

OFS – DIVISION TERRITOIRE ET ENVIRONNEMENT
ARE – OFFICE FEDERAL DU DEVELOPPEMENT TERRITORIAL
**L'INTEGRATION DE LA NAVIGATION DANS LE
COMPTE DES TRANSPORTS**

RAPPORT FINAL
20 septembre 2013

Auteurs:

David Maradan, Ecosys SA
Alain Schoenenberger, IRENE
Jonathan Blockley, Ecosys SA
Helena Girardin, IRENE

En partenariat avec

Ecosys[®]
Geneva

David Maradan
5 Chemin de la Faucille
1290 Chavannes-des-Bois

Tél. 0041 22 342 52 09
Fax. 0041 22 342 52 08
email: maradan@ecosys.com

Groupe d'accompagnement

Christina Hürzeler (ARE)
Eric Fragnière (BAV)
Daniel Fink (BFS)
Christian Gigon (BFS)
Jean-Marc Pittet (BFS)
Alexandra Quandt (BFS)

Tout au long de l'élaboration de ce rapport, les auteurs ont bénéficié de l'expertise et des conseils de la part des membres du groupe d'accompagnement qui s'est réuni à quatre reprises avec les mandataires pour préparer les travaux et examiner les progrès accomplis. Il n'en reste pas moins que le rapport reflète les opinions et les résultats obtenus par les seuls auteurs. Alain Schönenberger et Helena Giradin ont avant tout travaillé sur les recettes et les coûts internes, alors que David Maradan et Jonathan Blockley sont responsables des résultats sur les coûts externes.

Neuchâtel et Genève, le 20 septembre 2013.

Table des matières

GROUPE D'ACCOMPAGNEMENT	2
TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
RESUME DES RESULTATS PRINCIPAUX	8
La délimitation du secteur de la navigation	8
Les coûts et recettes internes	9
Les coûts externes	11
Les comptes globaux	17
INTRODUCTION	20
1 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES	22
1.1 Définition et délimitation territoriale du secteur de la navigation	22
1.2 Délimitation des activités prises en compte dans le compte de la navigation	24
1.3 Structure des coûts et des recettes	25
2 COÛTS ET RECETTES INTERNES	28
2.1 Transports de personnes: entreprises de transports publics concessionnaires	28
2.2 Le transport de fret sur les lacs et rivières suisses	32
2.3 Le transport de marchandises sur le Rhin	34
2.4 La navigation de sport et plaisance	36
2.5 Infrastructure	40
3 COUTS EXTERNES	44
3.1 Aspects méthodologiques et résultats principaux	44
3.2 Sécurité	48
3.2.1 Cadre quantitatif : mesure des émissions de la navigation	48
3.2.2 Cadre monétaire: coûts des accidents	49
3.2.3 Résultats : coûts externes liés à la sécurité	51
3.2.4 Analyse de sensibilité	51
3.3 Air	52
3.3.1 Cadre quantitatif : mesure des émissions de la navigation	52
3.3.2 Cadre monétaire : coûts des dommages (PM et NO _x)	55
3.3.3 Résultats : coûts externes liés à la pollution atmosphérique	56
3.3.4 Analyse de sensibilité	57
3.4 Nature & paysage	57
3.4.1 Cadre quantitatif : mesure des surfaces d'infrastructures et des rives	58
3.4.2 Cadre monétaire : renaturation, défragmentation et renforcement	62
3.4.3 Résultats : coûts externes de nature et paysage	63
3.4.4 Analyse de sensibilité	63
3.5 Climat	64
3.5.1 Cadre quantitatif : mesure des émissions (CO ₂) de la navigation	64
3.5.2 Cadre monétaire: coût de la tonne de CO ₂ par an	65
3.5.3 Résultats : coûts externes liés au climat	65

3.5.4 Analyse de sensibilité	66
3.6 Pollution de l'eau	66
3.7 Processus en amont et en aval	68
3.7.1 Cadre quantitatif: émissions (équivalent t/CO ₂) des processus	68
3.7.2 Cadre monétaire: coût de la tonne de CO ₂ par an	71
3.7.3 Résultats : coûts externes des processus en amont et en aval	71
3.7.4 Analyse de sensibilité	71
3.8 Comparaison entre modes de transports	72
4 RESULTATS GLOBAUX	75
4.1 Compte global	75
4.2 Transport de personnes	75
4.3 Transport de marchandises	76
5 REMARQUES FINALES ET RECOMMANDATIONS	78
6 BIBLIOGRAPHIE	80
ANNEXES	85
Annexe 1: liste des entretiens	85
Annexe 2: effectifs des bateaux	87
Annexe 3: amélioration des coefficients d'émissions	88
Annexe 4: coûts spécifiques - pertes d'habitats	89
Annexe 5: déchets de la navigation sur le Rhin	90

Table des illustrations

Tableau R1: coûts internes et recettes du transport de personnes, 2010	9
Tableau R2: coûts et recettes internes du transport de fret et marchandises, 2010	10
Tableau R3: recettes du transport de personnes et de fret, 2010	11
Tableau R4 : coûts externes retenus pour la navigation et comparaisons	12
Tableau R5: synthèse du protocole d'évaluation des effets externes de la navigation	13
Tableau R6: coûts externes de la navigation, 2010	14
Figure R1: coûts externes de la navigation, en millions de francs, 2010	14
Tableau R7: coûts externes de la navigation en fonction des prestations, 2010	14
Tableau R8: coûts externes des transports en Suisse selon les modes de transports et les catégories d'effets externes, 2009 et 2010	15
Figure R2: coûts externes des transports en Suisse selon les modes de transports, en millions de francs par an, 2009 et 2010	15
Figure R3: Coûts externes des transports en Suisse selon les catégories d'effet externes et les modes de transport, en millions de francs par an, 2009 et 2010	16
Figure R4: coûts externes des transports de marchandises en Suisse selon le mode de transport, en centimes tkm, 2005 ou 2010	16
Figure R5: coûts externes des transports de personnes en Suisse selon le mode de transport, en francs par pkm, 2005 ou 2010	17
Tableau R9: transport des personnes dans le compte global de la navigation, 2010	18
Tableau R10: coûts et recettes unitaires des transports de personnes, 2010	18
Tableau R11: transport de marchandises dans le compte global de la navigation, 2010	18
Tableau R12: coûts et recettes unitaires des transports de frets et de marchandises, 2010	19
Tableau 1-1: définition du secteur de la navigation	22
Encadré 1-1: délimitation territoriale des activités de navigation	23
Tableau 1-2: infrastructures comprises dans le compte des transports	25
Tableau 1-3: nature des coûts du compte des transports	26
Tableau 1-4: types de coûts du compte des transports	27
Tableau 1-5: recettes de la navigation	27
Tableau 2-1: types de transports et sources d'informations (flux internes)	28
Tableau 2-2: informations financières demandées aux entreprises sous enquête	30
Tableau 2-3: information sur l'enquête auprès des entreprises concessionnaires	30
Tableau 2-4: coûts des transports de personnes des entreprises concessionnaires	31
Figure 2-1: coûts des transports de personnes des entreprises concessionnaires	31
Tableau 2-5: recettes des transports de personnes des entreprises concessionnaires	32
Tableau 2-5: information sur l'enquête auprès des entreprises de dragues et chalands	33
Tableau 2-6: coûts du transport de fret sur les lacs et rivières suisse (sans Rhin)	33
Tableau 2-7: recettes du transport de fret sur les lacs et rivières suisse (sans Rhin)	34
Tableau 2-8: prestations des transporteurs de marchandises sur le Rhin (2010)	35
Tableau 2-9: coûts du transport de marchandises sur le Rhin (mi-chemin)	36
Tableau 2-10: consommation de carburant en tonne par année (t/a)	37
Tableau 2-11: hypothèses par type de bateaux	38

Tableau 2-12: prestations de transport total annuel par type de bateaux	38
Tableau 2-13: coûts internes de la navigation de sport et de plaisance, en francs	39
Tableau 2-14: coûts internes de la navigation de sport et plaisance	39
Tableau 2-15: statistique descriptive des installations portuaires	40
Tableau 2-16: couverture de l'enquête relative aux comptes récoltés sur les ports	41
Tableau 2-17: statistique des ports publics et privés existants	41
Tableau 2-18: coûts et recettes des installations portuaires de la navigation de plaisance	42
Tableau 2-19: ventilation des coûts d'infrastructure selon modes de navigation	43
Tableau 3-1: coûts externes retenus pour la navigation et comparaisons	44
Tableau 3-2: synthèse du protocole d'évaluation des effets externes	45
Tableau 3-3: coûts externes de la navigation, en millions de francs, 2010	46
Figure 3-1: coûts externes de la navigation, en francs, 2010	46
Tableau 3-4: coûts externes de la navigation en fonction des prestations, 2010	47
Tableau 3-5: coûts externes minimums et maximums	47
Tableau 3-6: Analyse de sensibilité critère	47
Tableau 3-7: victimes d'accidents dans le domaine de la navigation	49
Tableau 3-8: coûts unitaires spécifiques externes de sécurité - route (utilisés pour la navigation de plaisance)	50
Tableau 3-9: coûts unitaires spécifiques externes de sécurité – rail (utilisés pour la navigation de transport de personnes)	50
Tableau 3-10: coûts externes de sécurité – navigation de plaisance et de personnes	51
Tableau 3-11: émissions de polluants atmosphériques en 2005	53
Tableau 3-12: émissions de PM (en t/a) en Suisse, 2005 à 2011	54
Tableau 3-13: émissions de NO _x (en t/a) en Suisse, 2005 à 2011	54
Tableau 3-14: comparaison des émissions PM et NO _x , estimations selon effectifs ASN	55
Tableau 3-15: coûts unitaires des émissions	56
Tableau 3-16: coûts externes "air", par élément de coûts et par catégorie, 2010	56
Figure 3-2: image satellite du port de Brunnen (un grand port « moyen »)	59
Figure 3-3: cadastre de la ville de Lausanne (port d'Ouchy et chantier de la CGN)	60
Figure 3-4: cadastre de la ville de Lausanne (chantier de la CGN - digue à chaland)	60
Tableau 3-17: surfaces d'infrastructures de la navigation	61
Figure 3-5: Réserves naturelles (oiseaux d'eau) en Suisse	62
Tableau 3-18: coûts externes liés à la nature et au paysage	63
Tableau 3-19: émissions de CO ₂ de la navigation	65
Tableau 3-20 : coûts externes de climat, par type	66
Tableau 3-21: Quantité de peinture antisalissure utilisée par la navigation	67
Tableau 3-22: concentration de cuivre dans les eaux suisses (en microgrammes/litre par année)	68
Tableau 3-23: émissions d'équivalents tonnes de CO ₂ liés au processus en amont et en aval – navigation de plaisance	69
Tableau 3-24: émissions d'équivalents tonnes de CO ₂ liés au processus en amont et en aval – navigation de transport de personnes	70
Tableau 3-25: émissions d'équivalents tonnes de CO ₂ liés au processus en amont et en aval – navigation de transport de marchandises	70

Tableau 3-26: émissions d'équivalents tonnes de CO ₂ liés au processus en amont et en aval – navigation totale	70
Tableau 3-27: coûts externes des processus en amont et aval, 2005 à 2010	71
Figure 3-6: coûts externes des processus en amont et aval, par élément de coût et catégorie, en francs, 2010	71
Tableau 3-28: coûts externes des transports en Suisse selon les modes de transports et les catégories d'effets externes, 2005 et 2010	72
Figure 3-7: coûts externes des transports de marchandises selon le mode de transport, en ct/tkm, 2005 ou 2010	73
Figure 3-8: coûts externes des transports de personnes selon le mode de transport, en francs/pkm, 2005 ou 2010	73
Tableau 4-1: compte global de la navigation, 2010	75
Tableau 4-2: coûts et recettes du transport des personnes, 2010	75
Tableau 4-3: coûts et recettes unitaires du transport des personnes, 2010	76
Tableau 4-4: coûts et recettes des transports de fret et de marchandises, 2010	76
Tableau 4-5: coûts et recettes unitaires des transports de frets et de marchandises, 2010	77

RESUME DES RESULTATS PRINCIPAUX

Le présent rapport présente les résultats chiffrés des coûts et des recettes obtenus pour les quatre modes de transports de la navigation, indépendamment de ce que va inclure le compte de la navigation publié dans sa version définitive. Le transport de personnes sur les lacs et rivières comprend le transport public des entreprises concessionnaires ainsi que la navigation de plaisance et de sports, et celui des marchandises comprend les transports par dragues et chalands sur les lacs et rivières suisses ainsi que les transports sur les eaux internationalisées du Rhin.

La première section du présent rapport résume les aspects méthodologiques. Il s'agit en particulier de la délimitation du secteur de la navigation et l'application du principe de territorialité à la navigation. La deuxième section est consacrée à l'estimation des coûts et des recettes liés aux prestations de transports effectuées des différents secteurs identifiés de la navigation. L'estimation des dépenses et des recettes (internes) est réalisée grâce aux enquêtes effectuées auprès des sociétés de navigation¹ et des propriétaires des ports, dont les résultats ont été extrapolés à l'ensemble des activités et des infrastructures. Les chiffres sur la navigation de loisirs et de sports sont obtenus essentiellement en extrapolant aux effectifs de bateaux des indicateurs sur les activités du secteur obtenus auprès des experts (chantier naval, administration publique, associations nautiques). La troisième section est consacrée aux effets externes pertinents. Sur la base des indications ressortant des enquêtes auprès des sociétés de navigation (accidents, par exemple), des indications obtenues de la part de différents experts et des données existantes sur les coûts externes par unité d'activités, il a été possible d'obtenir une estimation réaliste et une vue d'ensemble des coûts externes. Finalement, la quatrième et dernière section du rapport présente les résultats globaux du compte de la navigation avec une section comprenant toutes les catégories de navigation, et une autre comprenant uniquement les activités prises en compte dans le compte de la navigation. Pour la navigation rhénane, les résultats seront présentés en appliquant le principe de territorialité ainsi que le principe du demi-trajet.

La délimitation du secteur de la navigation

Pour délimiter territorialement les transports effectués, on recourt au principe de la territorialité. Selon ce principe, on considère toutes les dépenses et les ressources ainsi que tous les effets externes qu'occasionnent les transports qui ont lieu à l'intérieur des frontières suisses et sur territoire suisse. Dans le cas de la navigation rhénane, cela signifie que seule la part infime des trajets, sur territoire suisse, serait prise en compte dans l'établissement du compte de la navigation. Toutefois, sur des voies de navigation internationalisées comme c'est le cas du Rhin, l'application stricte du principe de territorialité par tous les pays riverains aboutirait au résultat de ne pas considérer le trajet entier parcouru par les bateaux. C'est pourquoi, il est préférable de recourir au principe du demi-trajet, qui ne considère que la moitié des trajets parcourus au départ des ports de Bâle respectivement à l'arrivée aux ports bâlois. Si tous les pays concernés calculent les coûts et les recettes de la navigation de cette façon, tous les parcours seraient considérés une seule fois et en entier.

¹ Il faut malheureusement déplorer l'absence de résultats fiables pour la navigation du Rhin. Il n'a pas été possible de recueillir des données sur le transport des personnes sur le Rhin et une seule entreprise transportant des marchandises a répondu au questionnaire. La seule entreprise de transports publics de personnes, concessionnaire, a été prise en compte dans le compte de transport des personnes sur les lacs et rivières. Malgré les efforts répétés, il n'a pas été possible de s'assurer le concours des sociétés de navigation rhénane. Cela tient à différents facteurs, tels que surcharge de travail ou manque de temps, recherche trop longue et coûteuse, ou confidentialité des données. Une relance de l'enquête devrait être envisagée de façon concertée avec l'OFS et l'Office fédéral des transports OFT.

Le présent rapport distingue les transports de personnes réalisés par les entreprises concessionnaires sur les lacs et rivières suisses, les transports de frets ayant lieu sur ces mêmes voies d'eau, le transport de marchandises et de personnes sur le Rhin au départ et à l'arrivée des ports bâlois et les transports ou déplacements de plaisance (sports, loisirs) sur les lacs et rivières suisses. Suivant la discussion qui a eu lieu au sein du mandant et du groupe d'accompagnement sur la définition du compte de la navigation, il a été décidé de se conformer à la définition des activités comprises dans le compte de navigation telle qu'elle apparaît dans la conception globale de la statistique de mobilité et de transport, en excluant la part très importante liée aux sports et aux loisirs et le transport de fret sur les lacs et rivières.

Les coûts et recettes internes

Les coûts et les recettes internes sont constitués des flux monétaires qui sont engendrés par l'activité du secteur de la navigation au travers leurs transactions monétaires et de marché.

Transport de personnes

Le transport des personnes comprend le transport sur les lacs et rivières des entreprises de transports publics concessionnaires et les déplacements en bateaux des privés pour le sport et la plaisance. Pour le transport public des personnes par les entreprises concessionnaires de la navigation suisse, une enquête auprès des membres de l'Association des entreprises suisses de navigation (AESN) à Zurich a permis de récolter des informations relativement fiables. Le tableau R1 montre le résultat de l'extrapolation des données obtenues pour les coûts totaux et les différentes catégories de coûts du compte de la navigation.

L'estimation des flux financiers de la navigation de sport et de plaisance repose sur les effectifs des bateaux immatriculés en Suisse dans chaque canton, ainsi que sur la compilation de données d'experts et d'informations transmises par les exploitants des bateaux de passagers. Les coûts et les recettes liés aux importantes infrastructures (ports, écluses, canaux) utilisées par la navigation de plaisance sont estimés à l'aide d'une extrapolation des données récoltés sur plus d'une centaine de ports (sur un total de 400 environ). Le coût d'infrastructure utilisée par les entreprises concessionnaires est estimé par les taxes portuaires payées par ces dernières.

Tableau R1: coûts internes et recettes du transport de personnes, 2010

En 1'000 francs	Transports de personnes	
	Lacs et rivières	Plaisance
Coûts d'exploitation	123'142	193'621
Coûts d'entretien	15'857	434'775
Coûts du capital	20'270	111'906
Moyen de transport	154'950	607'768
Infrastructure	2'016	105'378
Sécurité	2'303	27'157
Coûts fixes	24'493	266'996
Coûts variables	134'777	473'307
Total	159'270	740'303

L'ensemble des coûts de la navigation de personnes des entreprises concessionnaires s'élève à 159,3 millions de francs. Les coûts d'exploitation représentent 77,3%, le reste se partageant entre les coûts d'entretien et du capital. La faible part des coûts de sécurité peut s'expliquer par le faible nombre d'accidents de ce mode de transport. Les proportions sont autres pour la navigation de plaisance : dans ce cas ce sont les coûts d'entretien des nom-

breux bateaux à moteur et voiliers qui absorbent le plus de ressources (près de 60%). Sous l'optique du type de coûts, les moyens de transport mobilisent 97% respectivement 82% des ressources.

Transport de fret et de marchandises

Le tableau R2 donne les résultats principaux sur les recettes et les coûts de cette activité de navigation. Pour les transports de fret sur les lacs et rivières, l'aide obtenue auprès de l'Association Suisse des propriétaires de dragues et chalands à moteur (Verband Schweizerischer Bagger- und Lastschiffbesitzer), qui regroupe une trentaine d'entreprises actives sur treize lacs suisses, a permis de récolter des informations satisfaisantes..

Les recettes et les coûts des activités de navigation sur le Rhin se déroulant entre les ports bâlois et les ports des autres pays riverains (Allemagne, France, Belgique et Pays-Bas) sont présentées selon le principe du demi-trajet². La navigation sur le Rhin concerne en majeure partie le transport de marchandises, le transport des personnes qui ont lieu sur le Rhin à l'intérieur des frontières suisse sont compris dans le transport public des entreprises concessionnaires. Les estimations des recettes et des flux financiers ne sont malheureusement pas fiables du tout du fait du manque de collaboration des entreprises de navigation et de leur association. Le tableau R2 indique donc pour les transports rhénans les chiffres obtenus à partir de la réponse d'une seule entreprise.

Tableau R2: coûts et recettes internes du transport de fret et marchandises, 2010

En 1'000 francs	Transports de marchandises		
	Lacs et rivières	Rhin - mi-chemin	Rhin - Territorialité
Coûts d'exploitation	11'742	100'123	5'379
Coûts d'entretien	1'974	7'022	0
Coûts du capital	1'350	12'539	0
Moyen de transport	14'044	111'095	0
Infrastructure	860	5'379	5'379
Sécurité	163	3'210	0
Coûts fixes	2'341	21'128	5'379
Coûts variables	12'725	98'556	0
Total	15'067	119'683	5'379

L'ensemble des coûts de la navigation de personnes des entreprises concessionnaires s'élève à 159,3 millions de francs. Les coûts d'exploitation représentent 77,3%, le reste se partageant entre les coûts d'entretien et du capital. La faible part des coûts de sécurité peut s'expliquer par le faible nombre d'accidents de ce mode de transport. Les proportions sont autres pour la navigation de plaisance : dans ce cas ce sont les coûts d'entretien des nombreux bateaux à moteur et voiliers qui absorbent le plus de ressources (près de 60%). Sous l'optique du type de coûts, les moyens de transport mobilisent 97% respectivement 82% des ressources. Aucun coût, et aucune recette, sont observés pour la navigation sur le Rhin dans l'optique de territorialité, car les trajets des bateaux sur territoire suisse sont négligeables.

Le tableau R3 indique les recettes obtenues pour chaque catégorie de navigation. Les recettes de la navigation de plaisance correspondent à l'autofinancement des moyens de transport. Les dragues et chalands qui transportent des marchandises sur les lacs et rivières et la navigation rhénane ne bénéficie d'aucun soutien de la part des collectivités publiques sous forme de subventions ou d'indemnités versées pour des prestations de transport.

² Les résultats découlant de l'estimation des recettes et des coûts selon le principe de territorialité sont également fournis dans la quatrième section des résultats globaux.

Tableau R3: recettes du transport de personnes et de fret, 2010

En 1'000 francs	Transports de personnes		Transports de marchandises		
	Lacs et rivières	Plaisance	Lacs et rivières	Rhin – mi-chemin	Rhin – territorialité
Recettes tarifaires, de transport, et autofinancement	97'337	607'768	14'733	127'245	0
Indemnités Confédération, Canton	23'309	0	0	0	0
Subvention des collectivités publiques	10'846	0	0	0	0
Autres recettes	26'342	0	193	0	0
Total	157'834	607'768	14'926	127'245	0

Remarquons que les comptes des transports de personnes et de marchandises sur les lacs et rivières (sans le Rhin) sont équilibrés (taux de couverture de 99%), en tenant compte de l'incertitude qui pèse sur l'estimation par extrapolation des données obtenues par enquête auprès des sociétés de transport. La navigation rhénane est bénéficiaire, ce qui correspond certainement à la réalité, mais le taux de couverture calculé de 106% doit être interprété avec grande prudence, du fait que les chiffres sont basés sur une seule réponse d'entreprise.

Les coûts externes

Lorsqu'ils choisissent un moyen de transport, les usagers mettent en rapport d'une part les avantages ou l'utilité attendue, et de l'autre les coûts. Actuellement, ils prennent en charge une partie des coûts liés aux moyens de transports (acquisition, entretien et utilisation) et des coûts d'infrastructure (construction et entretien des réseaux routier et ferroviaire, des ports). Cependant, le trafic engendre également des coûts dits « externes », qui ne sont supportés ni directement, ni indirectement par les usagers (via assurances par exemple). Ces coûts sont qualifiés d'externes, parce que les transactions de marché n'en tiennent pas compte. Les coûts dits « sociaux » des transports correspondent à l'ensemble des ressources qu'un pays est prêt à consacrer aux transports pour satisfaire les besoins en mobilité de sa population et de son économie. Ils se composent des coûts internes et externes.³

Ce rapport complète les évidences actuelles des coûts externes du transport en Suisse en proposant une première estimation des coûts externes de la navigation sur les lacs et les rivières suisses.⁴

L'évaluation est centrée sur les coûts externes identifiés dans l'étude de faisabilité, à savoir:

- les conséquences sécuritaires (accidents) de la navigation
- les impacts des émissions de polluants de l'air émis par les bateaux (air),
- les impacts de la navigation (infrastructures) sur l'environnement (nature & paysage),
- les conséquences des émissions de CO₂ par les bateaux (climat),
- les impacts de la navigation sur la qualité de l'eau (eau),

³ L'existence de coûts non couverts par les usagers – les externalités - montre que le marché n'optimise pas l'utilisation des ressources notamment environnementales. Le prix payé pour se déplacer est trop bas par rapport à ce qui serait efficace du point de vue socioéconomique. Cette situation entraîne une demande trop forte de mobilité, ce qui conduit à un gaspillage des ressources.

