ce premier temps d'étude a consisté en l'analyse des enjeux et des contraintes du territoire : collecte, analyse et synthèse de données sur l'ensemble de l'aire d'étude. Cette première partie est constituée de **trois volets d'étude**.

☞ Le **volet environnement et socio économie** a consisté en un recensement exhaustif et homogène de contraintes et des enjeux de l'environnement. Ils ont été classés en thèmes et ont fait l'objet d'un atlas cartographique thématique au 1/100 000° réalisé sous SIG (Système d'Information Géographique). Les principaux pôles économiques de l'aire d'étude potentiellement intéressés par une nouvelle voie d'eau ont été par ailleurs identifiés. Ce premier volet a eu ainsi pour but de déterminer les secteurs les plus sensibles au passage d'un canal à grand gabarit dans une démarche d'évitement des contraintes.

☞ En parallèle, **une étude technique** a été menée sur les ouvrages d'une telle infrastructure. Ce volet a eu notamment pour objectif de prendre la mesure des enjeux techniques et économiques, afin

- d'identifier les problématiques particulières à la voie d'eau,
- d'intégrer la dimension des ouvrages dans l'analyse des sensibilités du territoire,
- de s'approprier les bases techniques pour apprécier sommairement la faisabilité d'un canal dans les futurs couloirs,
- et ainsi de les évaluer selon les critères les plus adaptés.

Ce travail a permis également de préparer la 2^{ème} étape (étude approfondie des couloirs) à venir où la faisabilité technique sera développée.

☞ En complément, le thème de la **ressource en eau pour l'alimentation du canal** a été développé dès ce stade d'étude.

Le canal représente un volume de l'ordre de plusieurs dizaines de millions de mètres cubes d'eau et des « mouvements d'eau » de plusieurs mètres cubes par seconde liés en particulier au système de l'écluse appliqué au grand gabarit.

Ce volet d'étude a été l'occasion :

- de préciser les modes d'estimation et de pré-évaluer sommairement les besoins en eau d'une telle infrastructure,

- de caractériser les secteurs de ressource plus ou moins abondante pour le canal notamment par une analyse hydrologique du territoire,
- et d'avoir un premier aperçu de l'adéquation entre les besoins et la ressource disponible.

L'analyse multicritère

Ce deuxième temps a permis d'élaborer une carte de synthèse des sensibilités du territoire support pour la recherche de couloir. Cette carte a été réalisée sous SIG sur la base d'une hiérarchisation des sensibilités du territoire au regard d'un projet de canal à grand gabarit.

Identification et première comparaison des couloirs

Dans un troisième temps les couloirs ont été élaborés, évalués puis comparés sur la base des outils développés pour l'analyse multicritère.

2.4 Les rapports et les réunions

2.4.1 Contenu de l'étude et rendus

L'étude se décompose en **6 volumes de rapport et un atlas cartographique** :

- rapport introductif,
- rapport environnement et socio économique,
- rapport sur la ressource en eau,
- atlas cartographique thématique,
- rapport technique – infrastructure,
- rapport de hiérarchisation des critères en vue de l'élaboration de la carte de synthèse,
- rapport de caractérisation et de comparaison des couloirs.

2.4.2 Réunions

L'étude a fait l'objet de plusieurs réunions avec le comité technique

- réunion du 11 mai 2007 de lancement de l'étude
- réunion du 4 juillet 2007 d'avancement,
- réunion du 20 septembre de présentation des enjeux du territoire : environnement et ressource en eau puis de discussion sur la hiérarchisation des critères pour l'analyse multicritère.

La grille de hiérarchisation des sensibilités du territoire a ainsi fait l'objet de nombreuses discussions en réunion et a été validée par l'ensemble du comité après ajustements.

- Réunion du 16 octobre de présentation du rapport technique de finalisation de la ressource en eau et de travail sur l'identification des couloirs.

La méthode de recherche de couloir a été illustrée sous la forme d'un travail commun en réunion. Les membres du Comité technique ont été répartis en plusieurs groupes de travail et ont été amenés à « dessiner » les couloirs. Ce travail a mis en évidence une concordance de résultat. Les couloirs élaborés par les groupes de travail se révélant tous très proches des solutions présentées par ailleurs par le bureau d'étude.

- Réunion du 23 novembre de présentation de l'étude des couloirs.

Elle a également fait l'objet de deux réunions du comité de pilotage :

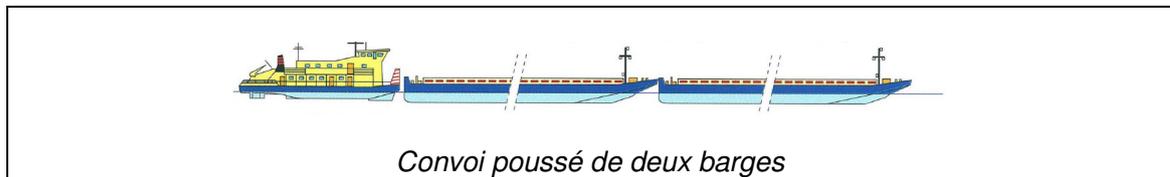
- le 12 juillet 2007 en début d'étude à Lyon,
- et en fin d'étude le 17 décembre 2007 à Metz.

3 LES ENJEUX ET LES PROBLEMATIQUES TECHNIQUES D'UN CANAL A GRAND GABARIT

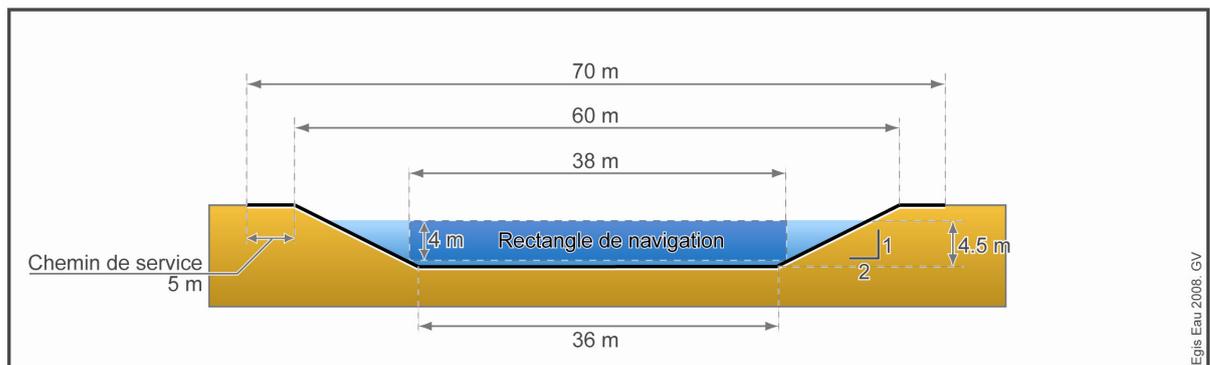
3.1 Qu'est ce qu'un canal à grand gabarit ?

Un canal à grand gabarit est une infrastructure adaptée au transport de convois fluviaux constitués de deux barges chargées de 3 hauteurs de conteneurs et d'un pousseur.

Il correspond au gabarit Vb européen. Les dimensions maximales des convois sont de 185 m de longueur et de 11.4 m de largeur pour un tirant d'eau (hauteur d'enfoncement) de 3 m.



La navigation à double sens de tels convois nécessite un rectangle de navigation de 38 m de largeur et 4 m de hauteur d'eau inséré dans un canal trapézoïdal de section mouillée totale de 200 m². Le profil en travers type correspondant à un terrain plat pour des conditions de sol plutôt favorables est illustré par la figure ci après.



3.2 Les grands enjeux techniques

Une liaison Saône Moselle nécessite de joindre deux bassins versants hydrographiques hors tracé de cours d'eau existant. Il s'agit donc d'un canal artificiel de jonction par opposition à un fleuve navigable.

Les franchissements de dénivelés se font par des écluses à grand gabarit pouvant atteindre jusqu'à 25 m de hauteur de chute et délimitant des biefs, tronçons de canal de même altitude.

La plus haute marche de l'escalier d'eau ainsi constitué est appelé bief de partage.

En France, trois grandes liaisons de ce type ont été étudiées à ce jour (Seine Nord, Seine Est et Saône Rhin).

Le projet de liaison fluviale à grand gabarit Saône Moselle présentera des caractéristiques d'ouvrage similaires à celles de Seine Nord Europe, projet le plus avancé conçu dans le respect du développement durable. Il constitue une base technique de référence.

Le canal Seine Nord est long de 106 km et présente 139 m de dénivelé cumulé. Aussi, un projet de liaison Saône Moselle constitue en ordre de grandeur le double du projet Seine Nord tant en longueur qu'en dénivelé.

Le projet Seine-Nord-Europe a été estimé à 3.2 milliards d'euros pour un trafic prévu de 17 millions de tonnes à l'horizon 2020 et jusqu'à 30 Mt à l'horizon 2050. Il est également à noter que l'alimentation en eau du projet se fait par recyclage intégral des volumes consommés aux écluses. Aussi, les besoins énergétiques du canal notamment pour les pompages ont été quantifiés à 87 millions de kilowatts-heures par an.

3.2.1 Les ouvrages du grand gabarit

Les ouvrages du gabarit Vb pour la liaison Saône Moselle ont été définis à partir des textes de référence notamment la circulaire 76-38 relative aux voies navigables et ses textes connexes. On note en particulier les caractéristiques suivantes :

- une section mouillée courante de 200 m² avec une largeur d'emprise de 70 m hors déblais ou remblais,
- des largeurs d'emprises pouvant dépasser 100 m et atteindre 200 m dans des zones de déblais ou de remblais élevés (20 à 25 m).

les écluses

Les écluses présenteront un sas de 195 m de longueur et 12.5 m de largeur ; les hauteurs de chute pouvant atteindre 25 m voire 30 m.

Le coût d'une telle écluse sera de l'ordre de 135 M€ pour une hauteur de chute de 25 m.

les ponts

Les ponts au dessus du canal devront permettre de dégager un tirant d'air de 7 m autorisant le transport de conteneurs sur trois couches en hauteur.

Compte tenu des largeurs d'emprise du canal, les ponts pour rétablir les communications auront des longues portées : au moins de 70 m sans appui intermédiaire et pourront atteindre plus de 100 m.

les ouvrages spéciaux

Le franchissement des vallées nécessitera des ponts canaux ou des remblais élevés.

Le tunnel peut constituer une solution pour franchir des configurations topographiques difficiles. Il n'existe toutefois aucune référence de souterrain pour le grand gabarit.

Une étude spécifique a été menée sur les élévateurs à bateau, solution alternative aux écluses mais jamais réalisée au gabarit Vb. Elle a permis de faire un état de l'art en la matière. Les références existantes permettent d'envisager des ascenseurs verticaux ou des plans inclinés longitudinaux pour franchir de très hautes chutes.

Ces ouvrages présentent l'avantage de ne pas consommer d'eau mais nécessitent plus de maintenance. Ils pourraient être compétitifs pour des très hautes chutes en comparaison à une échelle d'écluses.