⁴ Pour la navigation de transport de marchandise sur le Rhin, une estimation selon le principe du mi-chemin a été également réalisée.

- les dommages causés au niveau du cycle de vie des moyens, des infrastructures, ainsi que des carburants liés à la navigation (processus en amont et en aval).

Contrairement aux autres domaines de transports, les coûts externe du bruit, qui est susceptible d'influer négativement le prix des locations d'appartements situés dans les zones soumises à un fort trafic et d'affecter le bien-être et la santé des riverains, ne sont pas suffisamment importants pour être estimés. Un constat identique concerne la pollution de sols. Notons également que le niveau de la pollution de l'eau demeure inférieur aux normes en vigueur, comme le démontre l'estimation de la concentration de cuivre dans les eaux suisses (seul risque identifié n'étant pas internalisé). A ces concentrations, aucun effet sur la santé humaine ou la qualité des écosystèmes n'étant perceptible, les coûts externes résultant de pollution de l'eau sont par conséquent également considérés comme négligeables.

Le tableau R4 indique les domaines couverts par l'évaluation des coûts externes de la navigation en comparaison des travaux réalisés pour le rail et la route en Suisse ainsi que l'étude européenne portant sur la navigation.

Tableau R4 : coûts externes retenus pour la navigation et comparaisons

Coûts externes	Suisse- Navigation	Suisse- Route et rail	Suisse- Aviation	Europe - Navi- gation
Sécurité	✓	✓	✓	x
Bruit	x	✓	✓	x
Air (avec forêts & agriculture)	✓	✓	✓	✓
Pollution des sols	x	✓	✓	x
Nature et Paysage	✓	✓	✓	✓
Climat	✓	✓	✓	✓
Pollution de l'eau	✓	x	x	x
Espèces non-indigènes	x	x	x	x
Coûts supplémentaires urbains	x	✓	x	x
Processus en amont et aval	✓	✓	✓	✓

Méthodologie

La Suisse a commencé à évaluer les coûts externes des transports en termes monétaires dans les années 80 suite à un mandat du Conseil fédéral. Les travaux se sont essentiellement concentrés sur les principaux modes de transport, c'est-à-dire la route, le rail et très récemment en 2011 sur l'aviation.

Afin de garantir une comparaison entre les modes de transports, l'évaluation des coûts externes de la navigation s'est basée sur la méthodologie et les références de coûts (comme les coûts de remplacement ou les coûts externes des accidents) utilisées au niveau de la route et du rail. Il n'était en effet pas opportun ni pertinent, dans le cadre de cette première estimation, de réaliser pour le secteur de la navigation l'ensemble des études scientifiques qui ont conduit à l'estimation des coûts externes de la route et du rail.

Le tableau R5 propose une synthèse de la méthodologie d'évaluation des coûts externes de la navigation.

Tableau R5: synthèse du protocole d'évaluation des effets externes de la navigation

EFFETS EXTERNES	Cadres	Données
Sécurité	<p><u>Cadre quantitatif</u> : nombre d'accidents et de victimes</p> <p><u>Cadre monétaire</u> : les coûts externes par victime/accident (coûts unitaires spécifiques) déterminés pour route et rail</p>	<p>Disponibles pour transport de personne et la plaisance auprès du Bfa.</p> <p>Ces statistiques ne permettent pas de différencier les accidents selon les régimes de responsabilité.</p> <p>Aucune donnée sur les accidents n'est disponible pour la navigation de marchandises. Ce domaine n'a pu ainsi être estimé.</p>
Air	<p><u>Cadre quantitatif</u> : émissions du secteur non routier</p> <p><u>Cadre monétaire</u> : les coûts externes par unité de pollution (coûts unitaires spécifiques) déterminés pour la route en zone non construite</p>	<p>Les données sont disponibles dans le cadre de l'examen du secteur non routier (Schäffeler et Keller, 2008). Sur cette base, une estimation pour l'année 2010 en considérant les effectifs de l'ASN a été effectuée.</p>
Nature et paysage	<p><u>Cadre quantitatif</u> : surface/longueur/nombre des infrastructures</p> <p><u>Cadre monétaire</u> : coûts de remplacement des écosystèmes repris de Bosch et al. (2004)</p>	<p>Les surfaces des infrastructures de navigation ont été déterminées par extrapolation à partir de l'examen d'un échantillon d'infrastructure représentative. L'extrapolation à la Suisse a ensuite été réalisée sur la base des effectifs de bateaux et du nombre d'infrastructures.</p>
Climat	<p><u>Cadre quantitatif</u> : émissions du secteur non routier</p> <p><u>Cadre monétaire</u> : prix de la tonne de CO₂ reprise de l'estimation des coûts externes de la route, du rail et de l'aviation.</p>	<p>Les données sont disponibles dans le cadre de l'examen du secteur non routier (Schäffeler et Keller, 2008). Sur cette base, une estimation pour l'année 2010 en considérant les effectifs de l'ASN a été effectuée.</p>
Pollution de l'eau - peinture antisalissure	<p><u>Cadre quantitatif</u> : quantité de peinture, rejet de cuivre en résultant</p> <p><u>Cadre monétaire</u> : coûts de remplacement des écosystèmes</p>	<p>Une estimation de la quantité de peinture utilisée a été réalisée sur la base des entretiens des bateaux (information obtenue auprès des chantiers navals). Il en résulte une quantité de cuivre rejeté dans les lacs et rivières.</p>
Processus en amont et en aval	<p><u>Cadre quantitatif</u> : Quantité de GES émise (en équivalent tonnes de CO₂) lors de la production, de l'entretien et d'élimination des bateaux et des infrastructures, ainsi que lors de la production, du transport et de la mise à disposition des carburants</p> <p><u>Cadre monétaire</u> : prix de la tonne de CO₂ reprise de l'estimation des coûts externes des autres modes de transports</p>	<p>Les quantités de CO₂ émise lors des processus en amont et en aval a pu être estimée grâce au calculateur développée par calculateurs développés par A. Bonny (2010, 2012). Ce dernier a développé des outils de gestion des ports de plaisance basés notamment sur l'analyse cycle de vie et le bilan carbone des bateaux et des infrastructures portuaires.</p>

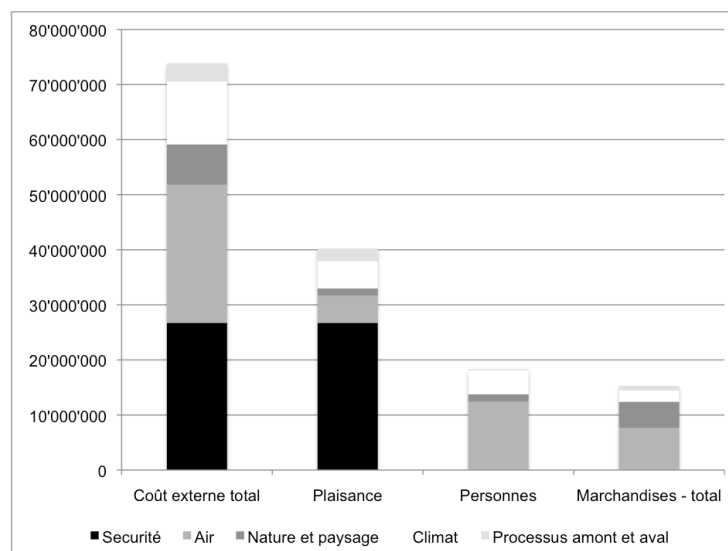
Les coûts externes de la navigation en Suisse

Les coûts externes de la navigation atteignent, en 2010, 73,5 millions de francs. Le tableau R6 et la figure R1 indiquent les coûts externes par effet pour chaque catégorie de navigation (plaisance, transport de personnes et transport de marchandises). Le domaine de la plaisance représente environ 45% des coûts externes totaux. Le transport de personnes se partage avec celui des marchandises les autres 55% à concurrence de 33% et de 22% respectivement. Globalement, ce sont les coûts externes causés par la pollution de l'air qui dominent. Les coûts des accidents représentent la deuxième principale source d'externalités, malgré le peu d'accidents incluant des blessés ou des fatalités enregistrés dans le transport de personnes. Malheureusement il manque à ce jour encore des informations à ce sujet pour le transport de marchandises (rhénan notamment).

Tableau R6: coûts externes de la navigation, 2010

En millions de francs	Coût externe total	Plaisance	Personnes	Marchandises
Sécurité	20,2	20	0,2	-
Air	29,6	5	16,7	7,9
Nature et paysage	7,5	1,3	1,5	4,7
Climat	12,7	5	5,6	2
Processus amont et aval	3,4	2,2	0,3	0,8
Eau	négligeable			
Bruit	négligeable			
Sols	négligeable			
Total	73,5	33,5	24,4	15,5

Figure R1: coûts externes de la navigation, en millions de francs, 2010



Le tableau R7 indique les coûts externes pour chaque domaine de la navigation (plaisance, transport de personnes et transport de marchandises) en fonction des prestations de transport (personne-kilomètre ou tonne-kilomètre transportées). Pour le transport de marchandise, les coûts externes atteignent ainsi 0,014 franc/tkm parcourus. Pour le transport de personnes, ils s'élèvent à 0,11 franc/pkm transportés. Finalement, au niveau de la navigation de plaisance, ils sont plus élevés (0,37 franc/pkm). Ceci reflète le fait que la navigation de plaisance est en premier lieu une activité de loisir et non de transport, les pkm transportés étant faibles comparativement aux effets externes générés.

Tableau R7: coûts externes de la navigation en fonction des prestations, 2010

En francs	Plaisance	Personnes	Marchandises
coût externe par passager - km	0,37	0,11	
coût externe par tonne – km			0,0144

Comparaison entre modes de transports

Le tableau R8 et les figures R2 et R3 indiquent le montant des coûts externes totaux des différents modes de transport en Suisse. Pour la première fois, la navigation est prise en considération. Au total, les transports génèrent en Suisse des coûts externes pour un montant de 9,7 milliards par an en 2009-2010 (l'année 2009 étant considérée pour le rail et la route, 2010 pour la navigation et l'aviation). La navigation en représente une infime partie (0,75%), principalement en raison de la taille relativement faible de ce secteur des transports en Suisse.

Tableau R8: coûts externes des transports en Suisse selon les modes de transports et les catégories d'effets externes, 2009 et 2010

En millions de francs	Navigation - 2010	Route - 2009	Rail - 2009	Aviation - 2010
Sécurité	27	2'076	24	9
Air (+ pertes agricole et dégâts aux forêts)	25	2'456	162	22
Nature et paysage	7	747	121	10
Climat	11	1'210	3	582
Processus amont et aval	3	604	41	81
Eau	0	0	0	0
Bruit	0	1'262	85	21
Sols	0	119	36	0
Coûts supplémentaires zone urbaine	0	87	23	0
Total	74	8'459	494	725

Figure R2: coûts externes des transports en Suisse selon les modes de transports, en millions de francs par an, 2009 et 2010

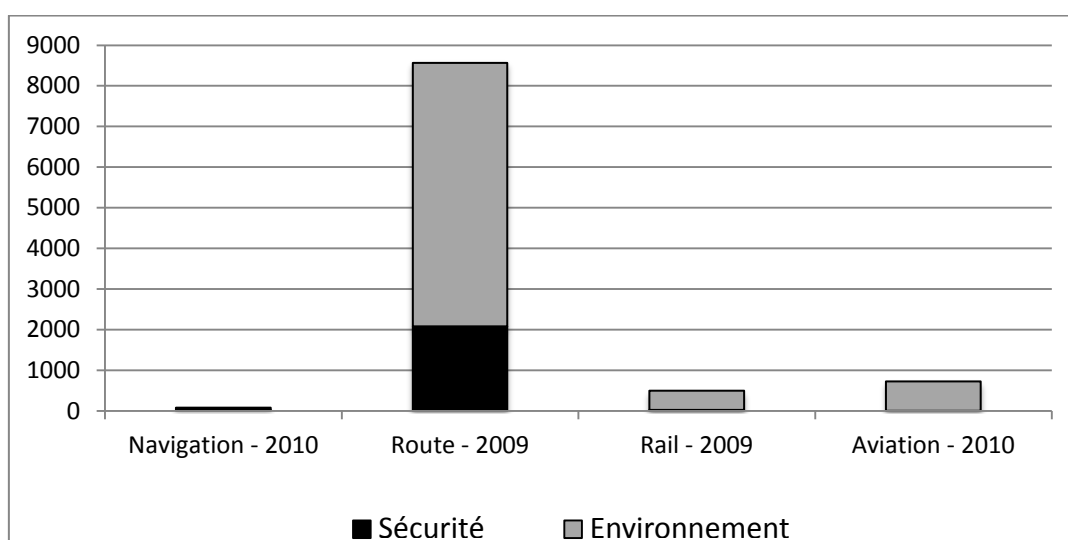
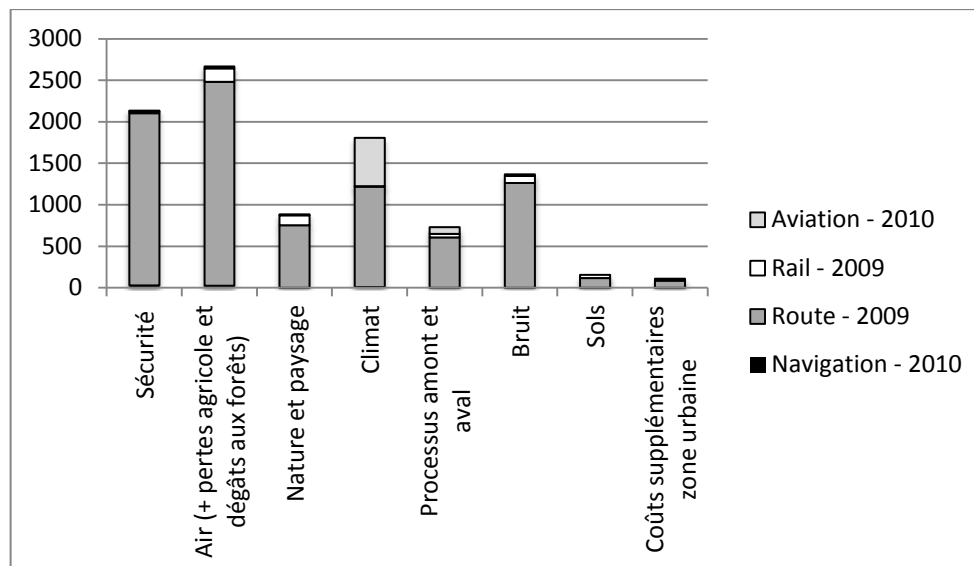


Figure R3: Coûts externes des transports en Suisse selon les catégories d'effet externes et les modes de transport, en millions de francs par an, 2009 et 2010



La figure R4 présente les coûts externes par tkm pour le transport de marchandise en Suisse, la navigation génère des coûts externes par tkm proche de ceux du rail. On doit toutefois considérer ce constat avec précaution car les coûts de sécurité n'ont pas encore pu être estimés dans le cas de la navigation de transport de marchandises. La figure R5 présente les résultats pour la navigation de transport de personnes. Les coûts externes sont rapportés à la pkm.

Figure R4: coûts externes des transports de marchandises en Suisse selon le mode de transport, en centimes tkm, 2005 ou 2010

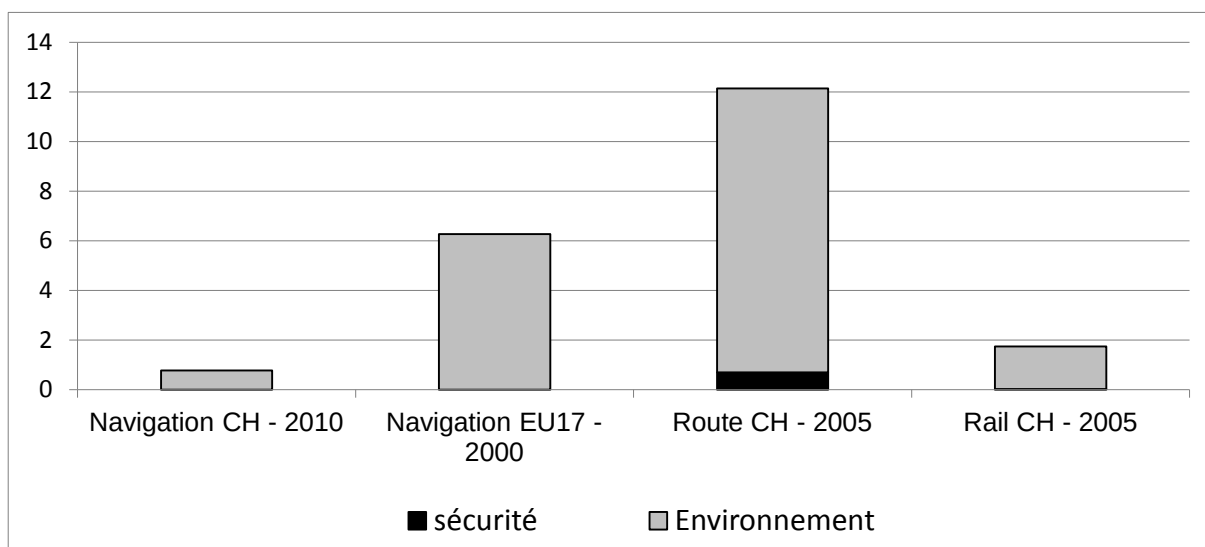
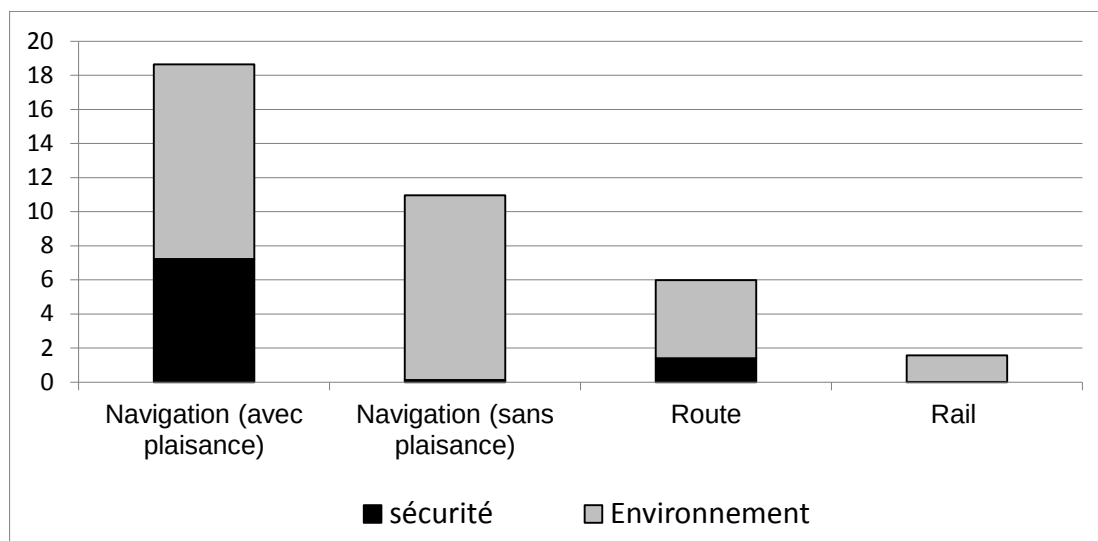


Figure R5: coûts externes des transports de personnes en Suisse selon le mode de transport, en francs par pkm, 2005 ou 2010



La navigation présente des coûts élevés par pkm. Deux raisons principales semblent l'expliquer:

- Premièrement, la navigation de plaisance génère un coût externe de sécurité par pkm important. Ceci reflète le caractère sportif et de loisir de la navigation de plaisance. L'objectif de ce type de déplacement sur l'eau est d'aller relativement vite dans un milieu peu encadré et sauvage, ce qui engendre une prise de risque plus importante. Les activités de la navigation de plaisance sont ainsi relativement périlleuses et les contraintes légales visant à limiter ces risques, tant à l'égard des comportements (port du gilet de sauvetage, limitation des vitesses) que technique, sont difficiles à faire respecter. De plus, comme indiqué auparavant, l'objectif de déplacement étant secondaire, le nombre de prestations kilométriques de la navigation de plaisance (pkm) est faible comparativement aux dommages externes qui en résultent.
- Deuxièmement, les coûts de la pollution de l'air générée par les bateaux de transport de personnes sont importants.

Les résultats mettent en évidence un dernier élément. La navigation n'utilise que peu d'infrastructures, ces dernières sont en effet essentiellement des "infrastructures de stationnement", c'est-à-dire des parkings à bateaux. Tout comme l'aviation, la navigation utilise en effet essentiellement des infrastructures naturelles, à savoir les voies navigables. Ce constat explique pourquoi les coûts externes sur la nature et le paysage sont plus importants pour la route et le rail que la navigation et l'aviation.

Les comptes globaux

Les recettes et les différents types de coûts sont calculés par moyen de transports de la navigation, soit les transports de personnes par les sociétés concessionnaires sur les lacs et rivières, les transports de plaisance et de sport, ainsi que le transport de fret et marchandises sur les lacs et rivières, et sur le Rhin. Ces comptes globaux comprennent les coûts internes et les coûts externes. Les tableaux indiquent également, grâce aux diverses recettes estimées, le taux de couverture des coûts.

Transport de personnes

Le tableau R9 donne les chiffres pour le transport des personnes qui représente, en termes de coûts, 86% de la navigation, dont 70% revient à la seule navigation de plaisance. Les taux de couverture du transport de personnes – soit les recettes par rapport aux coûts, effets externes compris – sont déficitaires. Les recettes du transport de personnes sur les lacs et rivières couvrent à peine les charges des entreprises concessionnaires, et les propriétaires des bateaux de plaisance ne contribuent en rien à la couverture des effets externes. Le tableau R10 montre les coûts et les recettes par personne-kilomètre. Le transport de plaisance est très coûteux, comme le témoigne le coût unitaire de 8,72 francs, en comparaison aux transports publics (1,10 francs).

Tableau R9: transport des personnes dans le compte global de la navigation, 2010

En 1'000 francs	Transports de personnes					
	Lacs et rivières		Plaisance		Total	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	154'950		607'768		762'718	
Infrastructure	2'016		105'378		107'394	
Sécurité (interne et externe)	2'307		53'891		56'198	
Environnement (externe)	18'336		13'484		31'820	
Total coûts, recettes	177'609	157'834	780'520	607'768	958'129	765'601
Taux de couverture	88,9%		77,9%		79,9%	

Tableau R10: coûts et recettes unitaires des transports de personnes, 2010

En franc par personne-kilomètre	Transports de personnes					
	Lacs et rivières		Plaisance		Total	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	0,96		6,79		4,32	
Infrastructure	0,01		1,18		0,61	
Sécurité (interne et externe)	0,01		0,60		0,32	
Environnement (externe)	0,11		0,15		0,18	
Total coûts, recettes	1,10	0,98	8,72	6,79	5,42	4,33

Transport de marchandises

Le tableau R11 montre les comptes des deux catégories de transport de marchandises. Contrairement aux transports sur les lacs et rivières, le taux de couverture des transports sur le Rhin dépasse les 100%, grâce à la profitabilité de l'activité. Toutefois, ces derniers résultats reposent sur l'estimation des flux financiers de la seule entreprise du transport rhénan qui a répondu au questionnaire et n'est donc pas fiable.

Tableau R11: transport de marchandises dans le compte global de la navigation, 2010

En 1'000 francs	Transports de marchandises					
	Lacs et rivières		Rhin - mi-chemin		Rhin - territorialité	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	14'044	0	111'095	0	0	0
Infrastructure	860	0	5'379	0	5'379	0
Sécurité (interne et externe)	163	0	3'210	0	0	0
Environnement (externe)	9'119	0	6'178	0	2'037	0
Total coûts, recettes	24'186	14'926	125'861	127'245	7'416	0(5'379)
Taux de couverture	61,7%		101,1%		0,0%	

Le tableau R12 indique les coûts et les recettes unitaires. Le transport de fret sur les lacs et rivières coûte relativement cher, soit 65 centimes par kilomètre et tonne. On observe un coût unitaire dix fois inférieur à celui des dragues et chalands. Il est évident que la répartition des coûts fixes sur un grand nombre de kilomètres et avec des bateaux plus grands permet de réduire significativement les coûts unitaires dans le transport rhénan (7,5 centimes par tonne-kilomètre).

Tableau R12: coûts et recettes unitaires des transports de frets et de marchandises, 2010

En franc par tonne-kilomètre	Transports de marchandises					
	Lacs et rivières		Rhin - mi-chemin		Transport de marchandises mi-chemin	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	0,376		0,057		0,063	
Infrastructure	0,023		0,003		0,003	
Sécurité (interne et externe)	0,004		0,002		0,002	
Environnement (externe)	0,244		0,003		0,008	
Total coûts, recettes	0,647	0,399	0,064	0,065	0,075	0,071

Introduction

Le Projet TR2010 a pour objectif de publier, dès l'année de référence 2010 et ceci annuellement, le compte des transports en y intégrant dans les comptes routiers et ferroviaires existants, les coûts et revenus internes et externes du transport aérien, de la navigation et de la mobilité douce. Un premier rapport qui estime les flux liés aux transports aériens (aviation) a été réalisé, et les premières estimations relatives à la mobilité douce sont en cours de réalisation.

A l'instar des efforts qui sont déployés pour l'aviation et la mobilité douce, l'objectif des travaux qui sont présentés dans ce rapport préliminaire est de développer et de chiffrer, pour l'année de référence 2010, le compte de la navigation. Il s'agissait en particulier d'identifier les activités de navigation en Suisse, de chiffrer pour ces activités les coûts et les recettes pertinents, mais aussi d'identifier les coûts externes pertinents, et d'estimer ces derniers de telle sorte que les chiffres obtenus soient comparables à ceux des autres activités de transport.

A cet effet, il convient de respecter le concept et les principes du compte des transports et de choisir les méthodes appropriées pour estimer les flux monétaires, en francs et hors TVA. Le compte des transports recense tous les coûts relatifs aux transports routiers et ferroviaires, et les recettes correspondantes, ventilés dans les quatre types de coût suivant:

- moyens de transports,
- infrastructure,
- sécurité et
- environnement.

Le **présent rapport** présente les résultats chiffrés du compte des transports de la navigation. Sont considérées ici toutes les catégories de navigation indépendamment de ce que va inclure le compte de la navigation qui sera publié dans sa version définitive par l'OFS. Il faut malheureusement déplorer l'absence de résultats fiables sur la navigation du Rhin qui est l'un des secteurs de la navigation considéré à côté des transports de personnes des sociétés concessionnaires, des transports de frets et de marchandises et de la navigation de loisirs et de sports. Malgré les efforts répétés, il n'a pas été (encore) possible de s'assurer du concours des sociétés de navigation rhénane. Cela tient à différents facteurs avancés par les compagnies de navigation rhénane, tels que surcharge de travail ou manque de temps, recherche trop longue et coûteuse, ou confidentialité des données. Une relance de l'enquête est envisagée en coordination avec l'OFS et l'Office fédéral des transports OFT.

La **première section** résume les aspects méthodologiques. Il s'agit en particulier de la délimitation du secteur de la navigation et l'application du principe de territorialité à la navigation, tels que cela a été présentés et définis dans le rapport de faisabilité du mois de juin 2012.

La **deuxième section** est consacrée à l'évaluation des données disponibles pour estimer d'une part les prestations de navigation et d'autre part les recettes et dépenses internes qui y sont liés. L'estimation des dépenses et des recettes est faite grâce aux enquêtes effectuées auprès des sociétés de navigation et des propriétaires des ports, dont les résultats ont été extrapolés à l'ensemble des activités. Les chiffres sur la navigation de loisirs et de sports sont obtenus essentiellement en extrapolant aux effectifs de bateaux des indicateurs sur les activités du secteur obtenus auprès des experts (chantier naval, administration publique, associations nautiques)⁵.

5 Détails liste des entretiens et des experts (annexe 1).

La **troisième** est consacrée aux effets externes. Les coûts externes pertinents pour la navigation ont été identifiés dans le rapport de faisabilité. Sur la base des rares indications ressortant des enquêtes auprès des sociétés de navigation, des indications obtenues de la part de différents experts et des données existantes sur les coûts externes par unité d'activités, il a été possible d'obtenir une vue d'ensemble et une estimation réaliste des coûts externes.

La **quatrième et dernière section** présente les résultats globaux du compte de la navigation avec une section comprenant toutes les catégories de navigation, une autre comprenant uniquement les activités prises en compte dans le compte final de la navigation. Finalement, les résultats seront présentés séparément en appliquant le principe de territorialité ainsi que le principe du demi-trajet.

1 Aspects méthodologiques

Le secteur de la navigation est composé de deux grandes catégories: la navigation maritime et la navigation intérieure. Bien que la Suisse possède une flotte de commerce maritime, cette catégorie n'entre pas dans le cadre de l'étude du compte des transports. L'analyse ne porte que sur la navigation intérieure (lacs et rivières) et transfrontalière (Rhin en aval, au départ et à l'arrivée de Bâle, ou certains trajets sur les lacs frontaliers). Les transports concernent à la fois les personnes, le fret et les marchandises. Le motif du déplacement (professionnel, privé, touristique, sportif, loisirs, etc.) n'est pas un critère qui est retenu ici. La question de la délimitation du secteur est toutefois posée pour savoir dans quelle mesure il faut tenir compte des trajets hors territoire suisse en cas de transports transfrontaliers. Aussi, cette première section définit brièvement les coûts et recettes à prendre en compte lors de l'estimation des flux monétaires (internes) et des coûts externes. Finalement, les tableaux de résultats globaux indiquent d'entrée l'ordre de grandeur des coûts et des recettes internes et externes liées à la navigation en Suisse.

1.1 Définition et délimitation territoriale du secteur de la navigation

Il s'agit d'abord de définir et de délimiter le secteur de la navigation pour lequel on estime les coûts et les recettes. Le tableau 1-1 indique quels moyens de transport et quelle infrastructure sont concernés et pris en compte dans l'analyse.

Tableau 1-1: définition du secteur de la navigation

	Infrastructure	Moyens de transport	Opérateurs, exploitants
Transport de personnes	Ports Embarcadères Quais <i>Canaux (négligeables)</i> <i>Ecluses (négligeables)</i>	Bateaux de passagers à vapeur ou à moteur Chantiers navals (le coût des chantiers navals est compris dans les frais d'entretien des bateaux)	Entreprises de transports publics concessionnaires
Navigation de sport et de plaisance	Ports pour bateaux à voile / yacht Pontons Quais Rampes de mise à l'eau Grues Bouées <i>Canaux (négligeables)</i> <i>Ecluses (négligeables)</i>	Voiliers sans moteur Voiliers à moteur Canots sans moteur Canots à moteur Bateaux de pêche et de travail (la pêche est dans la plaisance, étant donné que les pêcheurs professionnels sont très peu nombreux) Pédalos (négligés) Chantiers navals (le coût des chantiers navals est compris dans les frais d'entretien des bateaux)	Particuliers
Transport de marchandises	Grues Installations portuaires <i>Canaux</i> <i>Ecluses</i>	Chalandes Dragues Péniches, pousseurs, bateaux de containers, bateaux citernes Chantier navals (le coût des chantiers navals est compris dans les frais d'entretien des bateaux)	Entreprises

Pour délimiter territorialement les transports effectués, deux principes sont généralement appliqués le principe de territorialité et le principe du demi-trajet ou mi-chemin. L'étude

TRAKOS (Infras & Ecoplan, 2006) recommande d'appliquer le **principe de territorialité** au compte des transports. Selon ce principe, on considère tous les coûts, toutes les recettes, ainsi que tous les effets externes qu'occasionnent les transports qui ont lieu sur territoire suisse à l'intérieur des frontières.

Le principe de territorialité, lorsque seulement une partie mineure des trajets de transport se font sur territoire suisse, tend à sous-estimer les coûts internes et externes des transports lorsque ceux-ci ne sont pas attribués aux pays traversés⁶. C'est pourquoi, on recourt dans ces cas-là au **principe du mi-chemin** pour couvrir les espaces internationaux, tels que espace aérien, la haute mère ou les cours d'eau internationalisés. Dans le domaine de la navigation, cela consiste donc de considérer :

- pour les transports internationaux, les coûts et recettes correspondant à la moitié des distances parcourues lors des déplacements au départ ou à destination de la Suisse. Les coûts et les recettes des infrastructures situées en Suisse (au départ ou à l'arrivée) sont intégralement pris en compte.
- pour les transports intérieurs, l'intégralité des coûts et recettes qui sont liés aux transports effectués.

Les trajets traversant la Suisse mais ne s'y arrêtant pas (ni le départ ni l'arrivée n'a lieu en territoire suisse) sont exclus par le principe du demi-trajet. Mais alors chaque navire entrant ou sortant du territoire suisse des ports bâlois est intégré et pris en compte dans le compte de la navigation. Il s'agira de présenter les résultats globaux de deux manières: une fois en considérant les résultats en appliquant le principe de territorialité et une autre en appliquant celui du mi-chemin.

L'encadré 1-1 présente les différences de traitement des trajets parcourus selon quel principe d'estimation est appliqué. En effet, une étude au cas par cas a été réalisée afin d'examiner si des différences significatives (en termes de distances parcourues) apparaissent entre les principes de territorialité et du demi-trajet⁷.

Encadré 1-1: délimitation territoriale des activités de navigation

Entreprises de transports publics concessionnaires

L'analyse des itinéraires de chaque entreprise concessionnaire naviguant sur les eaux frontalières suggère que la différence entre les deux principes de territorialité et de demi-trajet ne paraît pas significative pour appliquer un principe différent selon la distance parcourue. En effet, pour la navigation sur les lacs suisses, qu'il s'agisse des transports de personnes organisées par les entreprises de navigation concessionnaires ou des transports de fret (gravier, sable, par exemple) par des entreprises privées sur les lacs et rivières, le principe de mi-chemin/demi-trajet se confond avec le principe de territorialité. En général, les transports se font d'un port suisse à un autre, et pour les transports transfrontaliers, la frontière se situe toujours au milieu des lacs frontaliers (lac de Constance, lac Léman). Sur les lacs italo-tessinois, le bassin suisse de la navigation est clairement séparé de la partie italienne.

Navigation de sport et plaisance

⁶ Dans le domaine de l'aviation, il a été décidé d'appliquer le principe du demi-trajet pour tenir compte aussi, dans un bilan global des coûts internes et externes des transports par air, des coûts générés par l'aviation qui ne sont pas attribuables aux pays survolés. De ce fait, on part de l'axiome que chaque pays de départ et d'arrivée d'un avion doit prendre en compte les coûts du demi-trajet de manière à obtenir, en faisant la somme des coûts internes et externes, une prise en compte de l'ensemble des coûts générés par ce moyen de transport.

⁷ Tous les travaux méthodologiques effectués ne sont pas reportés dans ce rapport qui se concentre sur les méthodes d'estimation et la présentation des résultats. Une synthèse des travaux préparatoires et méthodologiques peut être obtenue sur demande auprès du mandant (rapport de faisabilité).

Concernant la navigation de sport et de plaisance, les itinéraires ne sont pas connus. Faute de ressources, il n'est pas possible dans le cadre de ce travail de collecter des données fiables sur les trajets parcourus de la navigation de plaisance, par enquête représentative par exemple, pour savoir dans quelle mesure il faut appliquer le principe du demi-trajet ou de territorialité. Par défaut, le principe de territorialité est retenu. A l'appui de ce choix, on peut avancer que la grande majorité des trajets doivent se faire à l'intérieur des frontières, du fait que les bateaux immatriculés en Suisse ont une place d'amarrage ou de stationnement dans un port suisse. L'immense majorité des trajets se font au départ d'un port suisse, avec l'arrivée au même port en Suisse.

Navigation rhénane (fret)

Dans le cas de la navigation rhénane, l'application au sens strict du principe de territorialité implique la non-comptabilisation de ce trafic. En appliquant le principe de territorialité, les coûts et recettes de la navigation rhénane se cantonnent à ceux et celles qui sont générés dans les ports rhénans suisses (infrastructure, effets environnementaux). Si les ports bâlois du Rhin se situent bien sur territoire suisse, le trafic fluvial au départ et à l'arrivée de ces ports se déroule essentiellement hors des frontières suisses : En effet, les bateaux quittant le port bâlois de Kleinhüningen naviguent uniquement 400-500 mètres en territoire suisse sur les quelques 700 kilomètres qui seraient nécessaires pour atteindre Rotterdam aux Pays-Bas. En revanche, lorsqu'on applique le principe du demi-trajet, la moitié des trajets effectués au départ ou à l'arrivée des ports bâlois doit être pris en compte.

En conclusion, la part des trajets qui sont réalisés hors frontière pour le transport des personnes ou de frets est négligeable. Dans le cas des transports transfrontaliers (transport de personnes), rien ne change quant à la longueur des déplacements selon le principe appliqué. En effet, par exemple, les trajets transfrontaliers sur les lacs du Léman ou de Constance représentent sur le territoire suisse bien la moitié des trajets, la frontière se situant au milieu des deux lacs. Dans le cas de la navigation rhénane, pratiquement tous les transports se font hors frontière sur les eaux internationalisées du Rhin, et c'est pourquoi il a été décidé d'estimer les coûts et les recettes liés aux trajets parcourus selon le principe de mi-chemin. Ainsi, les coûts qui sont considérés dans l'optique de la territorialité ne concernent en fait que l'infrastructure et les effets environnementaux.

1.2 Délimitation des activités prises en compte dans le compte de la navigation

Au cours des travaux, le groupe d'accompagnement a décidé de se conformer à la définition des activités comprises dans le compte de navigation, telle qu'elle apparaît dans la conception globale de la statistique de mobilité et de transport, pour y exclure la part de la navigation liée aux sports et aux loisirs⁸. En effet, selon la décision du groupe d'accompagnement, le compte des transports comprend toutes les activités sur des infrastructures des transports publics⁹. Exclues sont les activités sur des infrastructures, qui servent en premier lieu au

⁸ Gesamtkonzept Mobilitäts- und Verkehrsstatistik Schweiz. Bundesamt für Statistik, BFS, Neuchâtel 2005.

⁹ Selon l'OFS, les transports publics couvrent l'offre de transports qui est accessible simultanément à la population, qui est définie géographiquement et dans le temps (horaire) et pour laquelle il existe une demande en réseau. Le transport public est soumis à l'obtention d'une autorisation et d'une concession d'exploitation. Cela concerne les transports publics par rail (chemins de fer, y compris à crémaillère), les transports publics sur routes (tram, trolley et bus), les transports à câbles (téléphériques, par exemple), ainsi que la navigation publique.

sport, loisirs, militaire ainsi qu'à l'agriculture et à la sylviculture¹⁰. Ainsi, le tableau 1-2 liste les différentes infrastructures (et activités) qui seraient incluses dans le compte des transports.

Tableau 1-2: infrastructures comprises dans le compte des transports

Modes de transport	Infrastructures
Route	Autoroutes et semi-autoroutes
	Routes de classes 1 - 3 et leurs pistes cyclables
	Infrastructures spécifiques de la mobilité douce
Rail	Chemins de fer (adhésion)
	Chemins de fer à crémaillère
Transport à câbles	Téléphériques
Eau	Débarcadères des transports de personnes de la navigation
	Ports de marchandises et terminaux du Rhin
Air	Aéroports nationaux
	Aéroports régionaux

Source: OFS (2005)

Il apparaît donc que le compte de la navigation comprend prioritairement les activités et les infrastructures des transports de personnes effectués par les entreprises de transports publics concessionnaires ainsi que les transports de fret et de marchandises.

1.3 Structure des coûts et des recettes

Il n'y a pas lieu de revenir de façon très détaillée sur la définition, la structuration et la présentation des coûts ou dépenses et des recettes. Une description se trouve dans les diverses publications sur les compte de transport de l'OFS.

L'objet des transports peut être des personnes (avec ou sans véhicules dans le cas de ferries) et des marchandises. Ainsi, le secteur de la navigation en Suisse comprend au sens large:

- le transport de personnes assuré par les entreprises de transports concessionnaires, ainsi que la navigation de sport et plaisance.
- le transport de fret et de marchandises sur les lacs et rivières suisses et riverains, ainsi que sur le Rhin.

Afin d'assurer la comparabilité des recettes et des coûts du compte de la navigation avec ceux des autres moyens de transport¹¹, il convient de tenir compte des catégories (et distinctions) suivantes:

- **Par l'objet du transport: personnes / marchandises.** Cette distinction est également présente dans le compte routier, ferroviaire ainsi que de celui de l'aviation. Le transport de fret comprend en Suisse essentiellement le transport de matériaux de construction (sable, gravier, etc.) sur les lacs et rivières et le transport de diverses marchandises sur le Rhin;
- **Par type de transport:** ici on distingue avant tout le transport public, c'est-à-dire celui effectué par les entreprises de navigation concessionnaires¹² et le transport privé, ainsi que le transport relatif au sport et à la plaisance;

¹⁰ Sont comprises dans ces activités exclues la promenade et les randonnées à pied, le jogging, le nordic walking, les excursions de mountainbike, le motocross, l'aviron, le canoë et le kayak, le pédalo, la natation, la voile, les sorties en bateau à moteur, le vol à voile, les courses en ballon, le ski, le téléski et l'aérodrome.

¹¹ Tous les coûts et les recettes sont calculés sans la TVA (principe au net).

¹² Les Entreprises de Transport Concessionnaires (ETC) comprennent toutes les entreprises de transports publics (TP), qui par définition, transportent des voyageurs régulièrement et à titre professionnel. Ces entreprises doivent être au bénéfice d'une

- **Par nature des coûts** (tableau 1-3): cette distinction exige de faire la différence entre les coûts fixes et les coûts variables. Les coûts variables dépendent des prestations kilométriques. Les coûts fixes sont indépendants du niveau d'activité des entreprises de navigation ou de l'utilisation des bateaux; ils comprennent tous les frais liés aux coûts du capital (amortissements, intérêts) et certains frais d'infrastructure;

Tableau 1-3: nature des coûts du compte des transports

	Coûts internes	Coûts externes
Coûts fixes	Coûts liés aux coûts du capital et aux frais d'infrastructure	Coûts liés aux infrastructures (nature et paysage)
Coûts variables	Coûts liés aux frais du personnel et de matériels	Coûts liés aux prestations kilométriques (pollution atmosphérique)

- **Par type de coûts** (tableau 1-4). Cette distinction considère de manière spécifique les coûts résultant des moyens de transports, de l'infrastructure, de la sécurité et encore des impacts sur l'environnement. Les coûts relatifs aux moyens de transports concernent tous les coûts liés aux bateaux, c'est-à-dire à leur acquisition, exploitation et entretien. Les coûts liés à l'infrastructure concernent les frais liés à l'utilisation des ports, les dépenses relatives aux autres infrastructures de navigation, telles que canaux et écluses dont les coûts sont irréguliers et négligeables. Les coûts relatifs à la sécurité englobent les coûts des accidents (dommages corporels, dommages matériels, ainsi que frais de police et de justice). Finalement, les coûts externes, c'est-à-dire non-intériorisés – c'est-à-dire ne donnant pas lieu à des paiements financiers compensatoires – liés à l'environnement comprennent les différents dommages sur l'environnement générés par le trafic (par exemple, le bruit, les émissions de gaz à effet de serre ou encore la pollution atmosphérique). Notons que les coûts de la sécurité sont également en partie externe, par exemple les dommages corporels non assurés ou les pertes de production non compensées et subies par le navigateur.
- **Par type de recettes et de financement** (tableau 1-5):
 - les recettes de la navigation comprennent les recettes tarifaires, l'autofinancement ainsi les indemnités et contributions payées de la part des pouvoirs publics. Des recettes tarifaires apparaissent avant tout dans la catégorie des entreprises concessionnaires (vente de titres de transport aux personnes). Le chiffre d'affaires généré par l'activité des entreprises de fret autant sur les lacs et rivières que sur le Rhin figurent également sous cette appellation;
 - les ressources qui sont consacrées par les exploitants-propriétaires de bateaux pour couvrir les coûts des trajets de « sport et plaisance » proviennent par définition des propriétaires privés ; par hypothèse tous les coûts de transports et d'entretien sont « couverts » à 100% par ce financement privé. Le financement provient soit des usagers des lacs et voies fluviales, soit des collectivités publiques (donc des contribuables).

concession fédérale. La notion d'ETC est indépendante du mode de transport, elle comprend le rail (y compris les trams), les autobus, les trolleybus, les bateaux et les installations de transport à câbles. De plus, tous les gestionnaires d'infrastructure possèdent une concession. Le transport ferroviaire des marchandises n'est pas touché par les concessions. Les entreprises concessionnaires englobent les CFF et chemins de fer privés, CarPostal et les entreprises de bus privées, les entreprises de navigation et les entreprises de transport à câbles (<http://www.bav.admin.ch/glossar/index.html?action=id&id=81&lang=fr> ?). Selon la Loi fédérale sur les voyageurs, art. 6, la régie du transport de voyageurs comprend le transport régulier et professionnel de voyageurs par chemin de fer, par route, sur l'eau, par installation à câbles, par ascenseur et par d'autres moyens de transport guidés le long d'un tracé fixe.

Tableau 1-4: types de coûts du compte des transports

	Coûts internes	Coûts externes
Moyens de transport	Les coûts des exploitants de bateaux, sans les coûts liés à la sécurité et à l'environnement et sans les coûts liés à l'infrastructure (places d'amarrage par exemple) qui forment des catégories distinctes	-
Infrastructure	Tous les frais liés à l'utilisation des ports par les propriétaires et les exploitants de bateaux et autres engins de transport flottants. On compte parmi les ports ceux en propriété publique (communes, cantons) et ceux en mains privées (clubs nautiques, hôtels, etc.)	Coûts relatifs aux impacts sur la biodiversité des infrastructures de la navigation (impacts sur la nature et paysage)
Sécurité	Les coûts relatifs à la sécurité englobent tous les coûts des accidents (dommages corporels, dommages matériels ainsi que frais de police et de justice), estimés par les primes d'assurance payées et les coûts non couverts.	Coûts sociaux des accidents (dommages corporels, matériels, frais de police et de justice), à l'exception des coûts internalisés
Environnement	Néant	Coûts relatifs à la pollution atmosphérique, à la biodiversité, à la pollution de l'eau, à l'émission des gaz à effet de serre, aux émissions liés aux processus en amont et en aval

Tableau 1-5: recettes de la navigation

Types de recettes	Internes	Sources de financement
Recettes tarifaires et de transport	Recettes des entreprises de navigation	Usagers
Financement privé (autofinancement)	Recettes des exploitants privés de bateaux (sport et plaisance)	Usagers
Indemnités pour prestations spécifiques et subventions	Financements de la confédération et des cantons ou communes	Collectivités publiques
Recettes publiques	Impôts sur les bateaux	Usagers

2 Coûts et recettes internes

Les coûts et les recettes internes sont constitués des flux monétaires qui sont engendrés par l'activité du secteur de la navigation au travers des transactions monétaires et de marché. Cette section a pour but d'identifier et d'estimer les coûts et recettes pour chaque catégorie de navigation identifiée ainsi que les sources de données utilisées. Les recettes et coûts des transports rhénans sont estimés selon le principe de territorialité, sauf pour les transports de marchandises sur le Rhin pour lequel le principe de mi-chemin a également été retenu pour les raisons évoquées dans la section précédente.

Le tableau 2-1 indique le type de transports qui sont pris en compte et estimés dans ce rapport. La dernière colonne mentionne les sources principales d'information auxquelles les auteurs ont eu recours pour estimer les coûts et les recettes.