3.2.2 L'alimentation en eau

L'écluse à sas nécessite par son principe de fonctionnement un transfert d'eau correspondant au produit de sa surface et de sa hauteur de chute soit pour une écluse de 25 m de hauteur 61 000 m³ d'eau. Le fonctionnement d'une telle écluse pour un trafic de l'ordre de 15 millions de tonnes (trafic estimé dans le cadre de l'étude socio-économique) correspondrait à un débit fictif de l'ordre de 12 m³/s en continu.

Des dispositifs d'économie d'eau doivent être mis en place. Les volumes issus de la vidange du sas transitent par des **bassins d'épargne**. Un bassin d'épargne est un réservoir de dimensions similaires à celles du sas l'écluse situé à un niveau altimétrique intermédiaire. Il permet de récupérer une partie du volume d'eau lors de la vidange et de le réutiliser lors du remplissage suivant.

La superposition de quatre bassins d'épargne permet de diviser par trois, le besoin en eau. L'alimentation peut se faire :

- soit par **recyclage** intégral des volumes consommés aux écluses et nécessite alors des **pompes** de grande capacité et une consommation énergétique globale de plusieurs gigawatts-heures par an ;
- soit par **alimentation gravitaire**. L'eau est prélevée dans les cours d'eau puis conduite au bief de partage.

Dans tous les cas des **bassins réservoirs** de plusieurs dizaines de millions de mètres cubes d'eau au moins s'avèrent nécessaires pour palier aux **pertes** du canal en saison sèche c'est-à-dire les infiltrations et l'évaporation.

La présence de potentiels sites de stockage à proximité du canal s'avèrera ainsi être un critère majeur pour la faisabilité technique réelle de la liaison. Des **rigoles d'alimentation** seront également nécessaires pour amener l'eau depuis les points de prélèvement jusqu'au réservoir et depuis le réservoir jusqu'au canal.

4 LES ENJEUX ET CONTRAINTES DE L'ENVIRONNEMENT

4.1 Méthodologie

La réalisation de cartes thématiques au 1/100 000°

4.1.1 La collecte des données

Le recueil de données a été réalisé à partir des sources habituelles d'informations géographiques et d'informations sur l'environnement : données générales, sites internet des services déconcentrés de l'Etat, etc. La collecte des données a été également effectuée auprès de 284 administrations avec 90% de réponses.

4.1.2 Les thèmes étudiés

La sélection des informations pertinentes pour l'analyse multicritère et la détermination des couloirs a été effectuée essentiellement suivant deux critères. Les informations cartographiées et analysées sont les suivantes.

- **Les informations qui sont pertinentes à l'échelle de travail : le 1/100 000°.**

Par exemple le périmètre de protection d'un captage d'eau potable est une zone très sensible. Néanmoins au 1/100 000°, il s'agit d'une très petite étendue qui sera très certainement contournable à l'intérieur d'un couloir de 2 à 10 km de largeur. Ce type de sensibilité relève donc des études ultérieures.

- **Les informations qui sont homogènes sur l'ensemble de l'aire d'étude** ou sur une bande couvrant l'intégralité du territoire d'Est en Ouest.

Ces informations ont été regroupées en **cinq thèmes de l'environnement** auxquels s'ajoute un thème socio-économique. Ces thèmes sont les suivants.

Le milieu physique

- le relief
- les pentes
- les communes ayant un risque de mouvement de terrain et/ou un PPRMT
- les zones de contraintes géologiques

Les eaux superficielles et souterraines

- les zones inondables,
- les zones d'exploitation des eaux minérales,
- les zones de forte concentration de captages d'Alimentation en Eau Potable,
- les cours d'eau de première catégorie piscicole.

Ce volet inclut notamment l'étude plus approfondie de la ressource en eau pour l'alimentation du canal.

Les milieux naturels

- les principaux massifs forestiers,
- les parcs naturels régionaux,
- les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 1 et 2, les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) ainsi que les zones RAMSAR,
- les zones Natura 2000
- les Zones de Protection Spéciales (ZPS), réserves naturelles, zones d'arrêtés de protection de biotope, les Espaces Naturels Sensibles (ENS)
- les sites inscrits et sites classés pour la protection des milieux naturels.

Les contraintes du milieu humain

- les zones urbaines (tous secteurs confondus),
- les zones militaires,
- les aéroports et aérodromes,
- les sites pollués de grande superficie (supérieur à 20 hectares),
- les infrastructures et réseaux enterrés structurants.
- les zones de développement de l'éolien (ZDE) et les parcs existants,
- les sites industriels avec forte concentration d'Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) et sites SEVESO
- les zones agricoles sensibles et vignobles AOC.

Patrimoine et sites historiques

- les sites inscrits et sites classés pour la protection du patrimoine historique architectural et urbain,
- les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP),
- les unités paysagères homogènes,
- les sites touristiques majeurs.

La socio-économie

- les grands projets industriels, tertiaires et commerciaux
- les grands projets touristiques
- les plateformes logistiques

4.1.3 Les 9 cartes

Une synthèse des données a permis de déterminer les éléments cartographiables et significatifs. Cette phase aboutit à la réalisation de plusieurs cartes compilant ces données afin de visualiser les enjeux environnementaux et techniques sur l'ensemble de la zone d'étude. Ces cartes restituées au 1/100 000 ° sont au nombre de neuf réparties par thématique:

- le relief (altimétrie),
- les pentes,
- la géologie,
- l'eau,
- les milieux naturels,
- la sylviculture et agriculture,
- les risques naturels et technologiques,
- le patrimoine et le paysage,
- les milieux humains.

4.2 Le milieu physique

4.2.1 Généralités

La zone d'étude se situe entre 180 m et 450 – 500 m d'altitude.

Elle inclut notamment la plaine de Saône, le plateau de Langres, le Bassigny, les contreforts des Vosges.

Elle est structurée par quatre grands cours d'eau déterminant quatre unités hydrographiques (CF Figure 2). Les deux tiers Sud de la zone d'étude correspondent à une partie du bassin versant de la Saône. Ce bassin est séparé des trois autres unités (Marne, Moselle et Meuse) par une ligne de partage des eaux orientée Nord-Est/Sud-Ouest située entre 350 m et plus de 400 m d'altitude qu'il sera nécessaire de franchir.

La zone de départ Nord vers Toul et Neuves-Maisons se situe entre 200 et 220 m d'altitude. Le secteur de départ versant Sud aux environs de Saint-Jean-de-Losne se situe vers 180 m d'altitude.

4.2.2 Les contraintes du relief

Le relief constitue bien entendu une contrainte majeure pour identifier les couloirs au constat simple des éléments suivants :

- plus on monte haut, plus on aura besoin d'écluses
- plus on monte haut et plus il sera difficile d'alimenter le canal en eau au niveau du bief de partage.

La carte de relief a été réalisée à partir de la base de données, BD Alti de l'IGN (Figure 3).

L'aire d'étude peut être divisée par un axe Ouest/Est s'étirant de Vesoul à Is-sur-Tille.

La partie Nord se caractérise par des secteurs accidentés avec des altitudes variant rapidement. Ces secteurs sont entaillés par trois vallées plutôt encaissées de la Marne, la Meuse, la Moselle et de leurs affluents - Madon et Mouzon - tous orientés Sud Nord.

La partie Sud présente une vaste plaine d'effondrement avec un relief plutôt favorable.

4.2.3 Les pentes

La pente caractérise l'évolution des altitudes et constitue à ce titre une variable caractéristique d'importance pour repérer les zones de difficultés pour une infrastructure nécessairement plane sauf à réaliser des écluses.

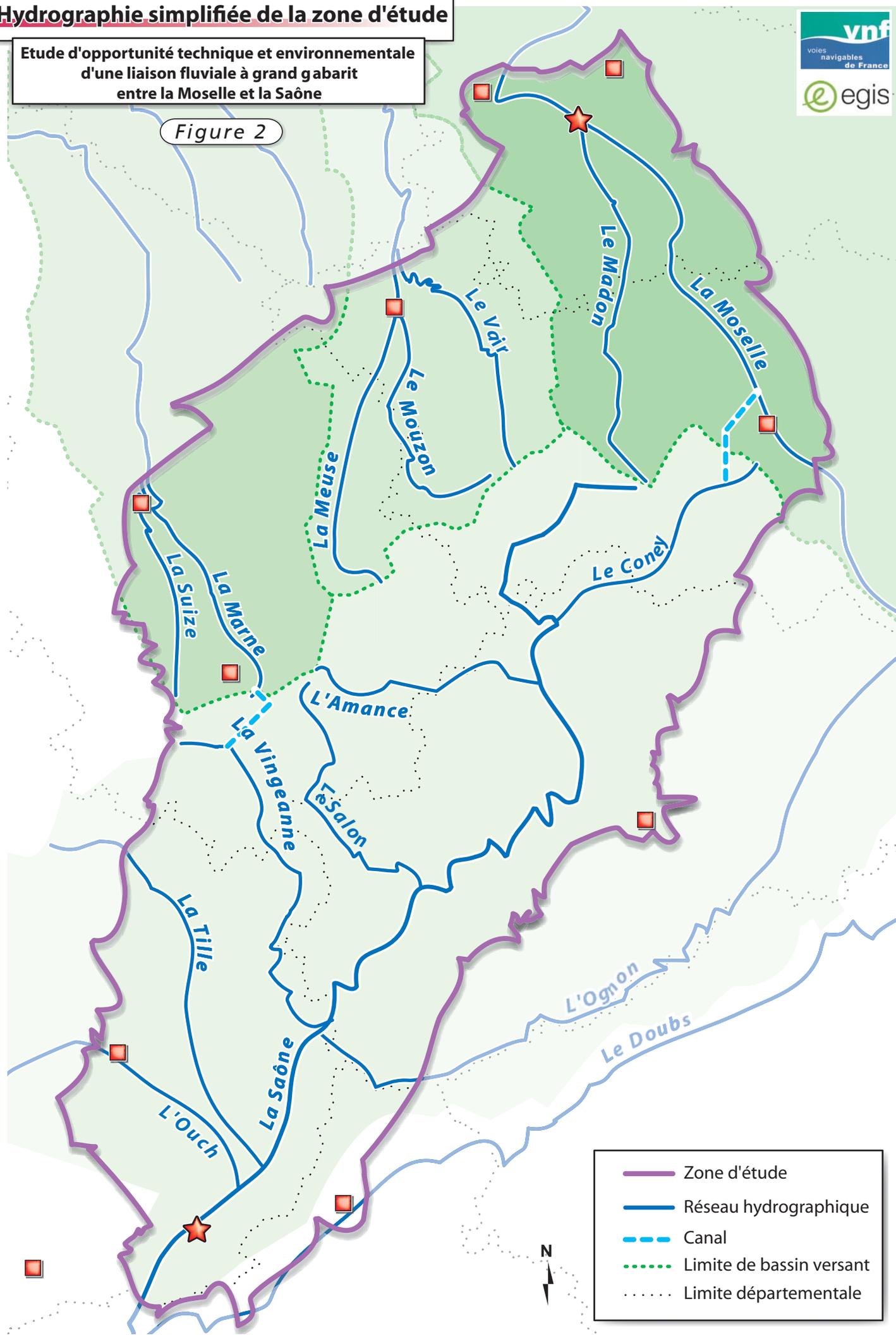
En accord avec le relief, la carte des pentes met en évidence des difficultés plus importantes à attendre sur la partie Nord et moindres sur la partie Sud. La carte permet également d'identifier des massifs ou buttes secondaires constituant des contraintes majeures pour le canal dans le sens où il sera préférable que l'escalier d'eau ne présente qu'un seul bief de partage.