Tableau 2-1: types de transports et sources d'informations (flux internes)

	Type de transports	Couverture des coûts et recettes	Sources d'information*
Transport de personnes			
Transports de personnes sur lacs et rivières	Transports publics sur les lacs et rivières (y compris le Rhin). Y compris les ferries (transports de voitures)	- activités de transports publics - estimation du coût des infrastructures grâce aux dépendants correspondants des opérateurs	- entreprises de transports publics concessionnaires actives dans la navigation (enquête) - statistiques des transports publics
Transports de plaisance	Transports privés sur les lacs et rivières	- déplacements en bateaux à moteurs et voiliers - ports et installations portuaires privés et publics	- diverses informations tirées de sources publiques, de la littérature et d'entretien avec des experts - compte de fonctionnement des communes propriétaires de ports (enquête)
Transport de fret et de marchandises			
Transport de fret sur lacs et rivières (dragues et chalands)	Transports professionnels sur les lacs et rivières		- entreprises privées ayant une activité de navigation, entreprises spécialisées (enquête)
Transport de marchandises sur le Rhin	Transports de marchandises sur le Rhin		- sociétés de navigation ou Reedereien (enquête), - ports bâlois

Note : l'annexe 1 comprend la liste des entretiens qui ont été menés avec des experts pour la réalisation de ce rapport (partie flux internes et coûts externes)

2.1 Transports de personnes: entreprises de transports publics concessionnaires

Les entreprises concessionnaires sont des entreprises commerciales qui transportent des personnes et du fret (bacs ou ferrys) sur les lacs et rivières suisses, y compris sur le Rhin, selon des horaires fixes dans une zone géographique délimitée¹³.

¹³ Les activités de transport réalisées grâce à des bacs et ferrys par les entreprises, qui transportent ainsi à la fois des personnes et des véhicules, sont comprises dans le secteur du transport des personnes. En effet, le but dans le cas de bacs et ferry

Les comptes des entreprises renseignent sur les coûts et les recettes de leurs activités. Concernant les prestations de transport public, des informations annuelles sont disponibles auprès de l'OFS¹⁴ et de l'Office fédéral des transports (OFT), soit le nombre de passagers, le nombre de kilomètres parcourus ou encore les personnes-kilomètres (pkm). Les informations financières qui sont disponibles sont limitées aux charges et recettes totales, ce qui n'est évidemment pas suffisant pour connaître la structure des coûts. En effet, le compte des transports distingue par exemple les coûts d'entretien ou d'exploitation, les coûts relatifs aux moyens de transport, d'infrastructure ou de sécurité, et de sécurité; il peut aussi être utile de connaître les coûts de capital et d'entretien. Pour pouvoir ventiler les différentes dépenses et recettes dans les catégories définies, une enquête auprès des 22 entreprises concernées est nécessaire. A partir des données récoltées, il est alors toujours possible d'extrapoler les données obtenues à l'ensemble du secteur concerné grâce aux données connues sur les prestations. Il est évident que le bienfondé de l'extrapolation à tout un secteur à partir des informations sur un échantillon dépend de la qualité des réponses obtenues et de leur représentativité (nombre d'opérateurs répondants et couverture des prestations).

Relevé des données par voie de questionnaire

Pour la réalisation de l'enquête, une collaboration avec l'Association des entreprises suisses de navigation (AESN) à Zurich a été sollicitée. Sur les 22 entreprises concessionnaires opérant sur le territoire suisse, 16 opérateurs sont membres de cette association. De cette façon le questionnaire a été optimisé et a été envoyé directement aux entreprises membres visées par le Président de l'association. Les six autres entreprises ont été contactées individuellement.

Le questionnaire devait récolter les données séparément pour les coûts liés à l'entretien, les coûts liés à l'exploitation et les coûts liés au capital. Aussi, il distingue entre les coûts qui sont dus à l'exploitation des moyens de transport et ceux afférents à l'infrastructure et à la sécurité. En effet, les entreprises paient pour l'infrastructure portuaire des taxes d'amarrage, des taxes portuaires et diverses prestations (électricité, éclairage, location, etc.). Le tableau 2-2 montre les informations à récolter à partir des comptes d'exploitation des entreprises. Selon le principe de territorialité, seuls les coûts et recettes des trajets se déroulant à l'intérieur du territoire suisse (selon le nombre de bateau-kilomètre) ont été demandés aux entreprises faisant des transports sur les lacs frontaliers.

Le questionnaire précise que les activités annexes telles que la gastronomie, la vente d'articles de kiosque et de souvenirs ne doivent pas être considérées, également au niveau des recettes. Les informations demandées doivent prendre en compte uniquement les activités de transport qui sur l'eau, ce qui exclut les éventuels autres moyens de transports qui sont exploités (par exemple un bus).

Sur la base des informations obtenues sur les coûts et les recettes de l'année 2010 ainsi que sur les prestations effectuées, en particulier du nombre de personnes-km, il est alors possible de calculer les coûts et les recettes (unitaires) selon les prestations.

est bien de transporter des personnes d'un point à un autre, avec ou sans leur véhicule, et non de transporter de la marchandise.

14 OFS (2011), mobilité et transport LITRA Service d'information pour les transports publics (2011).

Tableau 2-2: informations financières demandées aux entreprises sous enquête

Coûts par an (2010) en francs	Entreprises concessionnaires			
	Entr.1	Entr.2	Entr.3	Entr.4 ...
Coûts d'exploitation				
Coûts d'entretien				
Coûts capital				
Coûts moyen de transport				
Coûts infrastructure				
Coûts sécurité				
<i>dont primes d'assurances accidents</i>				
<i>dont remboursements assurances</i>				
Recettes tarifaires				
Indemnités cantons, Confédération				
Subventions des collectivités publiques				
Autres recettes (prestations à des tiers, diverse recettes)				

Note: Les indemnités de la part des cantons ou de la Confédération correspondent aux paiements de prestations demandées, alors que les subventions contribuent, sans contreprestations précises, à couvrir les coûts.

Le tableau 2-3 montre les retours obtenus des entreprises concessionnaires en comparaison avec la totalité des entreprises enquêtées. Sur les 22 entreprises sondées, 7 au total ont répondu à l'enquête (32%). Toutefois, en termes de prestations de transport (voyageur-km), le taux de réponse est nettement supérieur, de 70%. Les chiffres des coûts et des recettes présentés couvrent essentiellement celles des grandes entreprises et des grands lacs suisses. Néanmoins, deux questionnaires se rapportent à des lacs de petite taille.

Tableau 2-3: information sur l'enquête auprès des entreprises concessionnaires

	Nombre d'opérateurs et prestations	Nombre de réponses reçues	En pour cent
Entreprises membres de l'AESN	16	6	38%
Entreprises non membres	6	1	17%
- en nombre de bateau-km total	2'521'860	1'529'520	61%
- en nombre de voyageur-km total	198'492'717	138'527'397	70%

Résultats

Le tableau 2-4 et la figure 2-1 montrent le résultat de cette extrapolation pour les coûts totaux et les différentes catégories de coûts du compte de la navigation.

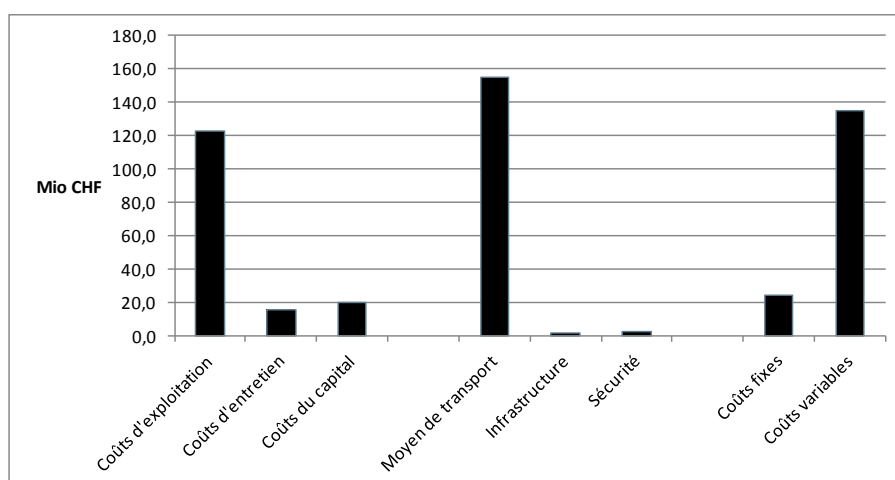
Tableau 2-4: coûts des transports de personnes des entreprises concessionnaires

	Coûts en 1'000 francs	Coûts unitaires (franc par personne kilomètre)	En pour cent
Coûts d'exploitation	123'142	0,76	77,3%
Coûts d'entretien	15'857	0,10	9,9%
Coûts du capital	20'270	0,13	12,8%
Moyen de transport	154'950	0,96	97,3%
Infrastructure	2'016	0,01	1,3%
Sécurité	2'303	0,01	1,5%
Coûts fixes	24'493	0,15	15,4%
Coûts variables	134'777	0,84	84,6%
Coûts totaux	159'270	0,99	100,0%

L'ensemble des coûts de la navigation de personnes des entreprises concessionnaires, suivant le principe de territorialité, s'élève à 159,3 millions de francs. Sur la base de ce chiffre, le coût total par personne-kilomètre estimé s'élève à 99 centimes.

Les coûts liés au moyen de transport apparaissent largement majoritaires (97,3%). Les coûts liés aux infrastructures et à la sécurité se partagent la faible part restante, respectivement 1,3% et 1,5%. La faible part des coûts de sécurité peut s'expliquer par le faible nombre d'accidents de ce mode de transport¹⁵. En effet, selon les informations récoltées pour les années entre 2005 et 2010 pas plus de 1 ou 2 accidents par année ont été annoncé par les entreprises dans le questionnaire. De plus, aucun accident impliquant des personnes tuées n'est apparu ni en 2010 ni durant les années précédentes. Concernant l'infrastructure, contrairement à la route par exemple, qui engendre d'amples frais d'entretien, les voies navigables demandent de très faibles investissements. Ce constat explique en partie également le pourcentage important de coûts variables (84,6%) comparé aux coûts fixes (15,4%). Rappelons que les coûts fixes comprennent les coûts liés au capital (amortissements et intérêts), mais également les primes d'assurances ainsi que les frais de l'infrastructure. La figure 2-1 résume les valeurs des différents types de coûts.

Figure 2-1: coûts des transports de personnes des entreprises concessionnaires



15 Sources : données transmises par les entreprises et OFS :
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/11/06/blank/key/01/luftverkehr.html>

L'enquête réalisée renseigne également sur les recettes. Les recettes totales sont ventilées en 4 catégories. Le tableau 2-5 indique les recettes extrapolées des entreprises concessionnaires.

Tableau 2-5: recettes des transports de personnes des entreprises concessionnaires

	Recettes en 1'000 francs	Recettes unitaires (franc par personne-kilomètre)	En pour cent
Recettes tarifaires	97'337	0,60	61,7%
Indemnités Confédération, Canton	23'309	0,14	14,8%
Subvention des collectivités publiques	10'846	0,07	6,9%
Autres recettes	26'342	0,16	16,7%
Total recettes	157'834	0,98	100,0%

Le montant total des recettes des entreprises de navigation concessionnaires pour l'année 2010 est estimé à 157,8 millions de francs¹⁶. Les recettes tarifaires additionnées des « autres recettes¹⁷ » représentent 78% des recettes totales. Cela signifie que 12% des recettes proviennent des collectivités publiques.

En comparant le coût total et les recettes totales, les activités de navigation représentent un déficit/perte agrégée de 1,4 millions de francs, soit 1% des recettes. Les comptes des entreprises quant aux prestations de transport sont pratiquement équilibrés; le taux de couverture des coûts (sans les effets externes) s'élèverait à 99%. Le taux de couverture sans les subventions de la part des collectivités publiques s'élève à 92%.

2.2 Le transport de fret sur les lacs et rivières suisses

L'Association Suisse des propriétaires de dragues et chalands à moteur (*Verband Schweizerischer Bagger- und Lastschiffbesitzer*) regroupe une trentaine d'entreprises actives sur treize lacs suisses. Renseignements pris, il n'existerait pas d'autres entreprises actives dans le transport de frets sur les lacs et rivières (excepté le Rhin). L'Association recense déjà certaines données relatives aux entreprises membres, telles que le nombre de dragues et de chalands, les tonnes transportées ou le nombre total de kilomètres parcourus par an. Aucune information sur les coûts et recettes des entreprises membres n'est publiée.

C'est donc par le biais d'une enquête auprès des entreprises que les différents flux financiers (et les éventuelles données sur l'environnement et les effets externes) doivent être récoltés. L'association a transmis la liste de leurs membres comprenant aussi les coordonnées des responsables d'entreprises.

Certaines complications sont survenues lors de la récolte des questionnaires. Premièrement, une grande part des entreprises de transport de fret ont une activité mixte, c'est-à-dire qu'elles exploitent des dragues et chalands sur les lacs mais qu'elles sont également enga-

¹⁶ Les estimations réalisées par extrapolation à partir de l'échantillon d'entreprises donnent de bons résultats pour certaines recettes si on compare les montants de celles-ci aux chiffres officiels publiés par l'OFS pour la « navigation publique »: les recettes tarifaires se montent à 97,6 millions de francs et les indemnités des collectivités publiques à 21,2 millions. En revanche, les dépenses totales et les coûts estimés semblent de 20 millions environ trop élevés par rapport aux dépenses officielles de quelques 137 millions. Une explication possible de l'écart important tient aux « autres recettes » élevées du tableau 2-5 (correspondant à des coûts équivalents), qui sont dues, malgré les précautions prises, à l'inclusion d'activités annexes.

¹⁷ Prestations pour des tiers, fermage et loyer, et prestations internes, etc. En analogie, dans le compte de la navigation, les prestations internes rendues par l'entreprise sont retenues quand elles sont importantes pour la réalisation des prestations propres de navigation, mais elles sont en revanche exclues si elles sont fournies par des tiers.

gées dans des activités de transports routiers ou des activités de construction. Un certain nombre de transports se fait pour les besoins propres ne générant pas de recettes de transport de la part de tiers, d'autre part l'activité de transport est intégrée dans les comptes de l'entreprise, ce qui devait compliquer singulièrement, dans certains cas, l'extraction de l'information financière relative à la seule activité de navigation. Deuxièmement, les entreprises considèrent les données financières comme confidentielles, et un certain nombre d'entre elles n'ont alors pas voulu répondre au questionnaire, aussi par «manque de temps». Le tableau 2-5 résume la situation des réponses reçues.

Tableau 2-5: information sur l'enquête auprès des entreprises de dragues et chalands

	Nombre de questionnaires	Réponses reçues	En pour cent
Entreprises dragues et chalands	27	14	51%
- dont questionnaires valables	21*	7	33%

*Nombre d'entreprises réellement actives dans des activités de transport en 2010. En termes de bateau-kilomètres, le taux de réponse des entreprises s'élève à 48 %.

Les informations obtenues sur les flux financiers ont été extrapolées à l'ensemble des activités de transport par dragues et chalands. Le nombre total des tonnes-kilomètres effectué en 2010, selon l'Association, est utilisé pour effectuer l'extrapolation et tenir compte des transports des entreprises n'ayant pu ou voulu répondre aux questionnaires.

Le tableau 2-6 indique les coûts et recettes totaux extrapolés de l'année 2010 pour le transport lacustre et fluvial en Suisse.

Tableau 2-6: coûts du transport de fret sur les lacs et rivières suisse (sans Rhin)

	Coûts en 1'000 francs	Coûts unitaires (francs par tonne kilomètre)	En pour cent
Coûts d'exploitation	11'742	0,31	77,9%
Coûts d'entretien	1'974	0,05	13,1%
Coûts du capital	1'350	0,04	9,0%
Moyen de transport	14'044	0,38	93,2%
Infrastructure	860	0,02	5,7%
Sécurité	163	0,00	1,1%
Coûts fixes	2'341	0,06	15,5%
Coûts variables	12'725	0,34	84,5%
Coût total	15'067	0,40	100,0%

Selon l'estimation effectuée à partir de l'échantillon des entreprises de transport de fret (sans Rhin), le coût total des prestations de ce secteur de la navigation s'élève à 15,1 millions de francs. La répartition des coûts montre, comme dans le cas des entreprises de transport de personne, une part élevée des coûts des moyens de transport par rapport aux ceux des infrastructures et de sécurité. Cela se reflète dans la part relativement élevée de coûts variables. La tonne de fret transportée sur un kilomètre coûte 40 centimes en moyenne. Le niveau

des coûts unitaires de la navigation de transport de frets et de marchandises se trouve entre celui d'une tonne transportée sur un kilomètre par la route (poids lourds) et sur un kilomètre de rail, coûtant respectivement 57 centimes et 24 centimes¹⁸.

Concernant les recettes, selon les informations reçues, aucune aide publique n'existe pour la navigation de fret sur les lacs et rivières. Pratiquement la seule source de recettes provient du chiffre d'affaires réalisé ou des recettes imputées dans certains cas. Selon l'extrapolation, l'activité présenterait avec une perte inférieure à un pourcent des comptes quasiment équilibrés.

Tableau 2-7: recettes du transport de fret sur les lacs et rivières suisse (sans Rhin)

	Recettes en 1'000 francs	Recettes unitaires (franc par tonne-kilomètre)	En pour cent
Recettes de transports	14'733	0,39	98,7%
Indemnités Confédération, Canton	0	0	0,0%
Subvention des collectivités publiques	0	0	0,0%
Autres recettes	193	0,01	1,3%
Total recettes	14'926	0,40	100,0%

2.3 Le transport de marchandises sur le Rhin

La navigation sur le Rhin concerne en majeure partie le transport de marchandises¹⁹. Les activités de navigation sur le Rhin se déroulant entre les ports bâlois et les ports des autres pays riverains (Allemagne, France, Belgique et Pays-Bas) sont estimées selon le principe du demi-trajet. Concernant le transport de marchandises, 5'465 mouvements de bateaux ont été comptés, en amont et en aval des ports bâlois. Cela représente un total de 6'518'276 tonnes (importations de 5'541'484t arrivées en Suisse et exportations de 976'792t au départ de Suisse en 2010). Selon une étude de LITRA (2008)²⁰, la distance moyenne sur laquelle les marchandises ont été transportées (arrivée ou départ de Suisse) est de 600 kilomètres.

Il existe également un transport international de personnes le long de Rhin de type croisière fluviale en cabine. Selon les statistiques des ports bâlois, 96'262 personnes sont entrées et sorties du territoire Suisse en 2010. Le transport de personnes sur le Rhin entre Bâle et Rheinfelden (exploitation en territoire suisse) est assuré par la compagnie concessionnaire « Basler Personenschiffahrt » et est englobé dans la catégorie des transports de personnes concessionnaires.

Pour le principe de territorialité, les trajets à l'intérieur des frontières sont négligeables, tant pour les personnes que pour les marchandises, et c'est pourquoi il n'est retenu dans cette optique que les coûts liés à l'infrastructure des ports bâlois et les frais qui découlent des effets externes dans ces mêmes ports. Les recettes et les coûts internes selon le principe de territorialité sont intégrés directement dans les résultats globaux présentés dans la quatrième section.

Compte tenu du nombre de tonnes transbordées dans les ports rhénans suisses, et des informations complémentaires obtenues auprès de la Commission centrale pour la navigation

18 Les chiffres du rail et de la route correspondent aux estimations pour l'année 2005, voir compte des transports (OFS, 2009), chiffres pour 2005.

19 Il s'agit principalement de marchandises en vrac telles que le pétrole, des produits à base d'huile minérale, de combustibles minéraux et engrais.

20 La navigation sur le Rhin et les ports rhénans, Berne (2008).

du Rhin CCNR²¹, les prestations de transport calculées selon le principe du mi-chemin à partir des ports bâlois s'élèvent à 1,95 milliards de tonnes-kilomètres. Ces prestations sont dérivées du nombre de tonnes transportées selon les ports bâlois et une estimation du trajet moyen des bateaux (600 km). A l'instar du transport de fret sur les lacs, il n'existe pas de données officielles sur les coûts et recettes des entreprises de transport sur le Rhin. Le nombre de kilomètres parcourus est estimé à partir du trajet moyen de 600km et du nombre de bateaux qui sont arrivés et qui est partis de Bâle. Le tableau 2-8 résume les données disponibles et calculées des prestations des transporteurs sur le Rhin au départ et à l'arrivée de Bâle.

Tableau 2-8: prestations des transporteurs de marchandises sur le Rhin (2010)

	Total	Mi-chemin (50%)
Tonnes transportées	6'518'276	6'518'276
Bateau-kilomètres	3'279'000	1'639'500
Tonne-kilomètres	3'910'965'600	1'955'482'800

Sources: voir texte, calcul propre

Afin d'obtenir des informations détaillées sur l'infrastructure, mais également sur les entreprises opérant à partir des ports suisses, la direction des ports bâlois a été consultée. Il a été évoqué lors des contacts que des informations détaillées selon la comptabilité analytique concernant les charges et recettes pourraient être transmises²², mais cela n'a pas été possible pour des raisons de confidentialités.

Les ports bâlois tiennent une liste des entreprises de transport de fret et de personnes qui travaillent avec eux, parmi lesquelles on trouve les quatre plus grandes entreprises qui effectuent une large part du transport sur le Rhin. Une réponse de ces dernières permettrait une bonne base afin d'extrapoler les coûts et recettes de cette catégorie de navigation à l'aide du total des prestations kilométriques. Un questionnaire a été envoyé à toutes les entreprises de la liste. Malheureusement une seule réponse a été délivrée à ce jour, malgré le soutien de l'OFT. Les transports organisés par l'entreprise répondante ne représentent que 2% environ des tonnes-km et des kilomètres parcourus par l'ensemble du secteur mais près de 4% pour le nombre des tonnes transportées.

Néanmoins, afin de connaître au moins l'ordre de grandeur des coûts de la navigation du Rhin, les données de coûts de l'entreprise répondante ont été extrapolées selon les trois indicateurs de prestations disponibles. Les coûts totaux selon les trois indicateurs de prestations sont, dans l'ordre mentionné ci-dessus, 120, 108 et 61 millions respectivement. Les coûts sont fortement influencés par le nombre de kilomètres parcourus et la taille des bateaux utilisés. Il n'est donc pas indiqué de retenir le montant des coûts (et des recettes) obtenu selon le nombre de tonnes. D'ailleurs, on observe que le montant obtenu de 61 millions est nettement inférieur aux chiffres correspondant aux tonnes. Les résultats présentés ici et intégrés dans les résultats globaux correspondent aux estimations selon le nombre de tonnes-kilomètres, déjà pour des raisons de comparaison avec le transport de fret sur les lacs et rivières) mais aussi parce que c'est l'indicateur le plus pertinent des prestations. Le coût d'une tonne-kilomètre est ainsi estimé à 6 centimes.

²¹ Statistiques de la navigation rhénane et intérieure, CCNR (2002).

²² Par exemple, il aurait été possible de connaître les efforts financiers consentis dans le domaine de la protection de l'environnement. A défaut, ces effets externes ont été estimés par d'autres voies (cf. section 3 consacrée aux effets externes).

Tableau 2-9: coûts du transport de marchandises sur le Rhin (mi-chemin)

	Coûts en 1'000 francs	Coûts unitaires (francs par tonne kilomètre)	En pour cent
Coûts d'exploitation	100'123	0,05	83,7%
Coûts d'entretien	7'022	0,00	5,9%
Coûts du capital	12'539	0,01	10,5%
Moyen de transport	111'095	0,06	92,8%
Infrastructure*	5'379	0,00	4,5%
Sécurité	3'210	0,00	2,7%
Coûts fixes	21'128	0,01	17,7%
Coûts variables	98'556	0,05	82,3%
Coût total	119'683	0,06	100,0%

Note: * montant des taxes portuaires perçues selon le compte d'infrastructure (Infrastrukturrechnung) des Ports bâlois

Les recettes de transport correspondantes sont estimées à 127,2 millions. L'unique entreprise répondante ne reporte, comme cela semble être logique pour l'ensemble de la navigation rhénane, aucune subvention et indemnité de la part des collectivités publiques. A titre indicatif donc, puisque l'entreprise répondante est bénéficiaire, le taux de couverture des charges s'établirait à 106%.

2.4 La navigation de sport et plaisance

La navigation de sport et plaisance englobe les transports effectués aussi bien par les propriétaires (exploitants) privés de bateaux que des activités nautiques de nature commerciale. Ces activités commerciales sont multiples; il peut s'agir de location de bateaux, de leçons de navigation, de pêche ou encore de tours/courses de bateau pour pratiquer le ski nautique ou le wakeboard. Dans le cadre de cette étude pilote du compte de la navigation, aucune différenciation n'est faite entre la navigation de plaisance commerciale et non commerciale.

L'effectif des bateaux immatriculés en Suisse dans chaque canton est connu grâce aux informations compilées par l'Association des Services de la Navigation (VSK, à Berne). Le nombre de chaque catégorie de bateaux (voiles, bateaux à moteurs, etc.) est également disponible (voir annexe 2). En terme d'effectifs, la catégorie sport et plaisance est indiscutablement la plus importante. En effet, environ 99% des embarcations immatriculées en Suisse sont utilisées à des fins de plaisance ou de sport. Toutefois, il n'existe aucune information officielle sur l'utilisation de ces bateaux, comme par exemple sur le nombre de kilomètres parcourus, le nombre de trajets effectués par an par bateau, ou le nombre de personnes transportées. Il n'existe pas non plus de données sur les coûts incombant à cette activité. Toutefois, une étude de l'OFEV (2008) propose des données sur le nombre d'heures d'exploitation, la puissance moyenne des embarcations (en Kw) ainsi que sur la consommation de carburant pour différentes catégories de bateaux (tableau 2-10).

Tableau 2-10: consommation de carburant en tonne par année (t/a)

Tab. 49 > Schiffe: Treibstoffverbrauch (in t/a)

Gattung	Kategorie	Motorentyp	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Schiffe	Segelboote mit Motor	Benzin (2T)	146	160	159	147	105	85	80	80	80
Schiffe	Segelboote mit Motor	Benzin (4T)	112	122	121	116	107	107	107	107	107
Schiffe	Segelboote mit Motor	Diesel	651	713	707	675	612	603	600	599	598
Schiffe	Berufsfischer & Arbeitsboote	Benzin (2T)	9	8	8	6	5	4	4	4	4
Schiffe	Berufsfischer & Arbeitsboote	Benzin (4T)	3'037	2'911	2'783	2'308	2'530	2'468	2'404	2'342	2'278
Schiffe	Berufsfischer & Arbeitsboote	Diesel	1'250	1'198	1'145	949	1'032	1'000	976	953	926
Schiffe	Miet- & private Motorboote	Benzin (2T)	398	436	433	402	288	234	220	220	220
Schiffe	Miet- & private Motorboote	Benzin (4T)	11'962	13'112	12'997	12'415	11'447	11'440	11'454	11'437	11'472
Schiffe	Miet- & private Motorboote	Diesel	1'337	1'466	1'453	1'387	1'264	1'249	1'247	1'250	1'248
Schiffe	Fahrgastschiffe	Dampf (Heizöl)	1'942	2'196	2'592	3'259	3'454	3'754	3'754	3'754	3'754
Schiffe	Fahrgastschiffe	Diesel	8'018	7'365	7'526	8'269	9'013	9'171	9'910	9'928	9'892
Schiffe	Lastschiffe	Diesel	2'781	3'355	4'353	3'310	3'567	3'567	3'594	3'601	3'588
Schiffe	Fährschiffe	Diesel	1'297	1'297	1'297	1'621	2'439	2'826	2'848	2'853	2'843

Source: BAFU (2008), Treibstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des Offroad-Sektors

Afin de compiler ces données, les auteurs de l'étude de l'OFEV (2008) ont utilisé plusieurs méthodes d'estimation (panel d'experts, informations transmises par les exploitants des bateaux de passagers). Les données du tableau 2-10 peuvent être utilisées dans le cas de la navigation de sport et plaisance pour estimer les prestations de transport ainsi que la consommation de carburant.

Pour obtenir des données quantitatives, nécessaire à l'estimation des coûts (frais d'entretien, matériel, frais matériel des accidents), divers experts ont été consultés. Après plusieurs tentatives auprès de différents acteurs de la navigation, il s'est avéré que les meilleures sources d'informations sur les coûts d'exploitation et d'entretien sont les responsables de chantiers navals. Les données suivantes ont été recueillies :

- prestations de transport: nombre d'heures d'exploitation, kilomètres moyens parcourus, consommation de carburant, etc.
- divers frais d'entretien (contrôle technique, grue, location hivernage, service moteur, etc.)

Concernant les prestations de transport, les données transmises par les experts correspondaient en moyenne aux indications figurant dans étude de l'OFEV (2008). C'est pourquoi, il a été décidé d'utiliser les chiffres de l'étude concernant la consommation de carburant, ainsi que les heures d'exploitation pour estimer le nombre de kilomètres parcourus. Les différentes estimations ont été calculées pour un bateau type navigant sur les cours d'eaux suisses. Afin de présenter les données en personne-km, il fallait d'abord estimer le nombre moyen de personnes présentes sur les différents types de bateaux.

Le tableau 2-11 indique les hypothèses retenues.

Tableau 2-11: hypothèses par type de bateaux

Bateaux*	Heures d'exploitation/an	Consommation Carburant (litre/an)	Kilomètres parcourus (bateau-km)	Nombre moyen de personnes
Voiliers	30	36,75	240	3
Bateaux à moteur	30	264,00	300	4

Source: BAFU (2008), Treibstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des Offroad-Sektors et avis d'experts. Note: * moyenne effectuée à l'aide de l'effectif (proportion de bateaux à moteur et de voiliers)

Les différentes hypothèses du tableau 2-11 permettent de calculer les prestations de transport totales pour l'ensemble des effectifs des bateaux immatriculés en Suisse pour l'année 2010, séparément selon le type de bateaux «voiliers» ou «bateaux à moteur» (tableau 2-12).

Tableau 2-12: prestations de transport total annuel par type de bateaux

	Heures d'exploitation	Consommation de carburant (litre/an)	Kilomètres parcourus (bateau-km)	Voyageur - kilomètres
Voiliers	642'510	787'075	5'140'80	15'420'240
Bateaux à moteur	1'852'620	16'303'056	18'526'200	74'104'800
Total (bateaux à moteur + voiliers)	2'495'130	17'092'131	23'666'280	89'525'040

Source: tableau 2-11 et calcul propre

Les frais d'infrastructure sont calculés grâce aux informations obtenues sur les coûts des exploitants d'installations portuaires (voir section 2.5). Le coût unitaire pour une place d'amarrage n'a pas été différencié selon le type de bateaux. En effet, le prix des places se calcule par rapport à la longueur du bateau et non par rapport à la puissance des moteurs²³.

Les résultats des coûts ventilés entre les différentes catégories de coûts sont présentés dans le tableau 2-13. Les coûts sensiblement plus élevés des bateaux à moteur sont dus notamment aux effectifs plus importants, ainsi qu'aux frais de carburant et d'entretien qui sont nettement plus élevés. En agrégeant les résultats obtenus pour les bateaux à moteur et les voiliers, le coût total pour la navigation de plaisance s'élève à 736,9 millions de francs. Et le tableau 2-14 indique les coûts (unitaires) pour les deux types de bateaux pris ensemble.

Ainsi, les coûts unitaires par voyageur ou personne-km sont respectivement de 8,33 francs pour les bateaux à moteur et de 7,77 francs pour les voiliers. Le coût unitaire moyen pour l'ensemble de la plaisance s'élève à 8,23 francs. Comparé aux coûts unitaires du transport routier privé ou du transport ferroviaire, de respectivement 54 centimes et 40 centimes, le coût unitaire du transport sur l'eau est significativement plus élevé. Cela correspond au fait que la possession et l'utilisation d'un bateau de plaisance sont coûteuses. En effet, les coûts unitaires relativement élevés de la navigation de plaisance tiennent au fait que les moyens de transport usuels (route, train, etc.) sont utilisés beaucoup plus intensément.

23 Selon les experts consultés, la taille moyenne d'un bateau à moteur et d'un voilier type n'est pas très différente (environ 7m).

Tableau 2-13: coûts internes de la navigation de sport et de plaisance, en francs

	Bateaux à moteur			Voiliers		
	Coûts totaux en 1'000 francs	Coûts unitaires (francs voyageurs kilomètre)	En pour cent	Coûts totaux en 1'000 francs	Coûts unitaires (francs voyageurs kilomètre)	En pour cent
Coûts d'exploitation	153'991	2,08	25,0%	36'221	2,35	30,2%
Coûts d'entretien	370'524	5,00	60,0%	64'251	4,17	53,7%
Coûts du capital	92'631	1,25	15,0%	19'275	1,25	16,1%
Moyen de transport	519'204	7,01	84,1%	88'564	5,74	74,0%
Infrastructure	75'710	1,02	12,3%	26'257	1,70	21,9%
Sécurité	22'231	0,30	3,6%	4'926	0,32	4,1%
Coûts fixes	210'306	2,84	34,1%	53'280	3,46	44,5%
Coûts variables	406'839	5,49	65,9%	66'468	4,31	55,5%
Coût total	617'146	8,33	100,0%	119'747	7,77	100,0%

Tableau 2-14: coûts internes de la navigation de sport et plaisance

	Coûts en 1'000 francs	Coûts unitaires (francs par voyageur-kilomètre)	En pour cent
Coûts d'exploitation	190'211	2,12	25,8%
Coûts d'entretien	434'775	4,86	59,0%
Coûts de capital	111'906	1,25	15,2%
Moyen de transport	607'768	6,79	82,5%
Infrastructure	101'968	1,14	13,8%
Sécurité	27'157	0,30	3,7%
Coûts fixes	263'586	2,94	35,8%
Coûts variables	473'307	5,29	64,2%
TOTAL	736'893	8,23	100,0%

2.5 Infrastructure

L'infrastructure du secteur de la navigation comprend pour l'essentiel les installations portuaires. A cela s'ajoute les canaux et les écluses. Contrairement au transport routier ou ferroviaire, où l'infrastructure se compose de routes et de chemin de fer, les voies navigables n'induisent pratiquement aucun flux monétaires²⁴.

L'estimation des flux monétaires (recettes payées par les exploitants de bateaux), ainsi que les coûts liés à ces installations portuaires est importante pour deux raisons principales. Premièrement, il y a lieu de connaître les coûts d'infrastructure pour les propriétaires et exploitants de bateaux. Deuxièmement, l'estimation de ces calculs renseigne sur les dépenses et recettes des collectivités publiques pour l'un des secteurs importants de la navigation.

La plus grande partie des installations portuaires concerne la navigation de sport et de plaisance. Il existe le long de points d'eaux suisses plus de 400 installations portuaires. Ces ports peuvent être privés appartenant à des clubs nautiques, des écoles de voiles ou bateaux à moteurs, des hôtels ou encore à des groupes d'habitations privés ou publics, en majorité exploités par les communes, et parfois par les cantons. Les comptes publics renseignent sur les recettes et charges des collectivités publiques pour les ports, de même il est possible de recourir aux comptes publiés des propriétaires et exploitants de ports privés.

Pour la navigation de transport de personnes, ainsi que la navigation de fret et sur les lacs et rivières suisses, le coût de l'infrastructure portuaire est estimé par la voie de l'enquête à partir des taxes portuaires payées par les entreprises de navigation. Le coût de l'infrastructure bâloise est indiqué par les recettes obtenues par les ports bâlois.

Estimation des recettes et dépenses liées aux installations portuaires de la plaisance

La première étape consiste à recenser tous les ports existants sur chaque point d'eau du territoire suisse avec le nombre respectif de places d'amarrage. Cette dernière information sert à calculer le coût et la recette unitaire, par place d'amarrage, de sorte à pouvoir extrapoler les flux financiers à tous les ports à partir des données récoltées. Le tableau 2-15 résume les caractéristiques des données récoltées.

Tableau 2-15: statistique descriptive des installations portuaires

	nombre
Installations portuaires recensées	422
Lacs et rivières concernées	25
Communes	225
Cantons	20
Places d'amarrage	49'492

Source : recensement propre

La deuxième étape consiste à récolter les informations sur les recettes et les dépenses des ports auprès des communes d'emplacement²⁵. La récolte des comptes de fonctionnement

²⁴ Selon les entretiens avec le chef de la division du domaine des lacs et rivière, crues et débits, économie hydraulique du Service des eaux du canton de Vaud, et le chef de la division de la régulation des eaux, du Service des eaux de Berne.

²⁵ Uniquement les charges relatives aux comptes de fonctionnement être pris en compte. Les dépenses d'investissements sont indirectement considérées grâce aux amortissements qui font partie des charges de fonctionnement.

des communes s'est articulée en deux temps. Tout d'abord, il a été possible d'obtenir une trentaine de comptes de fonctionnement des ports directement sur les sites officiels des communes. Compte tenu du nombre total de ports de 422, ces comptes récoltés ne constituaient pas une base suffisante pour l'extrapolation des coûts et recettes des installations portuaires. C'est pourquoi, dans un deuxième temps, chaque commune (ou canton), à l'exception de celles ou ceux dont on disposait déjà des comptes, a été contactée par courriel afin d'obtenir les comptes correspondants à leur(s) port(s). Sur les 139 communes contactées, 79 ont répondu. Le tableau 2-16 indique le degré de couverture de l'enquête.

Tableau 2-16: couverture de l'enquête relative aux comptes récoltés sur les ports

	Nombre	Réponses reçues	Pour cent
Communes/ cantons questionnés	139	79	57%
- correspond en nombre de ports	322	133	32%
- correspond en nombre de places d'amarrage	44'260	20'752	47%

Un certain nombre de communes ont indiqué si l'un ou l'autre de leurs ports est privé. Selon ces informations et d'autres démarches effectuées, il est possible de différencier la nature publique ou privée des installations portuaires. Le tableau 2-17 indique le nombre et la proportion de ports publics et privés existants.

Tableau 2-17: statistique des ports publics et privés existants

	Ports publics	Ports privés	Total
Nombre de places d'amarrage	25'018	24'474	49'492
En pour cent	50,5%	49,5%	100,0%

Ainsi, la base de données sur les ports a été complétée par des informations sur les recettes et les charges/dépenses totales pour un nombre significatif d'installations portuaires²⁶. Les renseignements récoltés pour près de la moitié des places d'amarrage et 40% des ports permettent une extrapolation raisonnable à l'ensemble des ports. Une distinction explicite entre ports privés et ports publics en mains des collectivités publiques pour les dépenses et recettes n'est pas possible faute de données sur la grande majorité des ports privés. C'est pourquoi, la structure des coûts et recettes des ports publics est utilisée pour l'extrapolation de ports privés.

Les coûts et les recettes moyens par place d'amarrage sont alors utilisés pour estimer les coûts et recettes totaux suivant le nombre de places d'amarrage de chaque port. Trois différentes méthodes d'extrapolation ont été appliquées:

- sur la base des cantons: les coûts et recettes (unitaires) pour une place d'amarrage sont estimés à partir des données existantes de chaque canton (20 cantons mais regroupés pour l'estimation en 16 entités) ;

26 Certains cantons, tel Neuchâtel par exemple, présentent des comptes portuaires équilibrés. L'éventuel excédent, qui constitue la règle, entre recettes et dépenses du compte de fonctionnement du port est mis sur un compte de réserve. Ce prélèvement est déduit des charges d'exploitations.

- sur la base des points d'eau, lacs ou rivières (25 points d'eau au total répartis en 21 groupes);
- à partir de l'ensemble des données récoltées sur les 133 ports peu importe la localisation de ces ports.

Le tableau 2-18 indique les différents résultats obtenus suivant la méthode est utilisée. On note que les résultats varient très peu. Globalement, les trois méthodes d'estimation donnent des résultats très similaires. Il est intéressant de noter que le solde entre les recettes et les coûts montre un excédent (de recettes)²⁷. Pour sa simplicité, le résultat de l'extrapolation à partir des comptes des 133 ports de l'échantillon, sans regroupements particuliers, est choisi pour l'estimation du coût de l'infrastructure de la navigation de plaisance (recettes payées par les propriétaires de bateaux). Pour les autres deux méthodes, notamment pour celle se référant aux points d'eaux (lacs et rivières), il était nécessaire de faire des hypothèses quant aux coûts et recettes dans les cas où aucun port du lac ou du canton considérés ne figure dans l'échantillon des ports pour lesquels les comptes étaient disponibles.

Tableau 2-18: coûts et recettes des installations portuaires de la navigation de plaisance

	Coûts totaux en 1'000 francs	Recettes totales en 1'000 francs	Coûts unitaires moyens en francs	Recettes unitaires moyennes en francs
Extrapolation par canton	46'852	62'365	947	1'260
Extrapolation par points d'eau	43'080	60'651	870	1'225
Extrapolation selon échantillon des ports	46'946	60'668	949	1'226
Moyenne	45'626	61'228	922	1'237

Source : calcul et enquête propre

Les résultats concernent uniquement les bateaux présents dans les installations portuaires (49'492 places d'amarrages). Le reste de l'effectif des bateaux immatriculés sur le territoire suisse sont installés dans différentes infrastructures possibles:

- Parking sur terre (ou les bateaux sont amenés occasionnellement sur l'eau)
- Parking privé (jardins, garages, etc.)
- Rivages
- Bouées
- Autres emplacements

Afin de tenir compte de ces emplacements de parcage en dehors des ports, par hypothèse, les coûts unitaires des installations portuaires sont appliqués à l'ensemble de l'effectif des bateaux, ce qui tend probablement à surestimer les coûts d'infrastructure de la plaisance. De cette façon, le coût total des infrastructures utilisées pour la navigation de plaisance s'élève à 102 millions de francs.

Ainsi, le coût total pour 2010 des installations portuaires de la navigation s'élèverait à quelques 110 millions de francs. Le tableau 2-19 indique les coûts portuaires selon les modes de navigation.

²⁷ Deux ports seulement de l'échantillon des 133 ports présentent un solde légèrement négatif (dans les cantons de Fribourg et de Neuchâtel).

Tableau 2-19: ventilation des coûts d'infrastructure selon modes de navigation

	Coût total infrastructure (en 1'000 francs)	En pour cent
Plaisance	101'968	92,5%
Entreprises concessionnaires	2'016	1,8%
Fret sur les lacs et rivières	860	0,8%
Fret sur le Rhin*	5'379	4,9%
Total infrastructure portuaire	110'222	100,0%

Note : * Le coût des ports bâlois pour les sociétés de navigation correspond aux taxes portuaires payées de 5,379 millions. Les comptes des ports bâlois indiquent sous la rubrique « Infrastrukturrechnung » un montant de 1,8 millions, ne comprenant toutefois pas le personnel et d'autres charges liées au développement et à l'entretien de l'infrastructure portuaire.

Entretien des lacs, canaux et écluses

A côté des installations portuaires, il existe des infrastructures qui facilitent ou rendent possible la navigation entre lacs ou sur des cours d'eau. Les canaux et écluses font partie des infrastructures de la navigation et engendrent des flux financiers.

On recense sur le territoire suisse en tout trois écluses qui sont actives²⁸. La préservation des canaux engendre des frais (faucardage, entretien des rives et des berges, etc.). Ces différents travaux incombent aux services cantonaux des eaux. Dans le cadre du compte de la navigation, seuls les travaux effectués qui sont causés par l'activité nautique (transport de personnes, de marchandises et navigation de plaisance) doivent être pris en compte.

Selon les experts consultés²⁹, la part des frais d'entretien des canaux qui découlent directement des activités liées à la navigation est infime. Le Service des eaux du canton de Berne, responsable des cours d'eaux s'étendant dans cinq cantons différents (le canal de la Broye, le canal de la Thielle, le canal de Nidau-Büren et l'Aar jusqu'à Soleure) estime les frais d'entretien moyens pour tous les canaux susmentionnés entre 100'000 à 200'000 francs tous les cinq ans. Cela représente donc une moyenne de 30'000 francs par année pour cinq canaux. Les montants en jeu pour les frais d'entretien des canaux sont donc très faibles et leur insertion dans le compte de la navigation est à discuter.

Le même constat a été effectué pour les écluses. En effet, selon le Service des eaux du canton de Berne, les frais d'entretien et d'exploitation par année de l'écluse de Port (BE) se montent à 500'000 francs. En prenant en compte les deux autres écluses présentes sur le Rhin, le montant total par année s'élèverait à environ 1,5 millions de francs.

28 Ecluses d'Augst et Birsfelden sur le Rhin entre Bâle et Rheinfelden et l'écluse de Port dans le canton de Berne.

29 Chef de la division du domaine des lacs et rivière, crues et débits, économie hydraulique du Service des eaux du canton de Vaud, et chef de la division de la régulation des eaux, du Service des eaux du canton de Berne. Le second indique que (citation): „Der durch die 5 Kantone der Juragewässerkorrektion durchgeführte Unterhalt von Broyekanal, Zihlkanal, Nidau-Büren-Kanal und Aare bis Solothurn konzentriert sich auf Arbeiten, die nicht speziell für die Schifffahrt ausgeführt werden (Reparatur von defekten Ufern, Pflegen der Ufervegetation). Arbeiten, die einen direkten Zusammenhang mit der Schifffahrt haben kommen schätzungsweise alle 5 Jahre vor und kosten jeweils einige Zehntausend Franken (bis maximal Fr. 200'000.-- in Ausnahmefällen nach grossen Hochwassern)“

3 Coûts externes

3.1 Aspects méthodologiques et résultats principaux

L'étude de faisabilité³⁰ a permis l'établissement d'une sélection des effets externes (sécurité et impacts sur l'environnement) de la navigation. Cette dernière, ainsi que les choix effectués pour la route, le rail, l'aviation en Suisse, ainsi que pour la navigation au niveau européen sont rappelés dans le tableau 3-1.

Tableau 3-1: coûts externes retenus pour la navigation et comparaisons

Coûts externes	Suisse- Navigation	Suisse- Route et rail	Suisse- Aviation	Europe- Navigation
Sécurité	✓	✓	✓	x
Bruit	x	✓	✓	x
Air (avec forêts & agriculture)	✓	✓	✓	✓
Pollution des sols	x	✓	✓	x
Nature et Paysage	✓	✓	✓	✓
Climat	✓	✓	✓	✓
Pollution de l'eau	✓	x	x	x
Espèces non-indigènes	x	x	x	x
Coûts supplémentaires urbains	x	✓	x	x
Processus en amont et aval	✓	✓	✓	✓

L'étude de faisabilité a également identifié, pour chaque effet externe, un protocole d'évaluation devant permettre l'estimation de leur valeur monétaire. Ces protocoles d'évaluation, la disponibilité des données et leur degré de précision, ainsi que la fiabilité espérée des estimations sont rappelés dans le tableau 3-2. Notons que ces protocoles ont été conçus en fonction des données disponibles et dans le but de faciliter la comparaison avec les autres modes de transport (route, rail et aviation).

Globalement, les coûts externes de la navigation atteignent, en 2010, presque 74 millions de francs. L'évaluation est centrée sur les coûts externes identifiés dans l'étude de faisabilité, à savoir:

- les conséquences sécuritaires (accidents) de la navigation
- les impacts des émissions de polluants de l'air émis par les bateaux (air),
- les impacts de la navigation (infrastructures) sur l'environnement (nature & paysage),
- les conséquences des émissions de CO₂ par les bateaux (climat),
- les impacts de la navigation sur la qualité de l'eau (eau),
- les dommages causés au niveau du cycle de vie des moyens, des infrastructures, ainsi que des carburants liés à la navigation (processus en amont et en aval).

30 IRENE/ECOSYS (2013), L'intégration de la navigation dans le compte des transports – rapport de faisabilité, Neuchâtel.