Hydrographie simplifiée de la zone d'étude

Etude d'opportunité technique et environnementale
d'une liaison fluviale à grand gabarit
entre la Moselle et la Saône



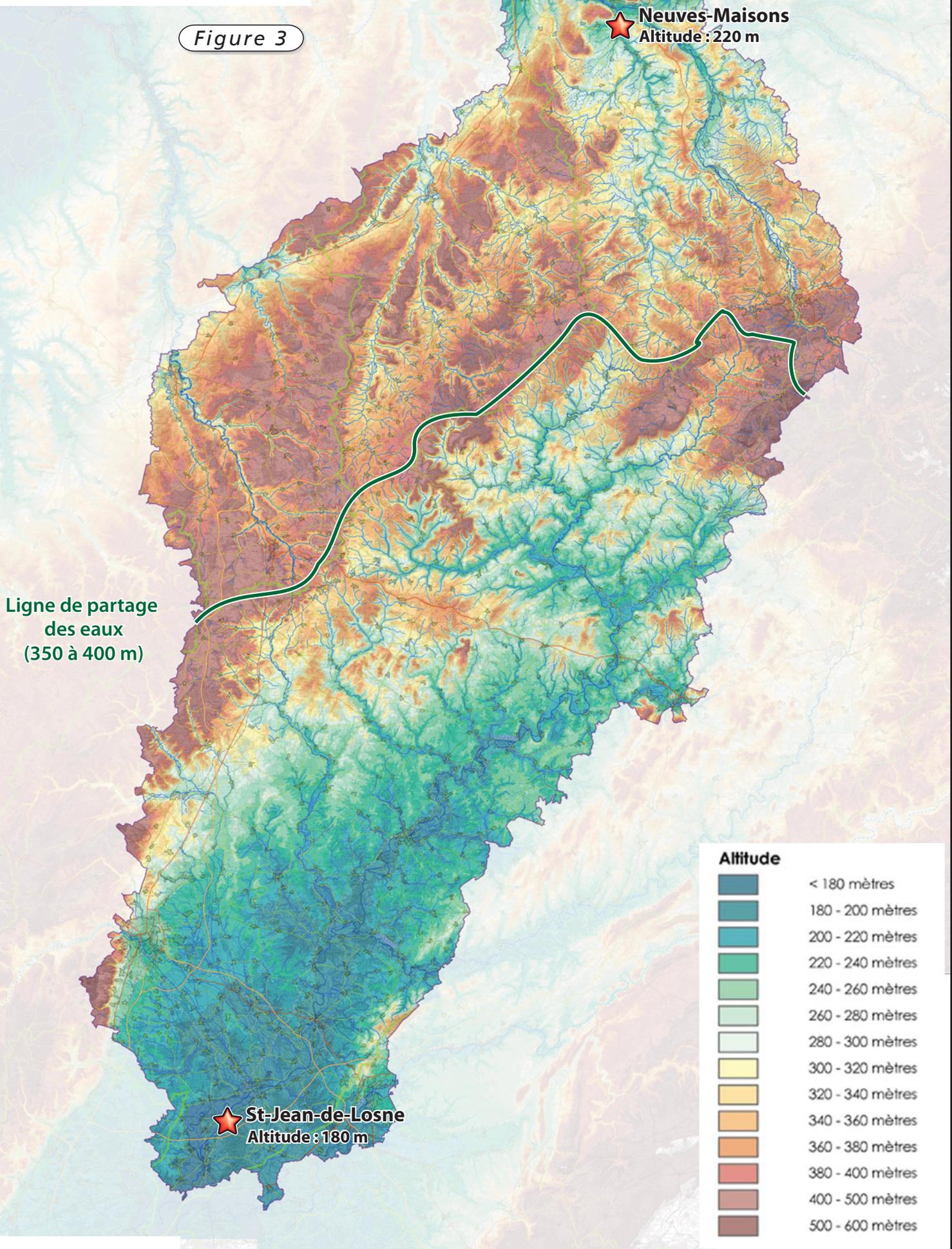
Figure 2



Réduction de la carte du relief

Etude d'opportunité technique et environnementale
d'une liaison fluviale à grand gabarit
entre la Moselle et la Saône

Figure 3



4.2.4 Géologie

L'analyse géologique a été réalisée à partir des connaissances générales et d'un premier examen des cartes géologiques du BRGM.

L'aire d'étude est divisée en **3 grandes unités géologiques** :

- dans la **partie Nord**, le **massif des Vosges** avec des horizons particulièrement compressibles¹ dans la vallée de la Moselle et ses terrasses ;
- dans la **partie Ouest**, la **bordure Est du bassin parisien** composée d'argile et de schiste carton fortement sensibles au gonflement coté Bassigny) et de calcaire karstifié au niveau du plateau de Langres ;
- dans la **partie Sud**, la dépression bressane (Sud Ouest) est caractérisée par des problématiques de gonflement des marnes et des argiles. Le plateau de Vesoul (Sud Est) est caractérisé par des problématiques karstiques.

L'analyse géologique a ainsi permis de mettre en évidence des risques naturels et humains plus ou moins importants :

- le risque sismique reste modéré sur toute l'aire d'étude ;
- les mouvements de terrain sont à craindre notamment dans la partie Nord de l'aire d'étude, sur le Bassigny et le plateau de Langres ;
- les terrains de la Moselle sont significativement compressibles ;
- les fissures karstiques se retrouvent sur la quasi-totalité des plateaux calcaires de l'aire d'étude ;
- les soutirages karstiques témoignage du passé minier créent des effondrements brutaux ponctuels dans le triangle Nancy-Vittel-Épinal ;

On notera également que l'extraction de matériaux est interdite ou très réglementée sur l'ensemble de l'aire d'étude.

4.3 La ressource en eau pour l'alimentation du canal

L'analyse de la ressource a été menée sur les pluies et l'hydrologie des cours d'eau à partir des données de Météo France et des DIREN (banque Hydro). Il a été regardé les secteurs plus ou moins favorables en terme **d'hydraulicité moyenne** des cours d'eau. Il a également été pris en compte le phénomène de **sévérité des étiages**. L'alimentation en période estivale où la ressource est rare constitue en effet une problématique majeure pour le canal.

L'analyse a abouti à définir une carte de disponibilité de la ressource en eau (Figure 4).

En complément, un état des lieux des prélèvements a été réalisé pour identifier les autres grands consommateurs actuels et futurs. Les connaissances régionales des effets du réchauffement climatique sur l'hydrologie des cours d'eau ont fait l'objet d'une synthèse bibliographique.

¹ Sol peu stable et sensible à la présence d'eau.

4.3.1 Analyse territoriale

L'analyse des pluies et des débits permet de conclure que le secteur d'étude présente des caractéristiques climatiques et hydrauliques plutôt favorables à la réalisation d'un canal à grand gabarit.

L'étude a permis de dégager des secteurs de ressource plus ou moins abondante pour l'alimentation du canal en fonction de la sévérité des étiages et de l'hydraulicité moyenne des bassins.

Cette analyse a permis de conclure qu'un couloir présentant un bief de partage coté Est serait plus facile à alimenter que coté Ouest.

La Moselle constitue la ressource en eau la plus abondante à des altitudes élevées sur l'ensemble du secteur d'étude.

Par ailleurs, les principaux consommateurs d'eau sur la Moselle sont la centrale nucléaire de Cattenom et les captages d'eau potable pour l'agglomération de Nancy en extrémité Nord du secteur d'étude.

4.3.2 Besoin en eau du canal

Le canal représente un volume d'eau de 40 à 50 millions de m³. **Les volumes nécessaires au fonctionnement du canal ont été pré estimés. Il est à attendre un besoin supérieur à 12 m³/s** en comptant la réalisation de bassins d'épargne aux écluses. Le poste de consommation principal (autour de 80%) est celui du fonctionnement des écluses. L'autre part de la consommation est due aux pertes par infiltration ou évaporation.

Malgré ces besoins très élevés, aucun secteur n'est cependant rédhibitoire pour l'alimentation du canal.

En effet, le recyclage des volumes d'eau consommés peut être envisagé. Le besoin en eau est alors réduit aux pertes définitives par évaporation et infiltration qui sont moindres.

La compensation des pertes pourrait se faire par pompages dans la Saône et la Moselle vers Saint-Jean-de-Losne et Neuves-Maisons où les débits sont bien supérieurs aux besoins.

4.3.3 Alimentation gravitaire ou pompage aux écluses ?

L'alimentation en gravitaire présente un bilan énergétique très favorable en comparaison à une solution par pompage. Cependant, **une alimentation purement gravitaire du canal via le bief de partage nécessiterait un prélèvement direct dans les cours d'eau de nature à entraîner des incidences significatives sur l'équilibre des milieux aquatiques.**

Par ailleurs, une alimentation gravitaire nécessiterait **la réalisation de bassins réservoirs** afin de subvenir aux besoins en période d'étiage **d'au moins plusieurs dizaines de millions de mètres cubes**. L'existence de sites et la faisabilité de telles retenues restent à être démontrés et constituent un point clé pour la suite des études.