Tableau 3-2: synthèse du protocole d'évaluation des effets externes

EFFETS EXTERNES	Cadres	Données	Qualité et faisabilité
Sécurité	<u>Cadre quantitatif</u> : nombre d'accidents et de victimes <u>Cadre monétaire</u> : les coûts externes par victime/accident (coûts unitaires spécifiques) déterminés pour route et rail	Disponibles pour transport de personne et la plaisance Non disponible pour la navigation de marchandises (en attente des réponses d'enquête et d'information de la part du port Bâlois)	Précision : moyenne Faisabilité : moyenne
Air	<u>Cadre quantitatif</u> : émissions du secteur non routier <u>Cadre monétaire</u> : les coûts externes par unité de pollution (coûts unitaires spécifiques) déterminés pour la route en zone non construite	Disponibles	Précision : bonne Faisabilité : excellente
Nature et paysage	<u>Cadre quantitatif</u> : surface/longueur/nombre des infrastructures <u>Cadre monétaire</u> : coûts de remplacement des écosystèmes	Non disponible Surface (en km ²) des infrastructures de navigation peut être déterminée par extrapolation à partir de l'examen d'un échantillon de territoire représentatif et des effectifs de bateaux. Les coûts sont disponibles dans la littérature	Précision : moyenne Faisabilité : moyenne
Climat	<u>Cadre quantitatif</u> : émissions GES du secteur non routier <u>Cadre monétaire</u> : prix de la tonne de CO ₂ reprise de l'estimation des coûts externes des autres modes de transports	Disponibles	Précision : bonne Faisabilité : excellente
Pollution de l'eau - peinture antisalissure	<u>Cadre quantitatif</u> : quantité de peinture, relation dose-réponse sur la faune et la flore <u>Cadre monétaire</u> : coûts de remplacement des écosystèmes	Non disponible, estimation possible sur la base des effectifs et de la quantité de peinture antisalissure utilisée lors des entretiens	Précision : moyenne Faisabilité : moyenne
Processus en amont et en aval	<u>Cadre quantitatif</u> : Quantité de GES émise (en équivalent tonnes de CO ₂) lors de la production, de l'entretien et d'élimination des bateaux et des infrastructures, ainsi que lors de la production, du transport et de la mise à disposition des carburants <u>Cadre monétaire</u> : prix de la tonne de CO ₂ reprise de l'estimation des coûts externes des autres modes de transports	Quantité de CO ₂ non disponible → estimation sur la base de transferts depuis les autres modes de transports	Précision : moyenne Faisabilité : moyenne

En revanche, les émissions sonores, ainsi que la pollution des sols par les métaux lourds liés à la navigation paraissent négligeables et ne donnent donc pas lieu à une estimation. Notons également que la pollution de l'eau demeure inférieure aux normes en vigueur, comme le démontre l'estimation de la concentration de cuivre dans les eaux suisses (seul risque identifié dans l'étude de faisabilité n'étant pas internalisé) et a par conséquent également été considéré comme négligeable.

Le tableau 3-3 (ainsi que la figure 3-1) indique les coûts externes par effet pour chaque catégorie de navigation (plaisance, transport de personnes et transport de marchandises avec le transport sur le Rhin évalué sur la base du principe du mi-trajet) pour l'année 2010. Pour

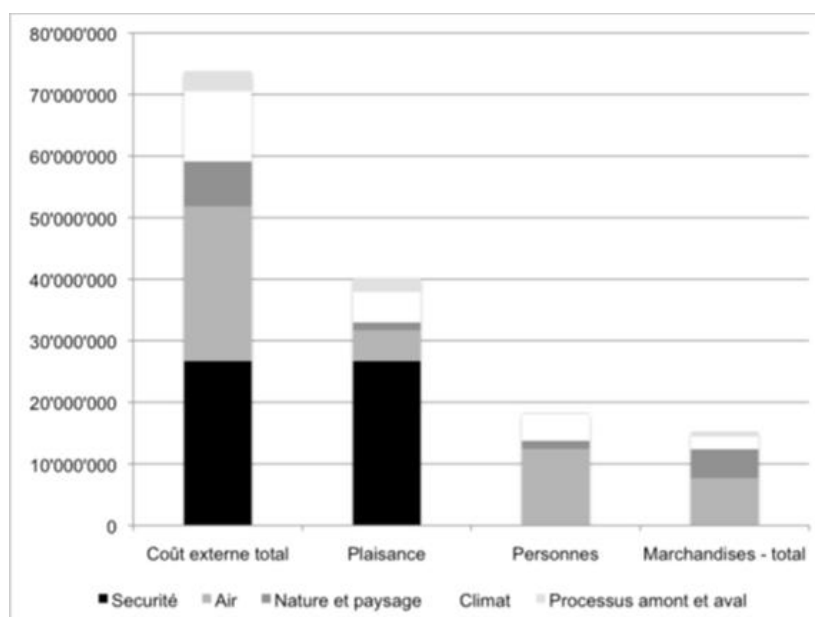
garantir l'adéquation avec les coûts et recettes internes, les coûts externes résultant du transport de personnes sur le Rhin (pour environ 5 millions) n'ont pas été pris en considération. Le nombre de personnes transportées, informations nécessaires pour les calculs liés à la partie interne du compte, n'est en effet pas connu. Comme certaines compagnies sont de plus déjà dans le décompte des compagnies actives sur les lacs et rivières, des doubles comptes sont possibles. Pour les croisières sur le Rhin, les kilomètres parcourus (nécessaire au calibrage des émissions) ne sont également pas connus. L'annexe 6 indique cependant les montants de coûts externes pour le transport concessionnaire sur le Rhin estimés malgré ces limites.

Tableau 3-3: coûts externes de la navigation, en millions de francs, 2010

	Coût externe total	Plaisance	Personnes	Marchandises
Sécurité	26,7	26,7	0	-
Air	25,1	5	12,4	7,7
Nature et paysage	7,3	1,3	1,3	4,7
Climat	11,4	5	4,3	2,1
Processus amont et aval	3,3	2,2	0,2	0,8
Eau	négligeable			
Bruit	négligeable			
Sols	négligeable			
Total	73,9	40,2	18,3	15,3

Les coûts externes de navigation de transport de marchandise sur le Rhin représentent 6,2 millions par an lorsqu'ils sont évalués sur la base du principe de mi-chemin. Evalués en référence au principe de territorialité, ces mêmes coûts externes sont de l'ordre de 2 millions de francs. Lors de l'évaluation selon le principe de territorialité, seuls les coûts résultant de l'infrastructure baloise (nature et paysage) et des moyens de transports (processus en amont et en aval) ont été pris en considération (les distances parcourues sur le territoire suisse étant négligeables).

Figure 3-1: coûts externes de la navigation, en francs, 2010



Le domaine de la plaisance représente environ 54% des coûts externes totaux, alors que le transport de personnes représente quasiment 25% et celui de marchandises les 21% restants. Globalement, ce sont les coûts externes causés par les accidents qui dominent, malgré le peu d'accidents incluant des blessés ou des fatalités enregistrés dans le transport de personnes et le manque d'information au sujet du transport de marchandises. Les coûts de pollution de l'air représentent la deuxième principale source d'externalités.

Le tableau 3-4 indique les coûts externes pour chaque domaine de la navigation (plaisance, transport de personnes et transport de marchandises) en fonction des prestations de transport (personne-kilomètre ou tonne-kilomètre transportées). Ces valeurs sont relativement élevées en comparaison aux autres modes de transport. Une comparaison détaillée des coûts externes entre modes de transport et les possibles raisons des écarts observés se trouvent à la fin de ce chapitre.

Tableau 3-4: coûts externes de la navigation en fonction des prestations, 2010

En francs	Plaisance	Personnes	Marchandises
coût externe par passager-km	0,45	0,08	
coût externe par tonne-km			0,008

A la fin de chaque section traitant d'un effet externe, une brève analyse de sensibilité est proposée. A ce titre, le tableau 3-5 indique les valeurs maximales et minimales des coûts externes en fonction de la sensibilité des estimations.

Tableau 3-5: coûts externes minimums et maximums

En millions de francs	Sécurité	Air	Nature & paysage	Climat	Processus A&A	Totaux
Minimum	20,8	19,3	4,6	9,3	2,9	56,9
Maximum	33,4	31,4	10,4	13,8	3,7	92,7

Les analyses de sensibilité sont réalisées principalement sur la base des critères suivants: la fiabilité des sources de données (en général entre 0 et 5% d'incertitudes pour un cadre ayant une source officielle, entre 5 et 10% pour un cadre construit), des hypothèses liées nécessaires à chaque évaluation (également des incertitudes de l'ordre de 0 à 10%, voire 15% dans les cas extrêmes, sont retenus). Le tableau 3-6 résume ce processus. Il est explicité pour chaque évaluation.

Tableau 3-6: Analyse de sensibilité critère

Sensibilité des données		Source	
		officielle	cadre construit
Degré d'hypothèse	<i>faible</i>	0 - 5%	5 - 10%
	<i>moyen</i>	5 - 10%	10 - 15%
	<i>fort</i>	10 - 15%	15 - 20%

Les sections suivantes détaillent les évaluations réalisées (cadres quantitatif et monétaire) pour, respectivement, la sécurité, la pollution de l'air, les impacts sur la nature et le paysage, le climat, la pollution de l'eau, ainsi que les processus en amont et en aval. La dernière section propose une comparaison avec les autres modes de transports.

3.2 Sécurité

Le domaine de la sécurité concerne les coûts externes des accidents causant des blessures et des morts, ainsi que les dégâts matériels supportés par la collectivité. Seuls les coûts non pris en charge par les responsables et victimes des accidents (notamment par le biais de leurs assurances) sont considérés. Il s'agit de fait des coûts supportés par les assurances sociales, c'est-à-dire par la collectivité.

3.2.1 Cadre quantitatif : mesure des émissions de la navigation

L'établissement du **cadre quantitatif** de la sécurité nécessite une information détaillée sur les accidents survenus dans l'activité correspondante. Dans un premier temps, le nombre d'accidents survenus et de victimes doit être répertorié, puis, le détail sur la gravité des blessures ainsi que sur le nombre d'invalidités et de morts est nécessaire.

L'étude de faisabilité conclut que les données actuellement disponibles sur les accidents de la navigation demeurent lacunaires. Néanmoins, les sources suivantes permettent une première estimation:

- Au niveau de la navigation de transport de personnes, c'est la statistique publiée par l'OFS qui renseigne sur les accidents survenus. Celle-ci se fonde sur les données collectées par l'OFT.
- Au niveau de la navigation de plaisance, la statistique du Bureau suisse de prévention contre les accidents (BPA) comptabilise dans la navigation à voile, à rames et à moteurs, 1'490 victimes d'accidents en 2010. Au niveau des fatalités, 4 morts en moyenne par année sont à déplorer au sein du pays sur la période 2006-2010 (2 à l'étranger), selon les mêmes statistiques³¹.

Pour la navigation de plaisance, le degré de gravité des accidents a été extrapolé sur la base des proportions enregistrées lors d'accidents routiers, plus particulièrement ceux impliquant des tracteurs. En effet, la vitesse des tracteurs est plus comparable à celle des bateaux et semblent mieux refléter les types de blessures de la navigation (engins lourds pouvant malgré tout avoir un impact fatal si manœuvrés sans précautions suffisantes; cf. noyades dans le cas des bateaux).

Pour la navigation de transport de personnes, la répartition des accidents selon leur degré de gravité est basée sur les proportions enregistrées dans le rail. En effet, les accidents de train peuvent donner lieu à des blessures de même type qu'un accident de bateau de transport de personne (choc contre obstacles), au vu notamment des dimensions similaires.

Pour la navigation de transport de marchandises, aucune information sur les accidents n'a pu être identifiée. L'enquête menée sur les entreprises de transport de marchandise comportait ainsi un volet sur les accidents, mais les rares retours n'ont pas permis de pallier à cette lacune. Aucune estimation n'est possible pour la Suisse en conséquence. Il ne semble que cette lacune n'engendre pas une forte sous-estimation des coûts externes totaux de la navigation. En effet, dans le rapport de CE Delft (2011) sur les coûts externes des transports au

³¹ Bfu, "Status 2012". Les régates ne sont pas considérées dans cette statistique.

niveau européen, les coûts externes de sécurité des activités de transport de la navigation sont considérés comme négligeables.

Le tableau 3-7 présente le nombre de victimes et le nombre d'accidents selon les domaines de la navigation, ainsi que le degré de gravité des blessures occasionnées, au regard des informations actuellement disponibles.

Tableau 3-7: victimes d'accidents dans le domaine de la navigation

	Victimes totales	Blessés (léger)	Blessés (grave)	Invalidités	Morts	Accidents
Navigation de plaisance (2010)	1'490	1'291	96	24	4	596
Transport de personnes (2010)	0	0	0	0	0	1
Transport de marchan- dises	non disponible en août 2013 pour la Suisse, considéré comme négligeable au niveau européen (CE Delft, 2011)					

3.2.2 Cadre monétaire: coûts des accidents

Le cadre monétaire se réfère aux coûts externes spécifiques par degré de gravité établis pour les comptes routier et ferroviaire.³²

Ces coûts spécifiques sont calculés sur la base de plusieurs éléments qui permettent de déterminer la valeur du coût social (interne et externe) et du coût externe supporté par la collectivité dans son ensemble. Les coûts externes de la navigation sont déterminés sur la base des coûts spécifiques de la route et du rail. Les coûts externes de la route sont repris pour la navigation de plaisance et les coûts externes du rail pour la navigation de marchandise. Cette manière de procéder implique que la part des coûts externes dans les coûts sociaux est également reprise de la route pour la navigation de plaisance et du rail pour la navigation de personnes (cf. pp. 81 et 91 de l'ARE, 2008). Le manque de statistique sur les accidents de la navigation ne permet pas d'affiner la procédure précédente. Les statistiques sur les accidents de la navigation ne permettent en effet pas de les répartir selon les régimes de responsabilité et donc de les différencier selon leur prise en charge (part couverte par les auteurs des accidents et leurs assurances ou, au contraire, part couverte par la collectivité et les assurances sociales).

Les coûts considérés sont les coûts matériels, les coûts du traitement (soins), les coûts de remplacement (au travail), ceux liés à la perte de production, les coûts administratifs des assurances, les coûts judiciaire et policier et finalement des coûts immatériels (tort moral). En accord avec l'ARE, les coûts matériels sont considérés comme internalisés dans leur entièreté dans le cas de la navigation, puisqu'ils sont payés par l'utilisateur (aucun remboursement par les assurances sociales).

Les coûts spécifiques (cadre de valeurs) pour les dommages matériels, ainsi que les coûts de justice et police s'appliquent par accident (à l'inverse des autres coûts spécifiques, qui distinguent les degrés de gravité). Les coûts externes des dégâts matériels sont toutefois nuls car ces coûts sont considérés comme entièrement internalisés. Les coûts de remplacement (sur le marché du travail) des blessés légers et graves sont aussi couverts et donc internalisés.

Les coûts externes spécifiques par victime (selon le degré de gravité) ou accident sont indiqués dans les tableaux 3-8 et 3-9.

³² Les coûts spécifiques sont repris d'ARE (2008).

Tableau 3-8: coûts unitaires spécifiques externes de sécurité - route (utilisés pour la navigation de plaisance)

En 1'000 francs	Par blessé (léger)	Par blessé (grave)	Par cas d'invalidité	Par mort	Par accident
Dégâts matériel	0	0	0	0	
Coûts du traitement	1,2	38,6	83,2	20	
Pertes de production	0,9	13,9	270,4	474	
Coûts de remplacement	0	0	22,3	23	
Coûts administratifs des assurances	0,03	0,6	5,7	2,3	
Coûts judiciaires et policiers					3,35
Coûts immatériels	1,3	19,3	35,5	111	
Total	3,5	72,4	417	630	

Tableau 3-9: coûts unitaires spécifiques externes de sécurité – rail (utilisés pour la navigation de transport de personnes)

En 1'000 francs	Blessés (léger)	Blessés (grave)	Invalidités	Morts	Par accident
Dégâts matériel	0	0	0	0	
Coûts du traitement	0,3	9,9	21,4	5	
Pertes de production	0,9	13,9	270,4	474	
Coûts de remplacement	0	0	22,3	23	
Coûts administratifs des assurances	0	0,6	6,4	2,5	
Coûts judiciaires et policiers					3,5
Coûts immatériels	0,2	2,4	4,4	14	
Total	0	26,8	325	518	

Les deux tableaux reprennent, pour la navigation de plaisance, les coûts spécifiques du compte routier (spécifiques au tracteur au vu de notre hypothèse sur les conséquences et implications des accidents). Pour la navigation de transport de personnes (et de marchandises, lorsque les données seront disponibles), ce sont les coûts externes spécifiques du rail qui sont repris, puisque les accidents de bateaux de transport de personnes semblent correspondre davantage aux caractéristiques des accidents ferroviaires (coûts, victimes, etc.). Les données pour les coûts externes spécifiques ont été actualisées pour l'année 2010 con-

formément aux procédures explicitées dans le rapport des coûts externes des transports (ARE, 2008).

3.2.3 Résultats : coûts externes liés à la sécurité

Le montant total des coûts externes de sécurité atteint 26,7 millions de francs: ce montant concerne presque à 100% la navigation de plaisance. Les coûts externes de sécurité de la navigation de transport de marchandises n'ont pu être évalués sur la base des données disponibles à ce jour.

Le tableau 3-10 indique dans le détail (par catégorie de coûts et gravités) les coûts externes de sécurité de la navigation pour l'année 2010. La navigation de transport de personnes ne donne lieu qu'à d'infimes coûts administratifs (un accident sans blessé a eu lieu en 2010).

Tableau 3-10: coûts externes de sécurité – navigation de plaisance et de personnes

En millions de franc	Navigation (plaisance et personnes) - 2010				
	Blessés (léger)	Blessés (moyen)	Blessés (grave)	Invalidités	Morts
Dégâts matériel	0	0	0	0	0
Coûts du traitement	1,58	0,4	3,7	2	0,08
Pertes de production	1,2	0,2	1,3	6,5	1,9
Coûts de remplacement	0	0	0	0,5	0,09
Coûts administratifs des assurances	0,03	0	0,05	0,14	0
Coûts immatériels	1,67	0,2	1,86	0,85	0,4
Total par catégorie de blessés	4,47	0,8	6,95	10	2,5
Coûts judiciaires et policiers	2				
Total - Plaisance	26,7				

3.2.4 Analyse de sensibilité

Il est difficile à ce stade de mener une analyse de sensibilité pour le volet « sécurité », au vu de son caractère inabouti. En effet, les données obtenues à ce jour sont lacunaires au niveau de la navigation de transport de marchandises. Les autres statistiques concernant les accidents proviennent toutefois de sources officielles, ce qui les rend relativement stables. Les coûts externes unitaires utilisés ont initialement été calculés pour l'activité routière et ferroviaire. Malgré un choix méthodique d'application de ces deux éléments de coûts, une incertitude demeure quant à leur pertinence pour la navigation.

Les données sur les effectifs de la navigation de plaisance sont considérées comme pouvant varier de 15% (en raison principalement de l'extrapolation des degrés de gravité). Pour la

navigation de personnes, une marge d'erreur de 5% est considérée. Les coûts unitaires varient pour leur part de 10%, en raison du transfert de coût de la route et du rail à la navigation.

On obtient donc un écart à la moyenne de 15% pour la plaisance, contre 9% pour la navigation de personnes. L'analyse démontre des valeurs extrêmes allant de 20,8 millions de francs suisses (78% du résultat présenté) à 33,4 millions (125%).

3.3 Air

Pour rappel, la navigation, par la combustion de carburant des moteurs utilisés, participe à la pollution atmosphérique. Cette dernière a des impacts négatifs scientifiquement prouvés sur la santé de l'homme (CFHA, 2007; OMS, 2004) et des écosystèmes, les bâtiments, les forêts et l'agriculture, ainsi que sur le climat (OFEV/OFS, 2009).

Les principaux polluants atmosphériques de la navigation intérieure sont le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures (HC), les oxydes d'azote (NOx) et les particules fines (PM) (ECNI, 2009; Planco & BfG, 2007).³³ Ces émissions sont issues de la combustion de carburant par les moteurs des bateaux. Cela concerne les catégories de bateaux suivantes: chalands, ferrys, bateaux de passagers, canots à moteurs, voiliers avec moteurs, bateaux de pêche et de travail.

3.3.1 Cadre quantitatif : mesure des émissions de la navigation

Le volume des émissions de polluants de l'air de la navigation est connu en Suisse. Celui-ci a été calculé dans le cadre de l'examen du secteur non routier (Schäffeler et Keller, 2008). Les calculs d'émissions ont été déterminés pour l'année 2005 à partir des effectifs de bateaux, en fonction de leurs puissances nominales ainsi que de leurs coefficients d'émissions, du type de carburant utilisé et des heures de service estimées.³⁴ Des prévisions jusqu'en 2020 sont proposées. Un calculateur est également disponible sur internet.³⁵ Une mise à jour de ces estimations est prévue chaque 7 à 8 ans; la prochaine est ainsi agencée par l'OFEV en 2015 (disponibilité des chiffres: courant 2014).

Selon cette source, les émissions de polluants atmosphériques de la navigation représentent, selon le polluant examiné, entre 2.4% (PM) et 2.3% (NOx) des émissions cumulées des secteurs routiers et non routier. Au niveau du secteur non routier uniquement, la navigation est à l'origine de 6.2% (PM) et 9.8% (NOx) des émissions.³⁶ Le progrès technologique et le durcissement des normes d'émissions dans ce secteur, combinés avec une relativement faible croissance des effectifs aboutissent à un recul des émissions prévues pour les années à venir (-35% entre 2010 et 2020 pour les NOx et -65% pour les PM)!

Le tableau 3-11 présente de manière détaillée les émissions de la navigation selon les trois domaines (plaisance, transport de marchandises, transport de personnes) retenues pour l'année 2005.³⁷ On constate ainsi que la navigation de plaisance génère 57% des émissions

33 Les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), un gaz à effet de serre, sont discutées au point 3.5. Notons également que les navires de mers naviguant dans les eaux internationales et nationales émettent également du SO₂.

34 Les émissions (et non les immissions) de la navigation sont donc déterminées. Il s'agit d'une approche "bottom-up" et non "top-down" (voir CE Delf et al, 2011).

35 Elles sont disponibles sur les sites web de l'OFS à l'adresse suivante : <http://www.bafu.admin.ch/luft/00596/06906/offroad-daten/index.html?lang=fr>

36 La comparaison des émissions entre le secteur routier et non routier doit faire l'objet de précaution car les modèles d'estimation diffèrent ainsi que les bases de données (Schäffeler et Keller, 2008).

37 La répartition a été faite ainsi: le transport de personne inclut les bateaux de passagers et les ferries; le transport de marchandises comprend les chalands ainsi que les bateaux de pêche et de travail; la navigation de plaisance inclut les voiliers avec moteur et les canots à moteur de location et privés.

totales de l'activité (tous polluants confondus), mais uniquement 13% des émissions de PM. Le faible niveau de PM émis relativement au HC et CO par la navigation de plaisance est confirmé par ECNI (2009).³⁸ Le transport de personnes est dans une situation inverse (17% des émissions totales, 47% des émissions de PM). Le transport de marchandises génère finalement 26% des émissions totales et 40% des émissions de PM.

Tableau 3-11: émissions de polluants atmosphériques en 2005

En tonnes par an	NO _x	PM	CO ₂	Total 2
Voiliers avec moteur	23	2	2503	2'682
Bateaux de pêche et de travail	85	4	10'918	11'648
Canot moteur de location et privés	303	5	40'598	43'543
Bateaux de passagers	492	26	40'677	41'631
Chalandes	189	10	11'236	11'612
Ferries	150	8	8'902	9'192
TOTAL	1'242	55	114'834	120'308

dont:

Navigation de plaisance	326	7	13'421	16'545
% total navigation	26%	13%	12%	14%
Transport de personnes (concessionnaire)	642	34	49'579	50'823
% total navigation	52%	62%	43%	42%
Transport de marchandise (fret)	274	14	22'154	23'260
% total navigation	22%	25%	19%	19%

Source: Schöffeler et Keller, 2008

Les tableaux 3-12 et 3-13 présentent une estimation alternative des émissions de PM et de NO_x du secteur de la navigation en considérant les données sur les effectifs de bateaux de l'association des services de la navigation (ASN; Vereinigung der Schifffahrtsämter VKS) pour les années 2005 à 2011. Ces dernières sont mises à jour et publiées annuellement par l'OFS.³⁹ Les émissions sont déterminées en appliquant les émissions spécifiques de l'année 2005 pour chaque type de bateau (repris de l'étude de Schöffeler et Keller, 2008) aux effectifs de l'ASN. Notons que la navigation de plaisance inclut également les canots à moteur et que le transport de personne (concessionnaire) inclut les ferries.

Les données de l'ASN permettent également de différencier le trafic de marchandises sur le Rhin de celui ayant lieu sur les autres lacs et rivières suisses. Sur cette base, il est possible de tenir compte du principe de mi-chemin⁴⁰ en considérant le trafic de marchandises provenant de Suisse ou destiné à la Suisse sur le 50% des trajets réalisés sur le Rhin (et non uniquement le trajet effectué sur le territoire suisse). Cette différence est importante car elle implique une augmentation des distances qui sont prises en compte. Pour la navigation de transport de marchandises, les émissions de PM et de NO_x augmentent ainsi respectivement de 53% et 44% en 2005 par rapport aux travaux de Schöffeler et Keller (2008). L'estimation de l'effectif selon le principe du mi-chemin est réalisée en rapportant la proportion du tonnage des ports bâlois (7Mt/an) sur le tonnage total transporté sur le Rhin au nombre total de bateaux de transport de marchandise sur le Rhin (6'900 en 2009). Le coefficient d'émission a

38 Des données sur le CO et HC sont également disponibles dans Schöffeler et Keller (2008).

39 http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/11/03/blank/key/fahrzeuge_schiffsverkehr.html

40 Source: http://www.litra.ch/dcs/users/2/Navigation_sur_le_Rhin_et_ports_rhenans.pdf

également été réexaminé afin de tenir compte du nombre d'heures de navigation plus élevées dès lors que le principe de mi-chemin est appliqué (1'200 h/a pour un trajet sur le Rhin au lieu de 500 h/a pour un chaland restant uniquement sur les lacs et rivières Suisse).

Notons encore que les bateaux de transport de personnes sur le Rhin ont été exclus.

Tableau 3-12: émissions de PM (en t/a) en Suisse, 2005 à 2011

EMISSION de PM (t/an)	Plaisance	Concessionnaire	Marchandise	TOTAL NAVIGATION
Total - 2005	7,19	32,99	20,50	60,68
Total - 2006	7,13	33,16	20,30	60,59
Total - 2007	6,93	34,24	21,14	62,09
Total - 2008	6,72	31,82	22,12	60,20
Total - 2009	6,51	29,06	20,99	55,91
Total - 2010	6,32	27,44	21,01	53,90
Total - 2011	6,18	-	20,79	

Tableau 3-13: émissions de NO_x (en t/a) en Suisse, 2005 à 2011

EMISSION de NO _x (t/an)	Plaisance	Concessionnaire	Marchandise	TOTAL NAVIGATION
Total - 2005	333,40	622,83	396,92	1'353,15
Total - 2006	331,49	626,03	393,09	1'350,61
Total - 2007	323,38	663,96	424,76	1'414,35
Total - 2008	315,38	633,36	461,30	1'414,42
Total - 2009	306,72	592,27	444,21	1'349,60
Total - 2010	299,68	572,74	450,58	1'331,34
Total - 2011	294,81	-	452,08	

Le tableau 3-14 compare les émissions de PM et de NO_x déterminés par Schäffeler et Keller (2008) à celles issues de nos calculs (application des émissions par bateau aux effectifs de l'ASN). Les constats suivants sont possibles:

- Pour la navigation de plaisance et de personnes, les résultats sont proches et comparables.
- Pour le transport de marchandises, les émissions plus élevées résultant de nos calculs s'explique principalement par l'application du principe du mi-chemin.

Tableau 3-14: comparaison des émissions PM et NO_x, estimations selon effectifs ASN

En tonnes par an	PM		Nox	
	Schäffeler et Keller (2008)	Calculs selon ASN	Schäffeler et Keller (2008)	Calculs selon ASN
Navigation de plaisance	7	7	326	333
Transport de personnes	34	32	642	633
Transport de marchandises	14	21	274	397

Lors du calcul des émissions pour les années 2006 à 2010, les coefficients d'émissions sont revus à la baisse annuellement sur la base des annexes de Schäffeler et Keller (2008) et les recommandations de l'OFEV⁴¹ (cf. annexe 3).

Cette démarche d'estimation basée uniquement sur les émissions par type de bateaux demeure sujette à des incertitudes. En effet, dans les cas de la navigation de transport de marchandises et de personnes, certains bateaux ne sont plus utilisés alors que d'autres le sont davantage, entraînant une augmentation des trajets mais une diminution de l'effectif. Ainsi, la clé de passage basée sur les effectifs et les émissions par bateau peut entraîner des erreurs importantes. Il conviendrait à cet égard de recourir aux heures d'utilisation, information non disponible au niveau des données de l'ASN.

A cet égard, il est indispensable de mettre à jour les émissions de la navigation en fonction des nouvelles estimations en cours de réalisation par l'OFEV pour le secteur non routier. Ces dernières peuvent être mises à disposition au début de l'année 2014. En l'attente, nous conserverons les données des tableaux 3-11 et 3-12 afin de proposer une estimation pour l'année 2010. Notons que ces estimations sont relativement proches des extrapolations proposées pour le futur par Schäffeler et Keller (2008).

3.3.2 Cadre monétaire : coûts des dommages (PM et NO_x)

La procédure d'estimation de la valeur monétaire des effets externes des polluants de l'air est peu complexe. Elle consiste à appliquer les coûts spécifiques des dommages locaux et régionaux des différents polluants de l'air tels que fixés par la norme Suisse SN.641.820⁴² aux émissions annuelles de la navigation. Pour rappel, l'objectif de la norme est la mise à disposition de méthodes et de valeurs numériques suisses nécessaires à l'évaluation des effets externes du trafic routier. Leur choix dans le cadre de la navigation fait sens, car les effets de la pollution de l'air sont identiques quelle que soit son origine. Pour les dommages sur la santé au niveau local, les coûts par tonne d'émissions de PM en zones non construites sont considérés. Un choix identique est fait pour les dommages aux bâtiments au niveau local. Ce choix reflète le fait que les activités de navigation ont lieu sur des plans d'eau, qui sont voisines (en moyenne) de zones moins densément peuplées que les centres urbains. Pour les dommages subis par l'agriculture et les forêts, les coûts régionaux sont appliqués.

41 M. Harald Jenk, division protection de l'air et produits chimiques de l'OFEV.

42 En se basant sur les résultats obtenus pour l'évaluation des coûts externes de l'air dans le domaine de la route : l'association routière faîtière (VSS) a pu développer une norme établissant les coûts unitaires spécifiques à appliquer par tonne de polluants émise. Les coûts externes de santé, de dégradation des bâtiments et d'atteinte à l'agriculture et aux forêts peuvent être estimés par ce biais. En outre, la norme offre la possibilité de choisir entre une référence de coûts en zone locale construite, locale non construite, locale moyenne et régionale moyenne.

Le tableau 3-15 indique les coûts spécifiques totaux (locaux et régionaux) considérés de la navigation pour les années 2005 et 2010. L'actualisation des coûts unitaires pour l'année 2010 a été réalisée conformément à la méthode édictée dans la norme SN.641.828 (selon la croissance démographique et l'évolution du revenu nominal pour les coûts sur la santé; l'évolution de l'indice des prix à la construction et du volume bâti pour les coûts sur les bâtiments; l'évolution de l'indice des prix à la consommation pour les impacts sur la production agricole et les forêts). Soulignons que pour l'adaptation du coût dans le domaine de la santé, l'évolution démographique effective de la Suisse entre 2005 et 2010 (croissance de 5.51% sur 5 ans) a été prise en compte (et non les perspectives démographiques indiquées dans la norme). Les choix effectués sont ainsi similaires au cas de l'étude réalisée dans le domaine de l'aviation (Peter et al., 2012, p.100).

Tableau 3-15: coûts unitaires des émissions

En 1'000 francs par tonnes	Impacts	Dommages locaux et régionaux	
		2005	2010
PM10 primaires (particules fines)	Coûts de la santé	306	348
	Dégâts aux bâtiments	32	37
NOx (oxyde d'azote)	Pertes de récoltes et dégâts aux forêts	3,1	3,2

3.3.3 Résultats : coûts externes liés à la pollution atmosphérique

Le tableau 3-16 indique les coûts externes de la pollution de l'air en fonction des émissions de la navigation et des coûts spécifiques retenus pour l'année 2010, présentés par catégorie de navigation (plaisance, personnes et marchandises) et par élément de coût (santé, bâtiment, agriculture et forêt).

Tableau 3-16: coûts externes "air", par élément de coûts et par catégorie, 2010

En millions de francs, par an	Coûts de la santé	Dégâts aux bâtiments	Pertes de récoltes et dégâts aux forêts
Navigation de plaisance	3,35	0,36	1,26
Transport de personnes	9,57	1,02	1,84
Transport de marchandises	5,87	0,63	1,18
Total	18,8	2	4,29
Total général	25,09		

Les coûts totaux atteignent 25,1 millions de francs par an. Ils ont augmenté de 6% environ depuis 2005. Cette progression s'explique avant tout par l'augmentation des effectifs de bateaux de transport de marchandises et de canots.

3.3.4 Analyse de sensibilité

Le volet « air » présente une relativement faible incertitude au vu des sources officielles qui constituent les cadres quantitatif et monétaire. En effet, les coûts par unité de pollution émises, calculés certes dans le cadre des pollutions atmosphériques routières, sont rendus officiels et stables (grâce notamment aux procédures d'actualisation clairement définies) par le biais de la norme SN.641.828. Au final, une tonne de polluant, qu'elle soit émise par une voiture ou un bateau, a un impact identique (dans un contexte similaire), ce qui rend l'application de ces coûts unitaires pertinents et les résultats comparables (du moment que les caractéristiques des zones affectées – construites, non construites, etc. – sont considérées lors de la valorisation monétaire). En outre, les émissions sont déterminées dans un rapport publié par l'instance compétente (OFEV, 2008) en matière de pollution atmosphérique, rendant les évaluations officielles.

Les quantités d'émissions calculées par le rapport Schäffeler et Keller (2008) sont de fait considérées comme stables et présentent une faible incertitude (+/- 5%). Par contre, les quantités d'émissions rattachées aux effectifs OFS qui en sont déduites sont, elles, grevées d'une incertitude de l'ordre de 15% en raison de la clé de passage. L'estimation des émissions de la navigation concessionnaire souffre de plus d'aléas liés au rapport entre effectifs et heures d'exploitation, augmentant le degré d'incertitude de cette catégorie à 20%. En ce qui concerne le cadre monétaire, une incertitude de l'ordre de 10% a été considérée sur les coûts unitaires.

Les résultats de l'analyse présentent un écart à la moyenne de l'ordre de 9% pour les résultats liés aux effectifs du rapport de l'OFEV (2008) et de 16% pour les effectifs OFS (18% pour la catégorie concessionnaire). La valeur maximale du coût dépasse légèrement 31 millions de francs, soit 125% du coût externe final estimé, alors que la minimale planche un peu en dessous des 20 millions de francs (77% du coût estimé).

3.4 Nature & paysage

L'étude de faisabilité a examiné dans quelle mesure les activités de navigation ont des impacts sur la nature et le paysage, tant en raison des mouvements des bateaux, que de la présence des infrastructures du domaine. Hormis les dommages résultant de l'aggravation de l'érosion des berges et des rives causée par les vagues et remous générés par les bateaux (le batillage), l'impact des mouvements des bateaux a été considéré comme négligeable. L'impact des infrastructures semble en revanche plus marqué. Ces deux aspects font par conséquent l'objet d'une évaluation monétaire.

L'étude de faisabilité a montré que les infrastructures de la navigation donnent lieu à des études d'impacts environnementaux qui sont réalisées lors de leur procédure d'autorisation de construction. L'étude d'un certain nombre de cas⁴³ confirme le fait que les ports, embarcadères, pontons, digues et rampes qui modifient de manière définitive les rives et les berges détruisent certaine flore et certains habitats naturels de la faune. Notons que les canaux ne concernent que marginalement la navigation en Suisse et ont donc été exclus.⁴⁴

43 Agrandissement du port petite batellerie de Vidy et d'Ouchy, agrandissement du port de Tannay, étude d'impact du port des Garinettes (Vallamand), entretien téléphonique avec M. Christian Meisser (co-auteur de l'EIE du port de la nautique de Genève), étude d'impact de l'extension du port de Rolle

44 Cf. partie interne du rapport (sous « infrastructure »)

Ces infrastructures de la navigation fragmentent également l'espace naturel par la constitution de barrières aux mouvements de la faune aquatique. Les études d'impacts consultées et les questions posées à leurs auteurs⁴⁵ révèlent que les zones touchées sont souvent de faible ampleur et que la fragmentation est minime si des pontons flottants et des digues « ouvertes » en profondeur sont installés. La fragmentation causée par les écluses est par contre marquée, car celles-ci sont des barrages empêchant la remontée des cours d'eau par les poissons (Valentin, 1997). L'ordonnance sur la protection des eaux sur la renaturation des voies et cours d'eau (2011) confirme l'importance accordée à cet impact et devrait favoriser la réalisation des ouvrages de franchissement (passes à poisson).

Les vagues causées par les vents principalement, mais marginalement également par la navigation, contribuent à l'érosion des berges et rives. Le recul et la dégradation des rives, dans les zones de réserves naturelles notamment, détruisent des habitats et des zones de reproduction. Ces conséquences mettent ainsi en danger les espèces de faune et de flore qui y sont établies.

L'étude de faisabilité a également conclu que l'impact des infrastructures de la navigation sur le paysage est négligeable. Dans le rapport "Paysage 2020", Stremlow et al. (2003) ne mentionnent pas la navigation comme une cause de la dégradation des paysages en Suisse. L'examen de la jurisprudence dans le domaine de la protection du paysage (1A.73/2002, arrêt du Tribunal Fédéral du 6 octobre 2003, considérant A) montrent également que les cas incluant la navigation demeurent isolés et qu'ils sont de nature spécifique (patrimoine protégé par exemple). Dans les domaines de la route et du rail, les pertes d'aménités paysagères n'ont pas non plus été prises en compte. Cependant, cette problématique est soulevée de plus en plus fréquemment, ce qui prouve qu'elle devrait être intégrée aux futures publications des différents comptes de transports.⁴⁶

Soulignons que pour la navigation, les infrastructures sont principalement des ports, c'est-à-dire des parkings pour bateaux. Dans les cas du transport routier et ferroviaire, les infrastructures de parkings ne sont pas prises en compte.⁴⁷ Les coûts externes de la route seraient ainsi fortement plus élevés si celles-ci étaient comptabilisées, les véhicules routiers étant immobilisés la majeure partie du temps.

3.4.1 Cadre quantitatif : mesure des surfaces d'infrastructures et des rives

La méthode de calcul inhérente à l'estimation des coûts externes qui sont subis par la nature et le paysage utilisée dans les autres comptes de transport suisses est reprise pour évaluer le dommage causé par les infrastructures portuaires de la navigation. Cette méthode consiste à attribuer aux surfaces d'infrastructure (bâties sur un laps de temps donné) un coût nécessité par la renaturation d'habitats de taille similaire ou l'aménagement d'infrastructures de défragmentation correspondants. L'élaboration du cadre quantitatif nécessite donc dans un premier temps l'estimation des surfaces des infrastructures de la navigation.

Pour estimer la surface des infrastructures de la *navigation de plaisance*, un répertoire des ports de plaisance a été réalisé. Les ports ont été distingués selon trois classes de taille (pe-

45 Téléphone avec M. Christian Meisser – Viridis Environnement et consultation d'études chez Ecoscan

46 Une étude sur les dispositions à payer en termes d'aménités a récemment été publiée par l'OFEV et permettrait une évaluation des dommages:

http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01040/index.html?lang=de&show_kat=/publikationen/00026

47 Une surface de chaque côté de la route (variable en fonction du type de route: 10m pour autoroute, 5m pour route nationale, etc.) est considérée en plus pour calculer les coûts de remplacement (la surface considérée est donc plus grande que la route même). Toutefois, afin de renaturer une zone routière, il faut considérer une surface plus grande que la route même pour renaturer sa marge également. On peut cependant de fait considérer qu'une partie des parkings sont considérés (ceux le long de la route par exemple). Par contre, les imposants parkings de grande surface ne sont pas considérés, puisque l'on parle de "nouvelles infrastructures de routes (ou de voies ferroviaires)" en km pour le calcul des surfaces et donc des coûts externes.

tite, moyenne et grande) sur la base du nombre de places d'amarrage. La surface occupée par le port moyen (pour chaque classe) a ensuite été déterminée sur la base d'images satellites de 15 ports représentatifs des différents lacs de Suisse (figure 3-2, port de Brunnen, avec les surfaces considérées mises en évidence): 200m² pour la petite classe, 600m² pour la classe moyenne et 2'850m² pour la plus grande classe. Ces estimations incluent les digues extérieures ainsi que les amarrages au sol, mais ignorent les estacades à l'intérieur du port (estacades flottantes, digues ouvertes, etc.) car leur impact de fragmentation et de nuisance aux habitats est minime.

Pour la navigation de *transport de personnes*, la surface des infrastructures spécifiques à l'entreprise de la CGN (lac Léman) a été mesurée. Grâce au cadastre de la ville de Lausanne, il a en effet été possible d'identifier les surfaces dédiées au chantier naval d'une part et à l'amarrage d'autre part (figure 3). La surface de chantier représente 21'150m², alors que celle des amarrages est de 10'440m². Ces surfaces sont considérées comme représentatives d'une compagnie moderne de transport de personnes par bateau. Sur cette base, une extrapolation a pu être réalisée: on rapporte la surface par bateau de la CGN au nombre total de bateaux de transport de personnes en Suisse (ce qui élimine le biais lié à la taille plus importante de l'entreprise romande).

Figure 3-2: image satellite du port de Brunnen (un grand port « moyen »)



Source : Google Earth

Toutefois, une deuxième estimation a été réalisée au vu du fait que cette compagnie compte parmi les plus grandes de Suisse. Un tour d'horizon démontre que les surfaces moyennes pour les amarrages avoisinent plutôt les 7'000m² par entreprise, alors que le chantier moyen nécessite environ 3'000m².⁴⁸ Une estimation moyenne entre ces deux approches a finalement été retenue.

⁴⁸ Estimation basée sur différentes mesures Google Earth

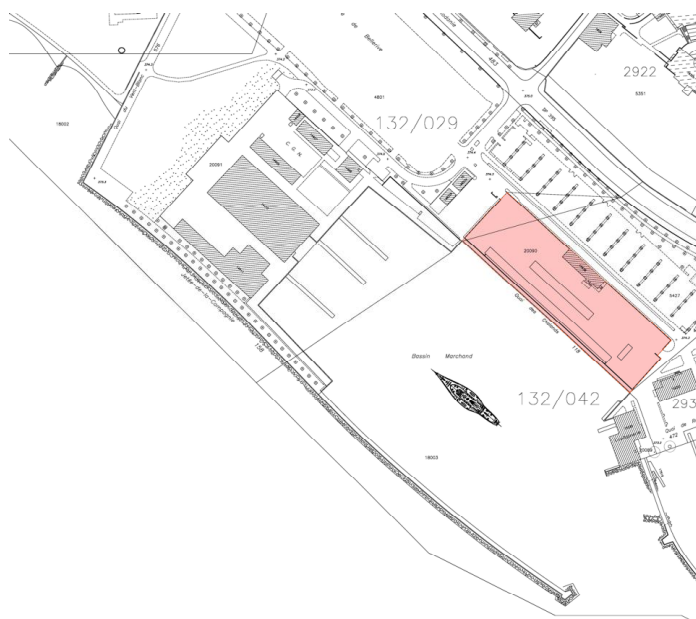
Figure 3-3: cadastre de la ville de Lausanne (port d'Ouchy et chantier de la CGN)



Source : CGN

Finalement, pour le *transport de marchandises*, la surface des infrastructures des ports bâlois est estimée à environ 450'000 m² de surface de chantier et de stockage et 140'000 m² de quai (7 km de long).⁴⁹ Pour les entreprises présentes sur les autres lacs et rivières, les surfaces nécessaires pour une entreprise de transport de marchandises sont identifiées sur la base des surfaces des digues des chalands à Lausanne (cf. figure 3-4), à Zurich, à Lucerne et à Neuchâtel. De manière analogue à la navigation de personne, la surface moyenne mesurée est utilisée pour déterminer une surface par bateau extrapolée ensuite en fonction du nombre total de chalands.

Figure 3-4: cadastre de la ville de Lausanne (chantier de la CGN - digue à chaland)



Source : CGN

⁴⁹ Données procurées par la direction des finances et de l'administration des ports Rhénans suisses

Le tableau 3-17 indique les surfaces totales d'infrastructures de la navigation en Suisse en 2010.

Tableau 3-17: surfaces d'infrastructures de la navigation

	Surface totale (m2)
Navigation de plaisance	242'313
Transport de personnes	257'155
Transport de marchandises	1'308'642
Total	1'859'211

Puisque les nouvelles infrastructures sont sujettes à des mesures de compensation depuis 1988 (ce qui correspond à une internalisation des coûts externes), seules les infrastructures construites avant cette date devraient être considérées⁵⁰. Celles-ci ne sont malheureusement pas recensées avec précision. Si l'on considère l'évolution des effectifs de bateaux, les infrastructures de la navigation ne devraient pas avoir évolué de façon significative au cours de ces 20 dernières années. Les relevés de la statistique du paysage ou de couverture du sol en Suisse ne précisent pas non plus l'évolution des aires consacrées à la navigation. Nous n'avons donc pas corrigé la surface des infrastructures afin de tenir compte de celles ayant déjà fait l'objet de compensation.

Concernant la fragmentation des habitats, le rapport intermédiaire (IRENE/Ecosys, 2013) a démontré qu'elle a principalement lieu en rivière par le biais des écluses (les ports étant des espaces ouverts ne scindant pas les habitats). Il s'agit ainsi de recenser le nombre d'écluses ayant pour but de permettre la navigation (et qui sont donc attribuables à l'activité et non, par exemple, à la génération d'électricité comme c'est le cas des forces motrices, notamment) et scindant un habitat (ou plus particulièrement empêchant la reproduction d'espèces). Il faudrait dans une ultime étape déterminer le nombre d'infrastructures de défragmentation existantes, et déduire ces infrastructures du besoin effectif en défragmentation. Ce dernier élément est connu (il existe trois passes à poissons en Suisse), mais les autres éléments demeurent inconnus. Aucune évaluation de cet effet n'est par conséquent possible.

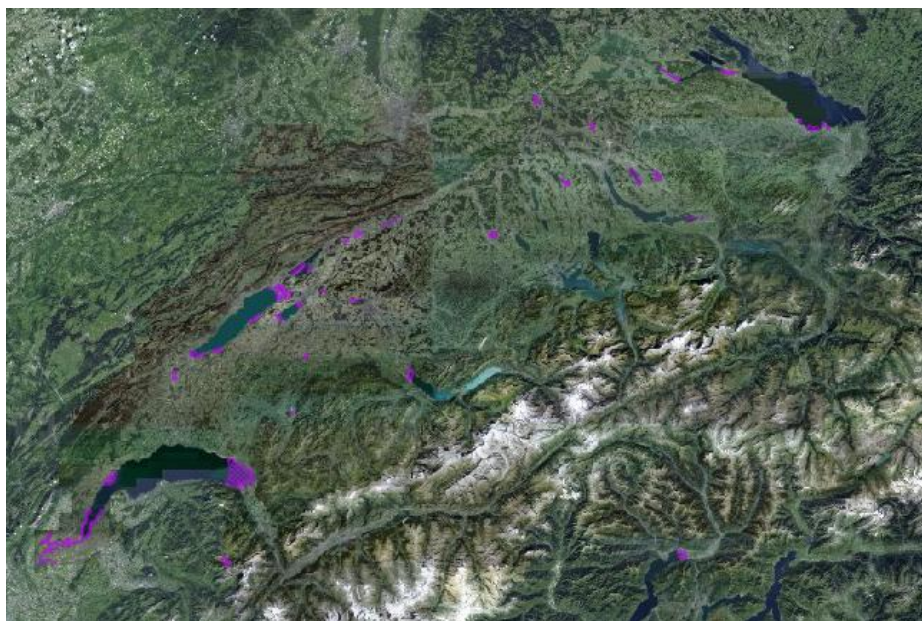
Finalement, il est nécessaire de connaître la longueur des rives de réserves naturelles en Suisse, pour lesquelles l'impact des vagues et remous est particulièrement dommageable. A ce titre, à partir de la carte Web-SIG de l'office fédéral de l'environnement (figure 3-5), il est possible de déterminer la longueur des rives des réserves naturelles (en particulier pour les oiseaux d'eau) des lacs et rivières en Suisse. Celles de Champ-Pittet en font notamment partie.⁵¹ Leur longueur cumulée est d'environ 150 km⁵², lacs et rivières confondus.

⁵⁰ Art.18b de la Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN), en vigueur depuis 1988.

⁵¹ Données de Swisstopo, OFEV.