Le besoin en stockage correspond en effet :

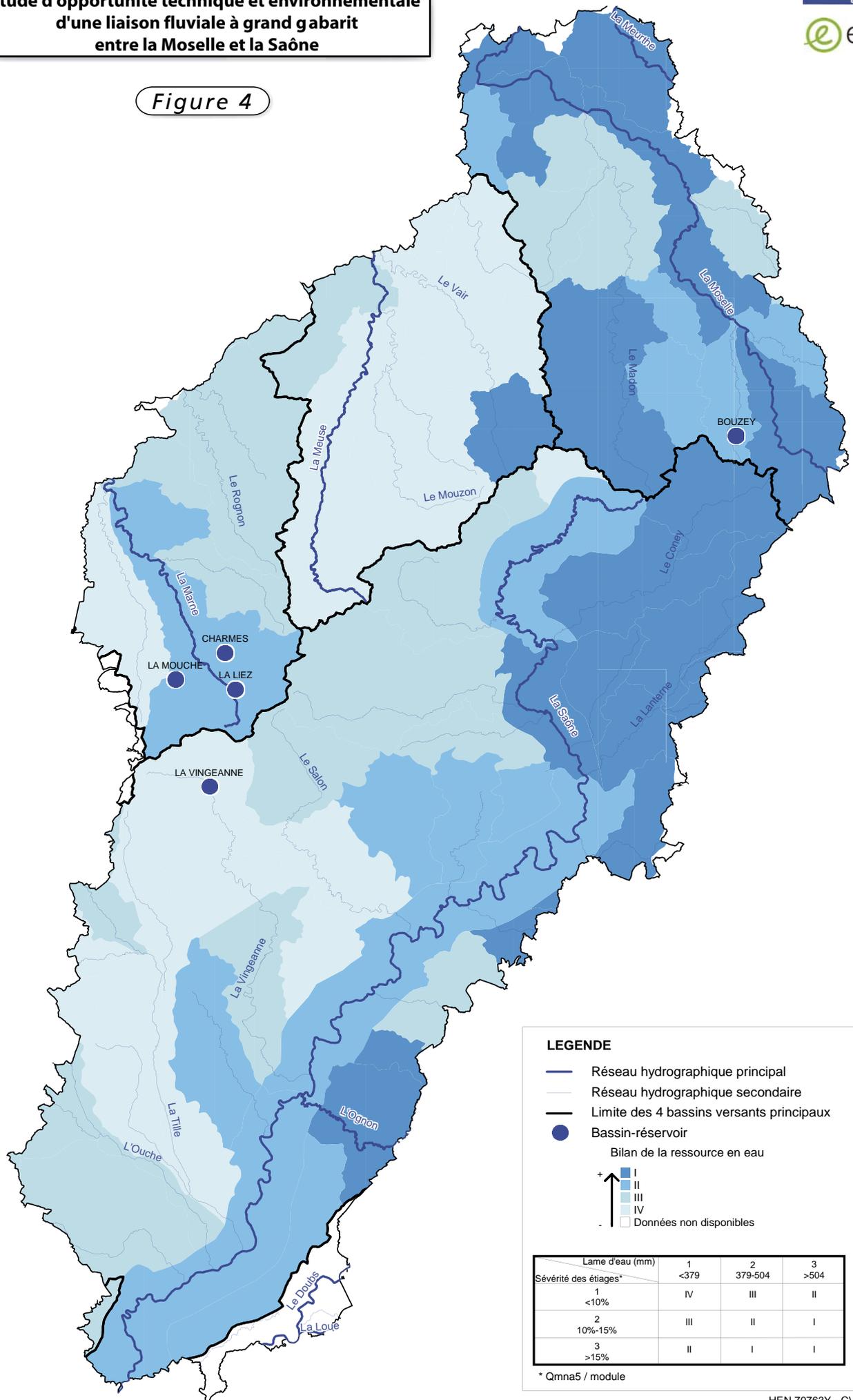
- à la compensation des pertes sur des longues périodes sèches pour tous les types d'alimentation ;

- un volume permettant en complément la régulation de l'alimentation courante pour une alimentation gravitaire.

Egalement, la rentabilité économique et environnementale de solutions partiellement gravitaires avec de grands réservoirs d'une part et de solutions par pompage intégral avec de plus petits réservoirs d'autre part reste à étudier.

Etude d'opportunité technique et environnementale d'une liaison fluviale à grand gabarit entre la Moselle et la Saône

Figure 4



4.4 L'eau : qualité et zones inondables

4.4.1 Qualité des eaux superficielles

Les données disponibles relatives à la qualité des cours d'eau et à leurs objectifs de qualité sont anciennes et n'ont donc pas été exploitées. L'unique donnée étudiée et cartographiée est la catégorie piscicole. La 1^{ère} catégorie piscicole (secteurs les plus sensibles) se retrouve, en majorité dans les secteurs amont des cours d'eau secondaires.

4.4.2 Les eaux souterraines

Les principales formations rencontrées dans l'aire d'étude et qui constituent des réservoirs sont de **4 types** :

- les formations liées aux alluvions des cours d'eau qui sont des atouts majeurs pour le développement des activités aquatiques et le développement économique ;
- les formations à dominante sédimentaire c'est-à-dire des aquifères karstiques d'une très grande vulnérabilité en affleurement ainsi que la nappe des grès vosgiens ;
- les formations à dominante peu aquifère ;
- le socle, peu exploité en raison d'une ressource limitée.

Les 3 nappes des formations à dominante sédimentaire représentent :

- une source d'exploitation pour 2 d'entre elles (nappe du Dogger et nappe captive des grès vosgiens) avec un risque de non atteinte du bon état quantitatif ;
- un réservoir à préserver pour le futur (nappe de l'Oxfordien) pour l'AEP.

Les sources sont très nombreuses sur les trois quarts de l'aire d'étude au nord d'une ligne Is-sur-Tille-Pesmes. Les points de captage se concentrent dans la partie ouest de l'aire d'étude et le long de la Moselle.

A noter que les eaux minérales de Vittel et de Contrexéville sont à préserver de tout risque de pollution et disposent d'un périmètre de protection de 5 000 ha.

4.4.3 Les zones inondables

Le passage du canal en zone inondable représente une contrainte forte avec un potentiel d'aggravation des phénomènes d'inondation en amont ou en aval des points de passage dans ces zones.

L'étendue des zones inondables connues a été collectée auprès des services déconcentrés de l'Etat en charge de l'élaboration des plans de prévention des risques. Les secteurs cartographiés concernent donc essentiellement les plus grands cours d'eau.

Les zones les plus étendues correspondent à la vallée de la Saône notamment dans le secteur sud à la confluence avec la Vingeanne, la Tille et l'Ouche. La carte des zones inondables rappelle que les vallées de la Moselle du Madon, de la Meuse, du Mouzon de la Marne - entre autres - représentent des contraintes fortes pour les couloirs de passage potentiels.

4.5 Les milieux naturels

Au sein de l'aire d'étude et du fait de sa taille, les protections et inventaires collectés auprès des DIREN sont nombreux :

- plus de 380 ZNIEFF, zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique dont la densité est plus forte dans la moitié sud de l'aire d'étude ;
- des zones humides, notamment sur le Jura ou la Haute-Saône ;
- des ENS, Espaces Naturels Sensibles de superficie réduite ;
- 4 réserves naturelles d'un total de 750 ha et 2 réserves volontaires ;
- 20 APB, Arrêtés préfectoraux de Protection de Biotope répartis de manière diffuse et dont le plus grand (1 450 ha) n'est intercepté que sur une faible superficie.

Les sites Natura 2000 correspondent à :

- des ZPS (Zone de Protection Spéciale) dont les territoires sont totalement ou quasiment inscrits dans l'aire d'étude, dont le Bassigny (près de 100 000 ha) et la Saône ;
- 4 autres ZPS dont les territoires ne sont que très partiellement inscrits ;
- 7 ZSC (Zone Spéciale de Conservation) représentant 34 000 ha ;

L'aire d'étude comprend ainsi 3 grands ensembles remarquables classés Natura 2000 (Figure 5) qui se distinguent à la fois par leur étendue et leur intérêt :

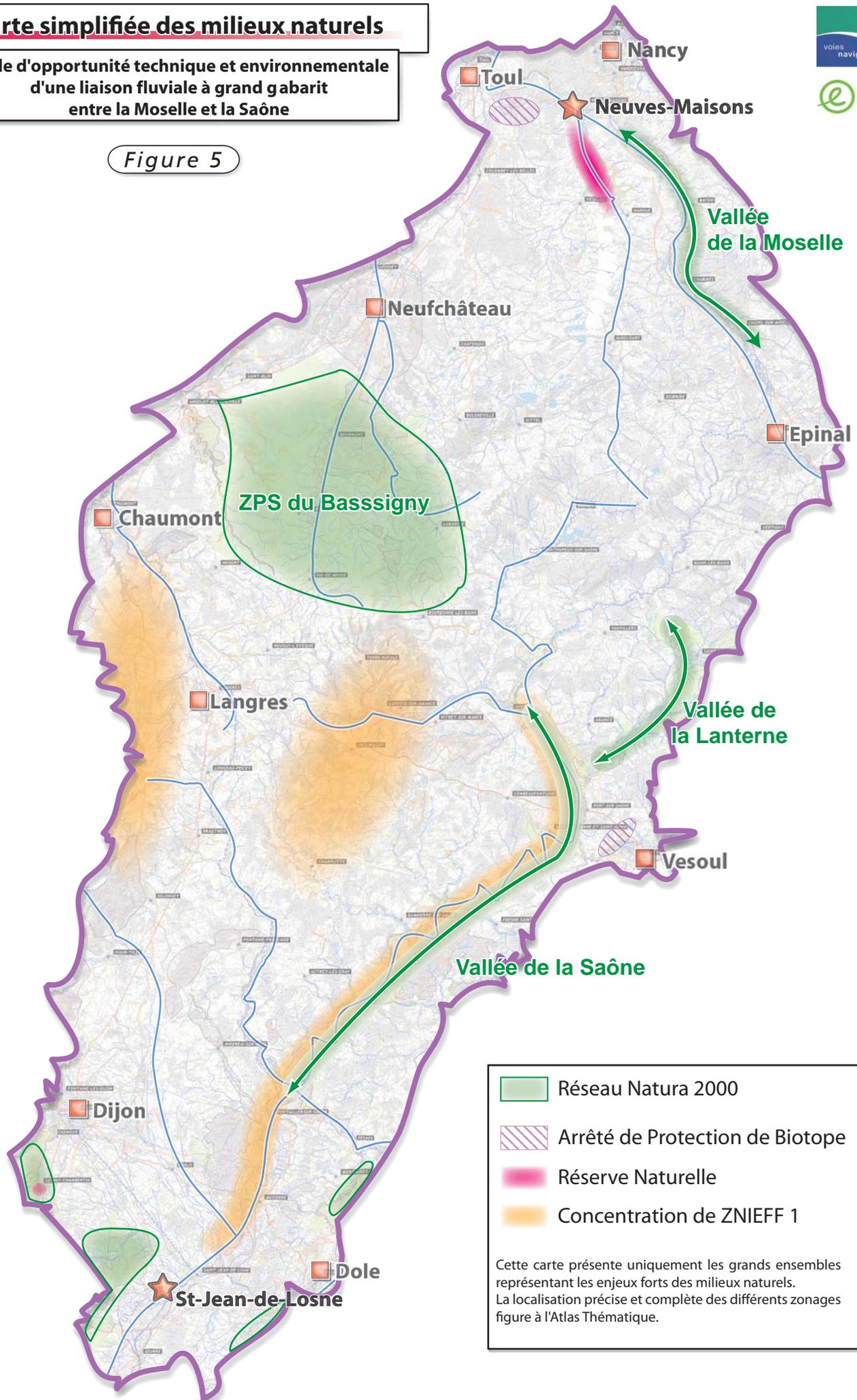
- la vallée de la Moselle où sont présents des milieux très diversifiés qui offrent une multitude d'habitats pour la faune et la flore ;
- le Bassigny, zone propice à de nombreuses espèces d'oiseaux dont 20 espèces justifient la présence des ZPS ;
- la vallée de la Saône à l'hydromorphie marquée en bordure de rivière (nombreuses zones humides dans la vallée) et propice à plusieurs types de forêt, à la nidification d'espèce à très forte valeur patrimoniale (Râle des Genets), aux amphibiens et aux insectes, aux chiroptères et à la pisciculture.

Carte simplifiée des milieux naturels

Etude d'opportunité technique et environnementale
d'une liaison fluviale à grand gabarit
entre la Moselle et la Saône



Figure 5



	Réseau Natura 2000
	Arrêté de Protection de Biotope
	Réserve Naturelle
	Concentration de ZNIEFF 1

Cette carte présente uniquement les grands ensembles représentant les enjeux forts des milieux naturels. La localisation précise et complète des différents zonages figure à l'Atlas Thématique.

4.6 Les contraintes du milieu humain

4.6.1 Infrastructures

Le rétablissement des infrastructures de transport nécessitera des ponts de longue voire très longue portée.

De nombreuses infrastructures de transports quadrillent la zone d'étude. Les principales sont :

- la LGV (Ligne à Grande Vitesse) Rhin-Rhône dont le secteur Est est en travaux et qui constitue une contrainte majeure.
- plusieurs voies ferrées du réseau magistral Dijon/Nancy, axe Chaumont/Langres/Vesoul (ligne Paris – Bâle),
- trois autoroutes, l'A31, l'A39 et l'A36,
- la Nationale N19 traversant la zone d'étude d'Ouest en Est entre Langres et Vesoul (en cours de passage à 2x2 voies),

On note également des zones de concentration des infrastructures sur l'axe Dijon Auxonne Dole ou au niveau du nœud ferroviaire et routier de Chalindrey (Langres).

Plusieurs aéroports localisés aux environs des agglomérations seront à contourner dont les plus importants sont l'aéroport Dijon-Bourgogne, Nancy-Essey, Dole-Tavaux et Epinal-Mirecourt.

4.6.2 Risques technologiques

Les risques technologiques sont liés à la présence d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et des sites SEVESO (concernant certaines ICPE utilisant des substances ou des préparations dangereuses).

Les informations ont été obtenues via le site du Ministère et complétées par les DRIRE et les DDE. A ce stade d'étude, il a été considéré que seule une concentration de ces installations constituait une contrainte.

Les ICPE et les sites SEVESO de la zone d'étude correspondent en grande majorité aux zones industrielles des agglomérations.

4.6.3 Réseaux enterrés structurant

Les réseaux structurant de gaz, alcool ou d'hydrocarbure ont été collectés et cartographiés. Leur dévoiement influencera l'économie du projet. Les zones de concentration de ces réseaux sont dès ce stade d'étude à éviter. Les données recueillies auprès des concessionnaires montrent un quadrillage plutôt homogène du territoire.

4.6.4 Eoliennes

Quelques Zones de Développement Eolien (ZDE) ont été répertoriées sur l'aire d'étude. Il est à noter que l'éolien est en développement rapide sur le territoire. De nouvelles zones sont attendues dans les années à venir.

4.6.5 Espaces agricoles

L'agriculture occupe une majeure partie du territoire. Les critères discriminants retenus sont les zones agricoles de qualité matérialisées par les labels :

- produits classés Appellation d'Origine Contrôlée (AOC)
- produits faisant l'objet d'un classement en Indication Géographique Protégée (IGP)

Les données délivrées par l'Institut Nationale de l'Origine et de la qualité (INAO) ont permis d'identifier que la quasi-totalité de l'aire d'étude sauf l'extrême Nord présente un classement soit en AOC, soit en IGP. Ces informations ne permettent donc pas de déterminer des secteurs plus ou moins sensibles.

A ce stade de l'étude, seul l'AOC vignoble au Sud-Ouest de Dijon est significatif car elle détermine une étendue importante à éviter.

4.6.6 Sylviculture

Les forêts présentent un intérêt environnemental, économique (filiale bois) et touristique. Les données récoltées sur les forêts publiques provenant de l'ONF et du Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) ont notamment permis de mettre en évidence :

- o que la Franche Comté est la première région de France pour la filière bois.
- o que la filière bois du département des Vosges est le deuxième secteur d'activité économique.

Aussi la zone d'étude est une des régions les plus boisées de France avec un poids économique important.

4.6.7 Zones militaires

De par leur nature, les zones militaires représentent une contrainte forte. Les zones répertoriées à partir des données du ministère de la Défense sont essentiellement des casernes situées dans ou à proximité des aires urbaines et des aéroports militaires

4.7 Le patrimoine et le paysage

4.7.1 Patrimoine, tourisme et loisirs

L'aire d'étude comprend plusieurs éléments témoignant d'une richesse culturelle.

Les monuments historiques se répartissent sur l'aire d'étude de manière diffuse avec une densité plus marquée dans les bourgs et centres urbains.

Six ZPPAUP zone de protection pour le patrimoine architectural, urbain et paysager d'étendue restreinte ont été identifiées sur l'aire d'étude ainsi que 90 sites inscrits ou classés dont 15 de plus de 100 ha présents notamment sur la partie Nord.

Le tourisme et les loisirs prennent différentes formes (tourisme vert, culturel et fluvial). On soulignera la présence d'un tourisme thermal avec les villes de Contrexéville et Vittel aux eaux de renommée.

4.7.2 Paysage

L'aire d'étude présente des reliefs très hétérogènes avec une grande variété de paysages
Dix entités paysagères ont été distinguées :

- **la vallée de la Moselle** où le paysage est marqué par le bassin minier : depuis le réseau routier, quelques vues plongent vers la vallée avec des points de vue spécialement aménagés.
- les paysages des **cotes de Meuse et de la Moselle** : ces cuestas donnent des paysages remarquables, parmi les plus beaux de la Lorraine. On y retrouve aussi de grandes richesses patrimoniales (vergers, vignes, villages pittoresques, etc.) ;
- **la plaine Sous-vosgienne**, dissociée des grands plateaux calcaires, présente un paysage plus uniforme au relief doux peu propices à de larges panoramas avec des domaines agricoles entrecoupés de larges bois et forêts ;
- **la Vôge et le pays de Hadol** : cette unité est essentiellement agricole entrecoupée de larges bois et forêts,
- **le plateau de Langres et des Bars** avec de
 - o vastes forêts mais le secteur est plus ouvert ;
 - o l'agriculture d'élevage et la polyculture tend à accroître la dimension des parcelles agricoles ;
 - o l'habitat y est majoritairement groupé ;
- **le Bassigny et l'Apance-Amance** : les prairies et les haies sont très nombreuses dans ces paysages dont le relief (parfois accentué) est propice à la découverte du territoire (GR7 pour les randonneurs, usagers de la route) ;
- **les plateaux de la Saône** : plateaux calcaires de structure complexe avec un relief parfois accentué, on découvre au détour de certains chemins de vastes panorama sur une campagne préservée ;
- **le val de Saône** :
 - o plaine propice aux cultures d'où une occupation humaine ancienne (nombreux vestiges archéologiques) ;
 - o présence de bois ripisylves ;
- **les plaines Doloise et de Gray** : les collines y sont douces et les forêts compactes – séparant des espaces cultivés – occupent une place réduite.

4.8 La socio économie locale

Les aspects socio-économiques de l'aire d'étude ont été étudiés dans l'objectif d'apprécier les potentiels de développement consécutifs à l'arrivée de la voie d'eau et / ou à partir des zones économiques en développement

Une analyse socio-économique a donc été réalisée. Ont également été recensés tous projets nécessitant une emprise importante, qu'il sera nécessaire d'éviter mais dont la desserte par un canal à grand gabarit pourrait s'avérer intéressante.

En ce qui concerne le transport de pondéreux, il est certains que le passage d'un canal à grand gabarit à proximité d'une zone industrielle ou d'une plate-forme logistique présente un grand intérêt dans la mesure où cela rend possible l'utilisation d'un nouveau mode de transport économique et non polluant.

Les zones d'activités principales sont majoritairement situées à l'approche des grandes agglomérations. Sur la totalité des quatre régions on compte :

- 17 zones d'activités de 25 à 50 ha sont prévues (7 en Bourgogne, 5 en Franche-Comté, 4 en Champagne-Ardenne, un en Lorraine),
- 19 zones de plus de 50 ha (7 en Bourgogne, 6 en Lorraine, 5 en Champagne-Ardenne, 2 en Franche-Comté).

On citera l'existence de plates-formes multimodales vers Nancy, Damblain, Langres, Chaumont, Chalindrey, Gray supports du développement de transport multimodaux en accord avec les objectifs du Grenelle de l'Environnement.

☞ En conclusion, les enjeux et les contraintes majeures qui structurent le territoire et qui vont fortement influencer le tracé des couloirs sont ainsi les zones de relief les plus élevées notamment supérieures à 400 m, les trois zones Natura 2000 de la vallée de la Saône de la vallée de la Moselle et du Bassigny. Outre ces enjeux liés au milieu physique ou naturel, le tracé des couloirs sera bien évidemment également influencé par l'évitement des secteurs urbanisés et des grandes infrastructures de transport.

5 HIERARCHISATION DES CRITERES ET SYNTHÈSE DES SENSIBILITES DU TERRITOIRE

5.1 Méthode générale d'élaboration de la carte

5.1.1 Hiérarchisation des critères

Une fois les cartes thématiques réalisées et les enjeux et contraintes du territoire identifiés, l'étude a consisté à hiérarchiser les différents critères pour déterminer les zones sensibles pour le passage d'une voie d'eau à grand gabarit.

Toutes les thématiques pertinentes étudiées et cartographiées ont été prises en compte. Il a ainsi été distingué cinq niveaux de sensibilité :

- sensibilité très forte : secteur où la présence de contraintes réglementaires ou de fait (par exemple : secteur bâti dense) :
 - o peut rendre incompatible le passage de l'infrastructure à un coût raisonnable,
 - o suppose une prise en compte très en amont du projet d'aménagement et la mise en place de mesures spécifiques lourdes, voir exceptionnelles,
 - o nécessite des autorisations administratives spéciales,
 - o risque de générer une opposition importante lors de la concertation locale
- sensibilité forte : secteurs où l'aménagement est difficile en raison de contraintes réglementaires ou assimilées et de contraintes d'utilisation du sol,
- sensibilité modérée,
- sensibilité faible.
- Sensibilité non discriminante pour le projet.

Par exemple, une zone agricole est un espace présentant une sensibilité. Néanmoins ces zones sont présentes partout sur le territoire et seront interceptées par le projet. A ce stade d'étude elles n'influencent donc pas le tracé des couloirs et sont donc qualifiées de non discriminantes.

5.1.2 Analyse multicritère et carte de synthèse

La carte de synthèse des sensibilités du territoire est élaborée sur la base de cette hiérarchisation de critères sur un outil cartographique : le SIG.

L'aire de recherche de couloir est découpée en carrés élémentaires avec une maille fine : 10 m x 10 m.

Le traitement sous Système d'Information Géographique (SIG) des sensibilités thématiques existantes permet d'attribuer à chaque carré élémentaire de l'aire étudiée, un niveau de sensibilité global en fonction du nombre de sensibilités qui s'y superpose.

Ce travail en mode RASTER permet ainsi d'affecter une valeur à chaque maille de la base de données en procédant au cumul des sensibilités.

Les valeurs de sensibilités attribuées sont déclinées en **base 10** suivant les 4 niveaux discriminants précités : sensibilité très forte (1000), forte (100), modérée (10), faible (1).

Afin d'éviter qu'une contrainte de sensibilité très forte soit interprétée au même niveau qu'un cumul de contraintes de niveau inférieur, le seuil mathématique permet de maintenir cette distinction. Il n'existe jamais de cumul de plus de 9 sensibilités de même niveau pour un pixel.

La valeur du pixel - par exemple 1251 - peut être interprétée à la fois comme une note de sensibilité mais également comme un code d'identification du nombre des sensibilités qui s'y superpose dans ce cas : 1 sensibilité très forte, 2 fortes, 5 modérées et 1 faible.

La valeur donnée aux critères de sensibilité du pixel est lue au moyen d'un nuancier chromatique caractéristique du niveau de sensibilités cumulées. Ainsi pour élaborer la carte, 7 niveaux de couleurs sont retenus (Figure 6). Cet outil permet ainsi d'avoir une lecture globale du niveau de sensibilité des différents secteurs.

5.1.3 Détermination des couloirs de passage

La carte de synthèse sert ainsi de support pour élaborer le tracé des couloirs de passage. Elle permet de visualiser la superposition des sensibilités de façon claire. Ainsi les couloirs ont été tracés dans une démarche d'évitement des zones les plus sensibles.

5.2 Les critères retenus et hiérarchisation

La grille d'analyse multicritère présentant les thèmes retenus et leur hiérarchisation est donnée page suivante.

Le niveau de sensibilité peut :

- soit correspondre à l'existence ou à l'absence d'une contrainte ou d'un zonage particulier par exemple zone Natura 2000 ou zone inondable.
- soit correspondre au dépassement d'un seuil de contrainte par exemple pour le relief ou les pentes.

Le niveau de sensibilité a été attribué suivant les principes précédemment décrits et après un examen approfondi du critère pour le territoire d'étude.

TABLEAU DE SYNTHÈSE – HIERARCHISATION DES CRITERES

	MILIEU PHYSIQUE	EAU	MILIEUX NATURELS	CONTRAINTES DU MILIEU HUMAIN	PATRIMOINE PAYSAGE
Faibles : 1			<ul style="list-style-type: none"> . Forêt domaniale 	<ul style="list-style-type: none"> . Ligne THT . Fibre optique 	
Sensibilités modérées : 10	<ul style="list-style-type: none"> . Relief : 300-350 . Pente : 5-10 % . Communes ayant un risque de mouvement de terrain . Zone de contraintes géologiques moyennes 	<ul style="list-style-type: none"> . Ressource en eau peu favorable (III) sur zone >300 m . Cours d'eau catégorie piscicole niveau 1 	<ul style="list-style-type: none"> . ZNIEFF de type 2 . Ramsar 		
Sensibilités fortes : 100	<ul style="list-style-type: none"> . Relief : 350-400 . Pentes > 10 % . Communes ayant un PPRMT . Zone de contraintes géologiques fortes 	<ul style="list-style-type: none"> . Ressource en eau défavorable (IV) sur zone >300 m . Zones inondables . Concentration de captages d'eau potable 	<ul style="list-style-type: none"> . ZNIEFF de type 1 . Sites inscrits 	<ul style="list-style-type: none"> . Zones d'extension urbaines > 25 ha . Zone d'activités . Gazoduc/oxyduc/oléoduc . Emprises militaires . Servitudes aéronautiques . Autoroutes et voies ferrées . Champs d'éoliennes 	
Très fortes : 1 000	<ul style="list-style-type: none"> . Relief > 400 	<ul style="list-style-type: none"> . Zone d'exploitation des sources d'eaux minérales (Vittel, Contrexéville) 	<ul style="list-style-type: none"> . Natura 2000 . Sites classés . APB . Réserve naturelle 	<ul style="list-style-type: none"> . Espaces urbanisés . Aéroport . Sites SEVESO . LGV . AOC vignes (communes) 	<ul style="list-style-type: none"> . ZPPAU

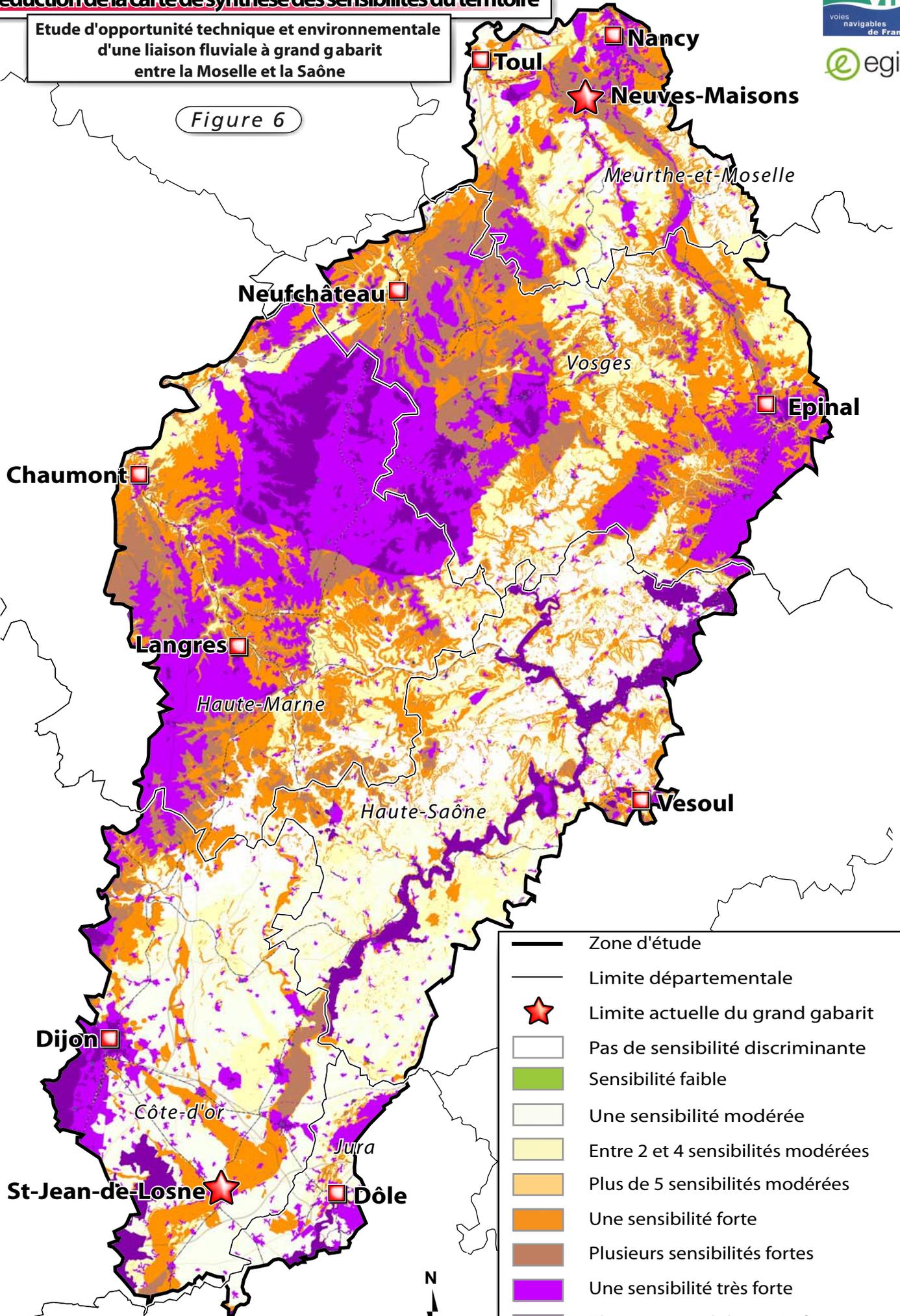
5.3 Elaboration d'une carte de synthèse support d'élaboration des couloirs

La carte de synthèse des sensibilités, résultat de la mise en œuvre de l'outil mathématique sur la base de la grille multicritère figure page suivante (Figure 6). C'est cette carte qui a permis d'identifier 4 couloirs de passage (Figure 7).

Réduction de la carte de synthèse des sensibilités du territoire

Etude d'opportunité technique et environnementale
d'une liaison fluviale à grand gabarit
entre la Moselle et la Saône

Figure 6



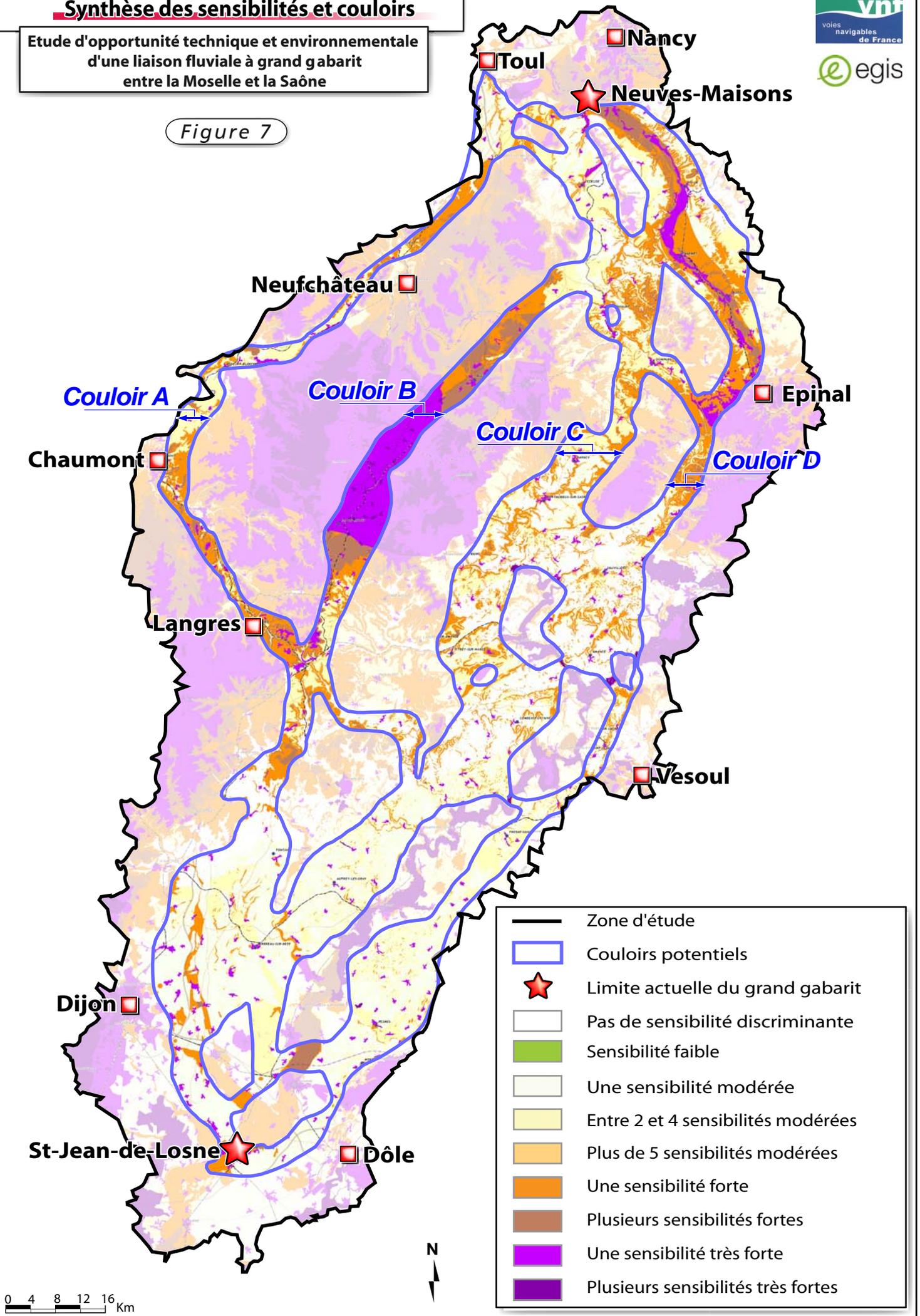
0 4 8 12 16 Km



Synthèse des sensibilités et couloirs

Etude d'opportunité technique et environnementale
d'une liaison fluviale à grand gabarit
entre la Moselle et la Saône

Figure 7



6 LES COULOIRS : IDENTIFICATION ANALYSE ET COMPARAISON

6.1 Présentation générale des 4 couloirs identifiés

Les quatre couloirs identifiés sont :

. **A - Couloir Ouest : Neufchâteau-Chaumont-Langres-Dijon**

Le couloir Ouest part de Toul puis rejoint Chaumont en passant à proximité de Neufchâteau et en interceptant la Meuse et ses affluents notamment la vallée de la Saônelle. Son tracé s'appuie ensuite sur celui du canal Freycinet existant de Champagne en Bourgogne entre Chaumont, Langres puis redescend suivant une large bande vers Dijon. Il rejoint le grand gabarit en contournant la future LGV par l'Ouest entre Dijon et Auxonne.

. **B - Couloir Centre Ouest : Bassigny- plateau de Langres**

L'axe du couloir B (Centre Ouest) s'appuie sur le tracé de l'autoroute A31. Il traverse ainsi le Bassigny puis le secteur de Langres avant de rejoindre le grand gabarit par l'ouest.

. **C - Couloir Centre Est**

L'axe du couloir C (Centre Est) ne s'appuie sur aucune infrastructure existante. Il passe à l'Ouest de la vallée du Madon franchit la ligne de partage des eaux en son col le plus bas au sud de Mirecourt. Il passe enfin en rive droite de la Saône pour rejoindre le grand gabarit.

. **D - Couloir Est : Epinal – Vesoul - Dôle**

L'axe du couloir D (Est) s'appuie sur le canal Freycinet existant des Vosges qui emprunte la vallée de la Moselle au Nord passe à proximité d'Epinal puis emprunte la vallée étroite du Coney pour redescendre côté rive gauche de la Saône à proximité de Vesoul puis d'Epinal.

Il est donc à noter que les couloirs n'englobent pas la vallée de la Saône (classée Natura 2000) sauf ponctuellement et excluent donc de fait une hypothèse de mise au grand gabarit de la Saône par recalibrage.

A l'inverse, le couloir B (Centre Ouest) traverse sur 30 km la zone de sensibilité très forte (Zone de Protection Spéciale classée Natura 2000 du Bassigny). Ce choix de tracé de couloir correspond à une logique qui reste à évaluer de groupement des infrastructures : en l'occurrence l'A31 et le futur canal.

Pour les couloirs A (Ouest) et D (Est), la logique de tracé correspond à une démarche à la fois d'évitement des zones sensibles et d'appui sur les canaux à gabarit Freycinet existants : canal des Vosges et canal de Champagne en Bourgogne.

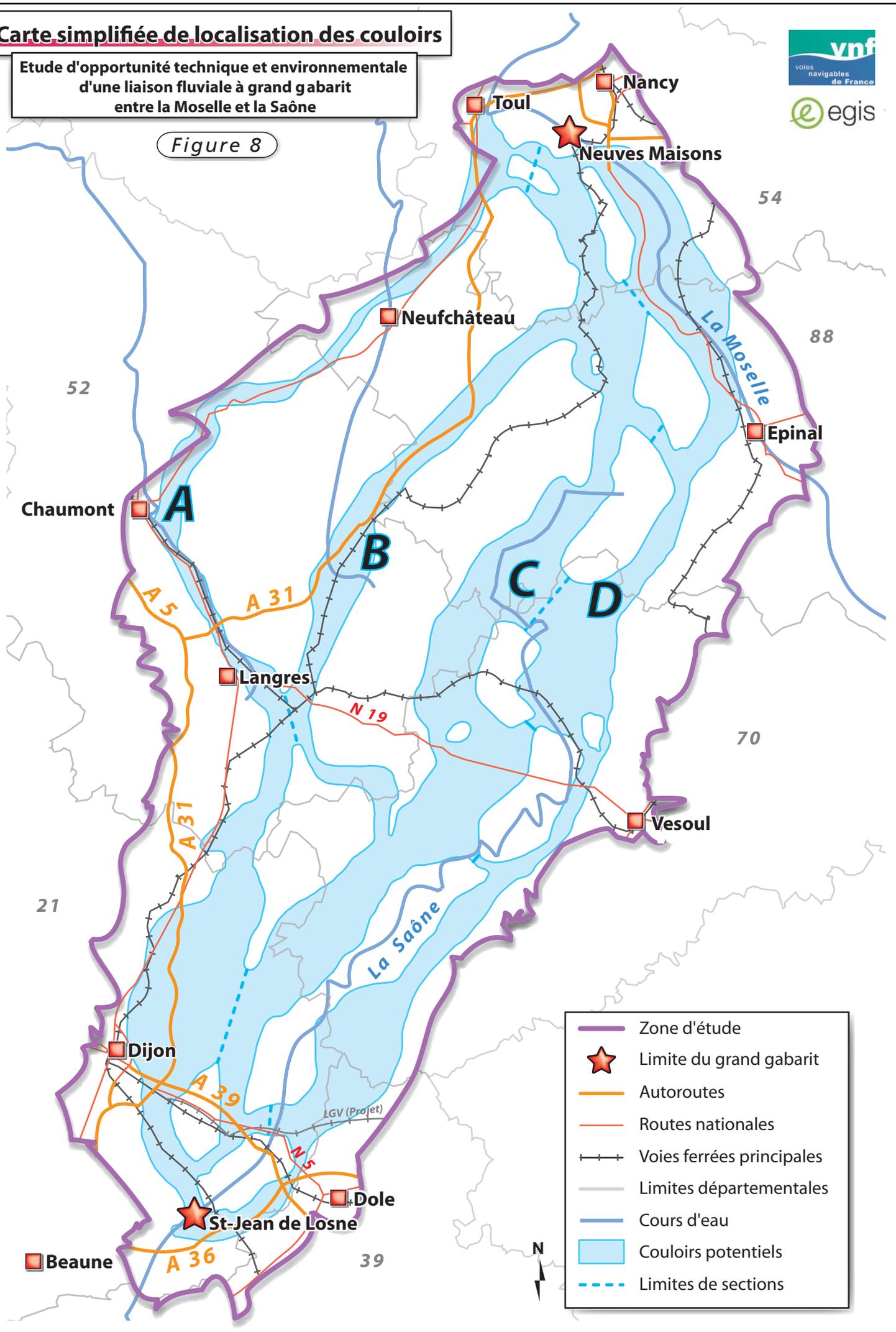
Les couloirs n'ont pas forcément à être considérés dans leur globalité mais sont à appréhender comme la somme de tronçons élémentaires connectés par des « passerelles » plus ou moins difficiles à emprunter.

Carte simplifiée de localisation des couloirs

Etude d'opportunité technique et environnementale
d'une liaison fluviale à grand gabarit
entre la Moselle et la Saône



Figure 8



6.2 Méthodes d'analyse des couloirs

Les couloirs ont été analysés, évalués et comparés suivant trois approches et sur la base d'un premier calcul exploratoire d'un coût de projet.

6.2.1 Analyse sur la base du SIG

La caractérisation et l'évaluation des couloirs se basent sur la synthèse du travail réalisé dans le cadre du recensement des enjeux et contraintes du territoire, et du traitement de la carte de sensibilité.

Un calcul du poids moyen du pixel a été effectué pour chaque couloir

Cet indicateur bien que discutable permet tout de même d'apprécier le cumul moyen de sensibilité sur l'ensemble de l'aire du couloir.

6.2.2 Analyse sur la base d'un diagramme linéaire thématique

Les cartes de sensibilité ont été simplifiées en un diagramme linéaire représentant le couloir.

Ce 2^{ème} niveau d'analyse est réalisé pour les 5 grands thèmes. Elle résulte d'une interprétation des cartes de synthèse en introduisant la notion fondamentale du **caractère contournable** ou non de la zone sensible.

Par exemple une ville de petite taille en sensibilité très forte entourée de zones de sensibilité modérée vis-à-vis des autres thématiques est contournable dans un couloir de 5 km de large. Elle ne représente pas une difficulté majeure. Aussi elle n'est pas prise en compte dans cette analyse alors qu'elle est comptabilisée dans l'analyse SIG.

6.2.3 Analyse experte

La caractérisation des couloirs s'appuie également sur les avis d'experts sur les différentes thématiques.

6.3 Analyse et comparaison des couloirs

6.3.1 Caractérisation des couloirs

Le tableau suivant rassemble quelques chiffres caractéristiques des 4 couloirs pris dans leur globalité.

Tableau 1 - Caractéristiques principales des couloirs

couloir	A	B	C	D
Longueur (longueur de l'axe)	208 km	206 km	192 km	210 km
altitude du col (m)	400 m	390 m	350 m	400 m
Dénivelé	365 m	330 m	250 m	350 m
nombre de ponts	144	157	136	156
dont grands franchissements	23	16	9	13
Stock d'eau existant	26.5 Mm3	0	5.5 Mm3	5.5 Mm3
Note SIG ² (poids moyen au km ² , sans unité)	85	250	60	120
Pré estimation (en % de 8 à 10 Md €HT)	111%	100%	86%	105%

6.3.2 Comparaison des couloirs

Le milieu physique

↳ Le relief

Le couloir C (Centre Est) présente un net avantage en matière de relief puisque le bief de partage se situerait plus bas.

Coté Sud, les quatre couloirs présentent des sensibilités assez proches. La partie Nord de l'aire d'étude est nettement plus accidentée et discriminante.

² Cette valeur représente le cumul moyen de sensibilité par unité de surface du couloir sur la base de l'analyse SIG. Plus le poids est élevé, plus le couloir inclut des zones de sensibilité forte toutes thématiques confondues. La valeur indiquée est sans unité.

Le passage des zones accidentées concerne la vallée de la Marne puis le tronçon entre Chaumont et Neufchâteau pour le couloir A (Ouest). La faisabilité d'un canal ne présentant qu'un seul bief de partage reste à démontrer dans ce couloir.

Pour le couloir B (Centre Ouest), sur le plateau du Bassigny le relief reste assez plat une fois qu'on a gagné le plateau.

Pour le couloir C (Centre Est), les difficultés se situent aux alentours de Mirecourt.

Pour le couloir D (Est), les difficultés concernent le passage de la vallée du Coney (canal des Vosges) le secteur d'Epinal, et la vallée de la Moselle.

↳ La géologie

Il apparaît pour tous les couloirs des potentiels de contraintes très fortes

Leur nature hétérogène rend difficile la connaissance préalable des terrains (couloirs B, C et D). Les **phénomènes karstiques** (effondrement potentiel) sont présents sur la quasi-totalité de l'aire d'étude.

Pour la partie Nord de l'aire d'étude, on peut tout de même noter que les contraintes géologiques liées aux couloirs B, C et D restent plus importantes que pour le couloir A (Ouest). Pour la partie Sud de l'aire d'étude, il n'apparaît pas un couloir plus favorable qu'un autre.

L'eau

↳ Les eaux souterraines

Du point de vue des eaux souterraines on distinguera :

- le couloir A (Ouest) qui concerne sur toute sa longueur des aquifères karstiques sensibles,
- le couloir B (Centre Ouest) qui traverse sur sa partie Nord des formations imperméables ;
- le couloir C (Centre Est) de profil intermédiaire (entre A et B)
- le couloir D (Est) qui est proche d'un secteur hydrogéologiquement sensible au niveau d'Epinal, d'où un avis peu favorable pour ce couloir.

↳ La ressource en eau

L'utilisation potentielle de la Moselle et des autres cours d'eau de régime « vosgien » constitue l'avantage majeur des couloirs C (Centre Est) et D (Est). Le couloir A (Ouest) présente l'avantage d'un stock existant de 26 millions de m³ si on réutilise les réservoirs du canal de Champagne en Bourgogne. Le couloir B (Centre Ouest) passe en tête de bassins où les modules et les étiages sont très faibles.

La situation est donc clairement contrastée vis-à-vis de la ressource.

Le milieu naturel

Le milieu naturel présente des enjeux variables et diffus sur l'ensemble du territoire avec toutefois trois grands ensembles qui ressortent : la vallée de la Moselle, de la Saône et la ZPS du Bassigny.

Il ressort de l'analyse effectuée :

- un avis plutôt défavorable pour le couloir B (Centre Ouest) en raison de sa traversée de la ZPS du Bassigny sur plus de 20 km et qui ne peut être évitée.
- un avis plutôt défavorable pour le couloir D (Est) dont l'axe s'appuie sur la vallée Natura 2000 de la Moselle.
- un avis plutôt favorable pour le C qui concerne divers milieux écologiques d'intérêt, mais présentent des pistes d'optimisation du tracé. A souligner toutefois l'arrivée sur Saint-Jean-de-Losne avec une optimisation à chercher concernant la traversée du site Natura 2000 (gîte à chauves-souris).
- Un avis moins favorable pour le couloir A (Ouest) qui présente des caractéristiques similaires au couloir C (Centre Est) mais qui s'appuie sur la vallée de la Marne.

Les milieux humains – contraintes liées aux zones urbanisées et aux infrastructures

Les contraintes de passages liées aux zones urbaines ou péri urbaines sont plus denses pour les couloirs A et D qui passent à proximité des secteurs les plus densément urbanisés : Dijon, Chalindrey, Langres, Chaumont d'un coté Dole, Vesoul, Epinal de l'autre.

La problématique de la LGV sera plus sensible pour le couloir D (Est) où elle est en cours de travaux que pour les 3 autres couloirs. Pour les quatre couloirs, la traversée des infrastructures reliant Dijon et Dôle constituent une contrainte très forte.

Les couloirs A et D sont donc moins favorables pour cette problématique tandis que les couloirs B et C sont plutôt favorables.

Les milieux humains – dynamisation des territoires

A l'inverse la desserte des villes de Dijon, Chalindrey, Langres, Chaumont, Dôle, Vesoul, Epinal constitue un atout pour le projet pour les couloirs A ou D.

Le couloir B (Centre Ouest) passe à proximité de Chalindrey.

Le couloir C (Centre Est) ne dessert aucune des grandes villes de l'aire d'étude sinon le secteur de Mirecourt.

Il ressort donc un avis favorable pour les couloirs A et D, un avis plutôt favorable pour le couloir B (Centre Ouest) et un avis moins favorable pour le couloir C (Centre Est).

Le patrimoine et le paysage

La partie Nord de l'aire d'étude, très marquée par le relief présente donc, pour l'ensemble des couloirs, un enjeu fort d'insertion pour un projet d'infrastructure.

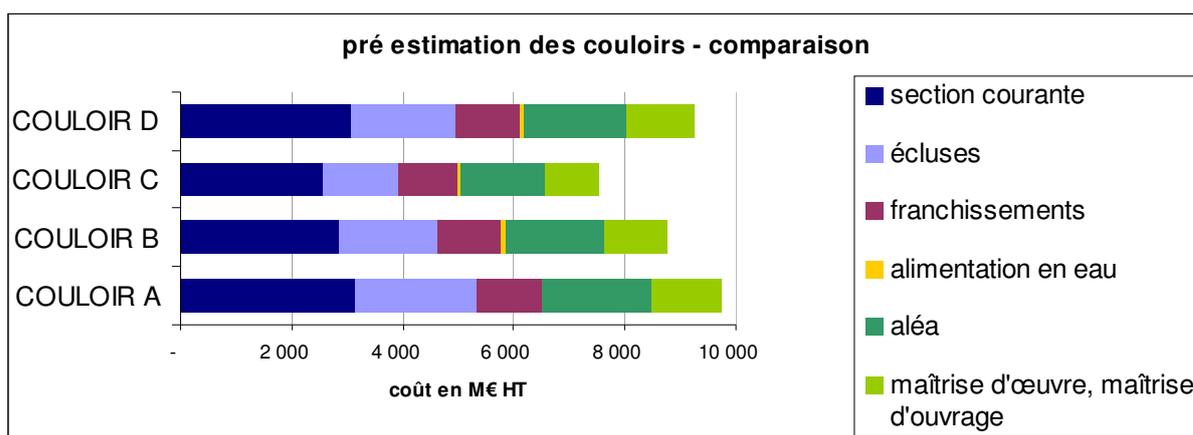
La partie Sud est moins assujettie à cette problématique et l'insertion paysagère sera plus aisée, quel que soit le couloir.

Pré estimation du projet

Une toute première estimation du projet a été réalisée sur la base de grands ratios de coûts d'ouvrages et de l'estimation au niveau avant projet de Seine Nord Europe.

Les critères de comparaison de couloirs pour les coûts portent sur la longueur du tracé, le nombre potentiels d'écluses à réaliser en fonction du dénivelé ou le nombre d'infrastructure de transport à rétablir ou encore la sensibilité environnementale des territoires traversés.

Le projet est pré évalué entre 8 et 10 milliards d'euros.



6.3.3 Conclusion de la comparaison des couloirs

Les avis sur les différentes thématiques sont synthétisés au tableau suivant.

	Couloir A	Couloir B	Couloir C	Couloir D	
					favorable
Le milieu physique					plutôt favorable
L'eau					moins favorable
Le milieu naturel					plutôt défavorable
Le milieu humain					
Paysage, patrimoine					
Desserte des zones de développement potentiel					
Pré estimation financière	111%	100%	86%	105%	

1^{er} ordre de grandeur du coût du projet 8 à 10 Md€ HT

En résumé, le couloir A (Ouest) présente des difficultés physiques, pour le milieu humain et le paysage coté Nord. Il dessert plusieurs zones de potentiel développement.

Le couloir B (Centre Ouest) est très pénalisant pour l'eau, le milieu naturel, et le paysage. Il est plutôt défavorable vis à vis du milieu physique. Il dessert quelques secteurs de potentiel développement. Il présente l'avantage de longer l'autoroute A31.

Le couloir C (Centre Est) est plutôt favorable pour le milieu physique, l'eau, le milieu humain et le milieu naturel. En revanche il ne dessert aucune zone de potentiel développement.

Le couloir D (Est) présente un profil similaire au couloir A (Ouest) avec toutefois un avis plus favorable pour l'eau et moins favorable pour le milieu naturel.

7 CONCLUSIONS

L'étape 1 de l'étude d'opportunité technique et environnementale d'une liaison fluviale à grand gabarit entre la Moselle et la Saône a pour objectif de recenser les enjeux et les contraintes d'un territoire de près de 13 000 km². La mise en évidence de critères discriminants classés en plusieurs thématiques, puis l'élaboration d'une grille de hiérarchisation des critères ont permis d'élaborer la carte de synthèse des sensibilités du territoire. Cette carte a constitué l'outil de base pour identifier quatre couloirs de passage potentiels d'une nouvelle voie d'eau à grand gabarit de plus de 200 km de longueur et de près de 300 m de dénivelé cumulé :

- un couloir A (Ouest) passant vers Chaumont Langres et Dijon,
- un couloir B (Centre Ouest) traversant le Bassigny le long de l'autoroute A31,
- un couloir C (Centre Est) passant vers Mirecourt et en rive droite de la Saône,
- un couloir D (Est) passant vers Epinal, Vesoul et Dole.

L'évaluation des couloirs à ce stade très amont d'étude a permis de dresser un aperçu des grandes problématiques d'un futur tracé à l'intérieur d'un de ces couloirs.

Il apparaît un intérêt évident pour mener des études approfondies pour l'ensemble de ces quatre couloirs avant le débat public sur le choix d'un secteur géographique à retenir.

On notera toutefois que le couloir B (Centre Ouest) est d'ores et déjà pénalisé par un passage en zone Natura 2000. Les couloirs D (Est) et A (Ouest) ont eux l'avantage de desservir des zones à potentiels économiques : présence de plate-forme bi-modale (fer-route) pouvant être le support d'un développement fort de transports multimodaux. En revanche et aux vues des premières conclusions, le relief et les dénivelés restent des contraintes importantes. Le couloir C (Centre-Est) représente quant à lui le couloir de moindre impact à ce stade des études, mais ne dessert aucun secteur économique en développement.

L'étape 2 de l'étude d'opportunité permettra d'avoir une comparaison plus solide de ces couloirs sur la base d'une analyse plus précise et réalisée à une échelle plus fine.