⁵² 100km de rives sensibles en lacs, 50km en rivières

Figure 3-5: Réserves naturelles (oiseaux d'eau) en Suisse



Source: Swisstopo, OFEV

3.4.2 Cadre monétaire : renaturation, défragmentation et renforcement

Afin de déterminer la valeur des dommages dans le domaine de la nature et du paysage, les coûts annuels spécifiques pour la renaturation des habitats naturels perdus qui ont été estimés par l'étude allemande de Bosch et al. (2004) sont repris, à l'instar de ce qui s'est fait pour les autres modes de transport. Dans le cas de la navigation, les coûts de renaturation des biotopes aquatiques sont d'intérêts. Nous recommandons d'opter pour les coûts de renaturation moyen (80% eau calme, 20% eau calme temporaire). En effet, ces caractéristiques des coûts liés à ce biotope correspondent le mieux aux conditions lacustres et fluviales en Suisse (annexe 4). Ces coûts ont été mis à jour pour 2010 en considérant l'évolution de l'indice des prix de la construction en Suisse entre 2005 et 2010. On obtient un coût de 3.17 francs/m², après actualisation (et déduction de la TVA), pour la renaturation des habitats.

Une tentative d'estimer les coûts de renaturation par les coûts de compensation a également été réalisée. L'objectif était de recenser les coûts des mesures de compensation lors de l'agrandissement de ports, de les rapporter au m² d'infrastructure et de les extrapoler ensuite à la surface totale. Les quelques cas examinés montrent toutefois de très larges différences de coûts. Ce fait nous contraint à renoncer à cette méthode d'estimation. Néanmoins, à mesure que de nouveaux cas de compensation seront disponibles, il devrait être possible de fiabiliser les informations.

Finalement, concernant l'érosion, les coûts inhérents aux infrastructures de renforcement des berges et rives sont déduits des travaux réalisés dans le cadre du lac de Neuchâtel (Champ-Pittet). Dans ce contexte, 17 ouvrages différents ont été réalisés, couvrant 3km de rives au total. Les dépenses totales liées aux travaux (études et chantiers) sont égales à 7'560'000 francs, soit un total de 2'520 francs/m de rive. De manière analogue aux frais d'en-

retien des canaux, 10% des dommages sont imputables à la navigation⁵³ (soit un montant de 252 francs/m), la majeure partie des dégâts étant due au vent.⁵⁴

Afin de déterminer les coûts annuels, la durée de vie des infrastructures limitant l'érosion est fixée à 25 ans, l'usure étant relativement plus importante en milieu submergé et soumis aux vagues. Par contre, pour les autres types d'aménagements, les durées de vie restent identiques à celles proposées pour la route et le rail (Bosch et Partner, 1993 & 1998).⁵⁵

3.4.3 Résultats : coûts externes de nature et paysage

Le tableau 3-18 présente les coûts externes de la navigation liés à la nature et au paysage. Les coûts sont classés par catégorie de navigation (plaisance, personnes et marchandises) et font la distinction entre les pertes d'habitats, la fragmentation du territoire et les dommages liés à l'érosion. Les coûts de défragmentation et d'érosion sont répartis également entre les trois catégories de transports, puisqu'il est difficile d'attribuer ces coûts à l'une ou l'autre des catégories en particulier.

Tableau 3-18: coûts externes liés à la nature et au paysage

En millions de francs	Pertes d'habitat	Fragmentation	Erosion
Plaisance	0,77	0	0,5
Personnes	0,82	0	0,5
Marchandises	4,2	0	0,5
Total	5,8	0	1,5
Total	7,3		

La navigation de transport de marchandises, nécessitant des infrastructures plus importantes (comprenant des zones de stockage), correspond à l'atteinte à l'environnement la plus élevée, avec plus de 64% des coûts. Les coûts externes résultant des ports bâlois avoisinent 1,88 millions de francs par an.

3.4.4 Analyse de sensibilité

L'estimation du coût externe lié à la nature et au paysage est grevée d'une relativement forte incertitude pour deux raisons majeures.

Premièrement, les coûts unitaires utilisés présentent quelques lacunes, malgré la comparabilité aux autres modes de transport en Suisse. Ils ont, d'une part, été développés en Allemagne, ce qui ne correspond pas forcément aux coûts économiques qui auraient été déter-

⁵³ Voir entretien des lacs et canaux: M. Philippe Hohl, chef de la division du domaine des lacs et rivière, crues et débits, économie hydraulique du Service des eaux du canton de Vaud, et M. Bernhard Schudel, chef de la division de la régulation des eaux, du Service des eaux du canton de Berne.

⁵⁴ Lutte contre l'érosion sur la rive sud du lac de Neuchâtel – Bilan 1999-2004 du chantier de Cheseaux-Noréaz (VD), résumé du rapport final de l'entreprise de correction fluviale.

⁵⁵ Les coûts spécifiques repris du compte des transports pour les pertes d'habitats et la défragmentation considèrent eux une durée de vie de 30 ans pour les infrastructures liées aux habitats et de 80 ans pour celles de défragmentation.

minés pour la Suisse. D'autre part, l'étude de référence est ancienne (plus de 10 ans). L'actualisation des coûts remédie en partie à ce problème. L'étude met ainsi en avant des valeurs maximales et minimales qui, si elles sont considérées, pallient à cette lacune.

Deuxièmement, l'estimation des surfaces d'infrastructure reste arbitraire. En effet, bien que les outils technique de calcul des surfaces soient précis (autocad, google earth) et permettent une estimation des surfaces sûres, la délimitation de l'infrastructure même demeure relativement floue.

Ceci étant, le grand nombre de cas observés combiné à une bonne méthodologie ont permis d'obtenir une estimation convaincante des surfaces. Le cadre quantitatif est ainsi grevé d'un taux d'incertitude de 15%. Le cadre de valeur varie en fonction des valeurs minimums et maximums proposées par les auteurs.

Ceci représente donc la sensibilité la plus forte pour l'estimation des différents effets externes de la navigation, avec un écart type de 29%, une estimation maximale des coûts s'élevant à 10,4 millions de francs et une valeur minimale de 4,6 millions de francs.

3.5 Climat

La combustion de carburant par les bateaux émet du dioxyde de carbone (CO₂), un gaz à effet de serre participant aux changements climatiques. Pour rappel, les effets attendus des changements climatiques sont les suivants: une élévation du niveau des mers, une modification des régimes des pluies et de la température, ainsi qu'une augmentation des événements climatiques extrêmes (OFEV, 2008). Il en résulte une série de conséquences pour l'économie (pertes de productivités agricole, présence de nouveaux ravageurs, impact sur la santé) et sur les écosystèmes (migration des espèces animales et des insectes, extinction d'espèces animales et végétales, etc.) notamment (IPCC, 2007).

3.5.1 Cadre quantitatif : mesure des émissions (CO₂) de la navigation

Comme les autres émissions dans l'air, les émissions de CO₂ de la navigation ont été estimées par Schäffeler et Keller (2008). Selon la précédente source, la navigation émet 114'000 tonnes de CO₂ en 2005, ce qui représentent 0.8% des émissions du secteur routier. La navigation de plaisance est source de 38% des émissions de CO₂ de l'activité, le transport de fret de 27% et le transport de personnes de 35%.

Afin de garantir la mise à jour régulière des émissions de CO₂, il est judicieux à nouveau d'appliquer les coefficients d'émissions de Schäffeler et Keller (2008) aux données sur les effectifs de bateaux qui sont mises à jour annuellement et répertoriées par l'OFS. Comme dans le cas de la pollution de l'air, les coefficients d'émissions s'améliorent au cours du temps en raison du renforcement des législations et du remplacement des véhicules (cf. annexe 1). A nouveau, cette démarche est entachée d'erreur car les effectifs peuvent varier de manière différente que les trajets effectivement réalisés. En ce sens, il conviendra d'utiliser dès que possibles les nouvelles estimations de l'OFEV (mise à jour des émissions du secteur non routier) pour l'année 2010.

Le tableau 3-19 présente les émissions de CO₂ du secteur de la navigation en fonction des effectifs de bateaux. Les émissions atteignent, en 2005, 121'000 tonnes de CO₂ et 127'000 en 2010. Comme pour la pollution atmosphérique, le chiffre pour 2005 est plus élevé que celui de Schäffeler et Keller (2008), en raison principalement de l'application du principe du mi-chemin pour la navigation sur le Rhin et de la faible différence d'effectifs entre les deux sources statistiques.

Tableau 3-19: émissions de CO₂ de la navigation

EMISSION de CO ₂ (t/an)	Plaisance	Concessionnaire	Marchandise	TOTAL NAVIGATION
Total - 2005	44'066,71	47'994,18	29'461,59	121'522,48
Total - 2006	43'853,52	48'258,32	29'210,40	121'322,23
Total - 2007	43'994,21	52'540,70	29'536,60	127'758,28
Total - 2008	44'124,57	51'484,16	29'955,41	129'131,76
Total - 2009	44'129,92	48'899,00	28'152,51	126'307,52
Total - 2010	44'351,39	48'162,80	27'595,20	127'018,36
Total - 2011	44'881,92	-	10'146,35	

3.5.2 Cadre monétaire: coût de la tonne de CO₂ par an

Afin de réaliser l'évaluation monétaire du coût externe "climat", la valeur de la tonne de CO₂ émise utilisée dans le cadre des évaluations portant sur les modes de transports a été reprise, soit 90 francs/t de CO₂ (Infras, 2008). Ce choix s'explique à nouveau par le fait que les effets du changement climatique sont similaires quelle que soit l'origine des émissions de gaz à effet de serre. Ce choix assure également la comparaison entre les modes de transport.

La valeur de 90 francs/t de CO₂ émise a été identifiée originellement après examen des études estimant les coûts de réduction des émissions de GES. Il est ainsi nécessaire de rappeler que la valeur de la tonne de CO₂ varie selon les études et les échéances temporelles considérées. Les trois estimations (minimum, moyenne et maximum) reflètent principalement la différence entre une estimation pour le coût actuel, pour celui dans les 10 ans à venir et celui à 2050 (et donc l'impact effectif pour les générations à venir, de manière plus globale).⁵⁶

3.5.3 Résultats : coûts externes liés au climat

Le tableau 3-20 rend compte du coût externe des émissions de CO₂ selon les différentes catégories de la navigation, ainsi que pour les différents types, pour l'année 2010. Les coûts externes liés aux impacts climatiques atteignent environ 11,5 millions de francs/an en 2010.

⁵⁶ Ce n'est cependant pas toujours cette distinction qui est faite : certaines proposent effectivement une estimation minimale, moyenne et maximum pour une année particulière.

Tableau 3-20 : coûts externes de climat, par type

En millions de francs	2005	2010
Bateau à moteur hors pêche et travail	3,73	3,78
Bateau de pêche et de travail	0,98	1
Bateaux à voile	0,24	0,23
Bateaux à rame et pédalos	0	0
Navigation de plaisance	4,95	5
Bateaux vapeur	0,33	0,36
Bateaux moteur	3,19	2,88
Ferry	0,8	1,1
Rhin	0	0
Transport de personnes	4,14	4,33
Lac	0,83	1,02
Rhin (mi trajet)	0,61	0,87
Rhin autre	0,22	0,19
Transport de marchandises	1,67	2,09
Total	10,94	11,43

3.5.4 Analyse de sensibilité

Le volet climat a pu être estimé avec peu d'incertitudes. En effet, le cadre monétaire se base sur les valeurs suisses et européennes pour évaluer le coût économique d'une tonne de CO₂ émise. Le coût finalement appliqué est de fait identique à celui retenu pour tous les autres modes de transport et est en adéquation avec les pratiques européennes. Celui-ci est donc considéré comme stable (5%).⁵⁷

Les quantités d'émissions sont soumises aux mêmes incertitudes que décrites sous « air », à savoir une quasi stabilité (5%) pour les effectifs déterminés dans Schäffeler et Keller (2008), et une marge d'incertitude de 15% pour les résultats obtenus en fonction des effectifs OFS (20% pour le transport concessionnaire).

Il en résulte un écart type à la moyenne de 14%, une valeur maximale atteignant presque 14 millions de francs et minimale d'un peu plus de 9 millions de francs.

3.6 Pollution de l'eau

L'étude de faisabilité aboutit à la conclusion que les normes légales protégeaient de manière efficace le milieu aquatique des impacts de la navigation. En d'autres termes, si les normes légales sont respectées, les effets sur la santé et les écosystèmes sont considérés comme négligeables. De par le fait que les normes légales sont effectivement respectées, aucun

⁵⁷ Les valeurs minimums et maximums proposées pour le cadre monétaire reflètent des perspectives temporelles différentes et ne sont de fait pas à interpréter comme des incertitudes pour une année donnée.

coût externe notable n'a par conséquent été retenu pour estimation, à l'exception des impacts des rejets accidentels et ceux liés à l'utilisation de peintures antisalissure.⁵⁸

Des informations sur les rejets accidentels de la navigation sur le Rhin sont en cours de collecte (cf. annexe 3), mais ceux-ci semblent internalisés en majorité. Aucun rejet d'importance n'a été constaté sur les autres lacs et rivières suisses.

Le rejet de cuivre des peintures antisalissure constitue par contre potentiellement un problème important au vu de la quantité importante de cuivre (entre 250 et 375 gramme par litre) que ces peintures contiennent et leur renouvellement fréquent (notamment pour les bateaux de plaisance).

La peinture antisalissure est utilisée afin de protéger les coques de bateaux des microplanktons, ces derniers accentuant la dégradation des matériaux. Celle-ci contient des biocides (principalement du cuivre) destinés à empêcher les organismes aquatiques de se fixer sur la coque des navires ou sur d'autres objets immergés. L'efficacité de la peinture antisalissure diminue avec la diffusion du cuivre dans l'eau, exigeant des entretiens effectifs tous les 2 à 3 ans pour les bateaux de plaisance. Cette diffusion dans l'eau implique des impacts potentiellement négatifs sur l'environnement et les espèces animales et végétales des lacs et rivières, si la concentration de cuivre est importante. Afin de déterminer cet effet externe, la démarche consiste donc dans un premier temps à évaluer la concentration de cuivre dans l'eau résultant de l'utilisation de ces peintures, puis de comparer cette dernière aux normes légales en vigueur.⁵⁹ Il y aura effet externe uniquement si le seuil maximal imposé par la norme est dépassé.

L'estimation de la quantité totale de peinture antisalissure utilisée nécessite la détermination de la superficie des coques de bateaux⁶⁰, la quantité de peinture nécessaire au m² et le taux de renouvellement (10% à 50% de la flotte est traitée annuellement). Le tableau 3-21 présente les détails des calculs effectués.⁶¹

Tableau 3-21: Quantité de peinture antisalissure utilisée par la navigation

En litres par an	Surface de quille moyenne (en m ²)	Litre par m ² nécessaire	Renouvellement (par an)	effectif	Total peinture utilisée (l/a)
Voiliers avec moteur	20	0.0375	0.33	33'110	8'350
Bateaux de pêche et de travail	14	0.0375	0.50	1'159	305
Canot moteur de location et privés	19	0.0375	0.50	57'690	20'228
Bateaux de passagers	525	0.0375	0.20	154	606
Chalandes	273	0.0375	0.20	240	491
Ferries	525	0.0375	0.20	8	32
Total	1'376	-	-	82'651	30'012

58 La peinture antisalissure (souvent dénommée « anti-fouling ») contient des biocides destinés à empêcher les organismes aquatiques de se fixer sur la coque. Sans cette protection, ces derniers provoqueraient effectivement une lente dégradation des coques (et pèjorerait la performance des bateaux). Ces peintures se composent de mélanges d'herbicides (triazine) et d'oxyde de cuivre. Ces substances biocides sont lentement diffusées le long de la coque par dégradation de la résine.

59 Paragraphe selon entretien avec le Dr. Nathalie Chèvre, Spécialiste d'écotoxicologie à l'UNIL.

60 Estimée sur la base de bateaux de référence et de formules mathématiques pour le calcul de la superficie des coques.

61 Ces informations ont été obtenues auprès de chantiers navals spécialisés dans les 3 domaines de la navigation.

La concentration de cuivre dans l'eau (en microgrammes par litre) résultant des peintures antisalissure peut être déterminée sur la base des concentrations des deux principales peintures utilisées (contenance en cuivre entre 200 grammes et 330 grammes par pot de 0,75 litre). Il s'agit de rapporter la masse totale de cuivre des peintures antisalissure au volume d'eau des lacs suisses. Seuls les lacs sont considérés, car ils représentent les endroits où les concentrations élevées sont susceptibles de survenir. La contenance en eau de ces derniers est égale à 232'098'000'000 m³ selon OFEFP (1994).

Le tableau 3-22 présente la concentration de cuivre dans les lacs et rivières suisses résultant d'une année de navigation. La concentration moyenne de cuivre ayant pour origine la peinture antisalissure utilisée dans le cadre de la navigation atteint moins de 0,004 microgramme/l.

Tableau 3-22: concentration de cuivre dans les eaux suisses (en microgrammes/litre par année)

En microgrammes/litre par année	Contenance lacs - m ³	Concentration de cuivre en microgrammes/litre
peinture A	232'098'000'000	0,00427
peinture B	232'098'000'000	0,00259
moyenne	232'098'000'000	0,00343

Sur cette base, les impacts de l'utilisation de la peinture antisalissure sont par conséquent prouvés comme étant négligeables. En effet, il faudrait plus de 1'250 années d'accumulation de cuivre issu des peintures antisalissure dans les lacs suisses pour dépasser la limite fixée par la norme (5 microgrammes/l selon l'ordonnance suisse sur la protection des eaux du 28 octobre 1998). Notons que la concentration de référence pour l'eau potable (OMS ou CE) est de 2000 microgrammes/l. Au-delà de cette norme, des effets sur la santé et les écosystèmes seraient perceptibles. Cette norme est considérée comme sévère. Son respect prouve par conséquent que les impacts des peintures antisalissure sont insignifiants.

3.7 Processus en amont et en aval

La navigation induit des coûts externes qui sont indirectement liés à l'activité, au vu de trois éléments:

- la production, le transport et la mise à disposition des carburants ;
- la production, l'entretien et l'élimination des bateaux ;
- la production, l'entretien et l'élimination des infrastructures.

La prise en compte des processus en amont et en aval vise à déterminer les impacts environnementaux des éléments précédents. Toutefois, de manière similaire aux domaines de la route, du rail et de l'aviation, seules les émissions de gaz à effet de serre (calculées en équivalent tonne de CO₂) des processus en amont et en aval sont considérées. Cette approche nécessite ainsi la réalisation du bilan carbone des carburants, des bateaux et des infrastructures de navigation.

3.7.1 Cadre quantitatif: émissions (équivalent t/CO₂) des processus

Afin de déterminer les émissions de CO₂ des processus en amont et en aval de la navigation, nous avons recouru aux travaux et calculateurs développés par A. Bonny (2010, 2012). Cet auteur a développé des outils de gestion des ports de plaisance basés notamment sur l'analyse cycle de vie et le bilan carbone des bateaux et des infrastructures portuaires. L'avantage du calculateur est de permettre, sur la base des effectifs et le poids des bateaux,

de déterminer les émissions de CO₂ liées à leur construction, entretien et élimination, ainsi qu'à la construction et l'entretien des infrastructures. Ce calculateur a donc été préféré à l'utilisation de la base de données « Ecoinvent », à laquelle ont recouru les autres comptes de transport au niveau des processus en amont en aval. Pour la navigation, Ecoinvent présente en effet des données limitées à quelques infrastructures spécifiques (ports marchands internationaux), ainsi qu'à des bateaux de transport de containers et de produits pétroliers de très grande taille. Les références Ecoinvent ne semblent donc pas pertinentes pour le cas de la navigation en Suisse.

Pour la plaisance, les calculs ont été réalisés pour des bateaux types représentatifs de la flotte (le voilier "surprise" et le bateau à moteur "bayliner"), puis agrégés au niveau du domaine.

Un processus identique a été réalisé pour la navigation de transport de marchandises (un poids moyen de 100 tonnes par bateaux de marchandises et de 500 kg par canots a été considéré sur la base d'observations. Toutefois, des indications plus complètes sur les caractéristiques des bateaux de transports de marchandises doivent permettre à l'avenir d'affiner les résultats.

Pour la navigation de transport de personnes, les indications sur les caractéristiques de la flotte étant disponibles pour une partie des entreprises concessionnaires (environ 110 bateaux), les calculs ont été réalisés sur l'échantillon, puis extrapolés à l'ensemble de la flotte.

Une lacune des estimations actuelles réside dans l'utilisation d'un calculateur développé pour la navigation de plaisance aux autres catégories de la navigation. Ceci est problématique, car la composition des matériaux de construction des bateaux est différente (les bateaux concessionnaires et de transport de marchandises sont principalement composés d'acier, alors que les bateaux de plaisance sont majoritairement fabriqués en matériaux composites). Afin de résorber cette lacune, des calculs plus spécifiques pour la navigation de transport de personnes et de marchandises peuvent être réalisés par les développeurs du calculateur.

Les émissions de CO₂ liées à la production, au transport et au raffinage des carburants ont également été estimées sur la base des quantités de carburants déterminées dans l'étude de Schöffeler et Keller (2008), puis extrapolées aux données de l'ASN (comme dans le cas des polluants de l'air et des émissions directes de CO₂). De manière similaire aux estimations réalisées pour les domaines de la route, du rail et de l'aviation, nous avons considéré que les émissions de CO₂ liées aux processus en amont et en aval des carburants étaient égales à 580g de CO₂ par litre d'essence et 500g par litre de diesel.

Les tableaux 3-23 à 3-25 indiquent les résultats (tonnes d'émissions équivalentes CO₂) des processus en amont et en aval pour la navigation de plaisance, de transport de personnes et de transport de marchandises de 2005 à 2010.

Tableau 3-23: émissions d'équivalents tonnes de CO₂ liés au processus en amont et en aval – navigation de plaisance

CO ₂ tonnes / an	Plaisance			
	Ports	Moyens de transport	Carburant	Total
2005	8'862	16'115	8,0	24'985
2006	8'764	15'979	7,9	24'751
2007	8'766	16'011	8,0	24'785
2008	8'766	16'039	8,0	24'812
2009	8'756	16'038	8,0	24'802
2010	8'745	16'067	8,1	24'820

Tableau 3-24: émissions d'équivalents tonnes de CO₂ liés au processus en amont et en aval – navigation de transport de personnes

CO ₂ tonnes / an	Transport de personnes			
	Ports	Moyens de transport	Carburant	Total
2005	40	2'772	7.7	2'819
2006	40	2'789	7.5	2'836
2007	43	3'025	7.7	3'076
2008	42	2'957	7.3	3'006
2009	39	2'751	7.0	2'797
2010	37	2'664	7.9	2'709

A chaque fois, les émissions pour les ports (construction et entretien), les moyens de transport (construction, entretien et élimination) et les carburants (extraction, acheminement et raffinage) sont indiquées. Les émissions atteignent 36'000 tonnes d'équivalent CO₂ en 2010. Elles proviennent majoritairement des moyens de transport de la navigation de plaisance et des moyens de transports.

La navigation de transport de marchandise sur le Rhin est source de 2'558 tonnes d'équivalent CO₂ selon le principe du mi-chemin et de 1'798 tonnes d'équivalent CO₂ si le principe de territorialité est appliqué.

Tableau 3-25: émissions d'équivalents tonnes de CO₂ liés au processus en amont et en aval – navigation de transport de marchandises

CO ₂ tonnes / an	Transport de marchandises			
	Ports	Moyens de transport	Carburant	total
2005	258	7'069	6,9	7'334
2006	254	6'799	6,4	7'060
2007	264	7'545	6,5	7'815
2008	278	8'590	6,8	8'875
2009	276	8'426	6,3	8'709
2010	281	8'720	8,2	9'010

Le tableau 3-26 donne les résultats pour le domaine en totalité.

Tableau 3-26: émissions d'équivalents tonnes de CO₂ liés au processus en amont et en aval – navigation totale

CO ₂ tonnes / an	Total navigation			
	Ports	Moyens de transport	Carburant	total
2005	9'160	25'956	23	35'138
2006	9'058	25'567	22	34'646
2007	9'073	26'581	22	35'676
2008	9'086	27'586	22	36'694
2009	9'071	27'215	21	36'308
2010	9'063	27'451	24	36'539

3.7.2 Cadre monétaire: coût de la tonne de CO₂ par an

Conformément à la pratique appliquée dans les autres domaines de transports, le référent de valeurs par tonne de CO₂ émise utilisé lors de l'estimation du dommage climatique est repris ici (90 francs/t de CO₂). Cette approche limite les dommages des processus en amont et en aval aux conséquences de ceux-ci sur le climat.

3.7.3 Résultats : coûts externes des processus en amont et en aval

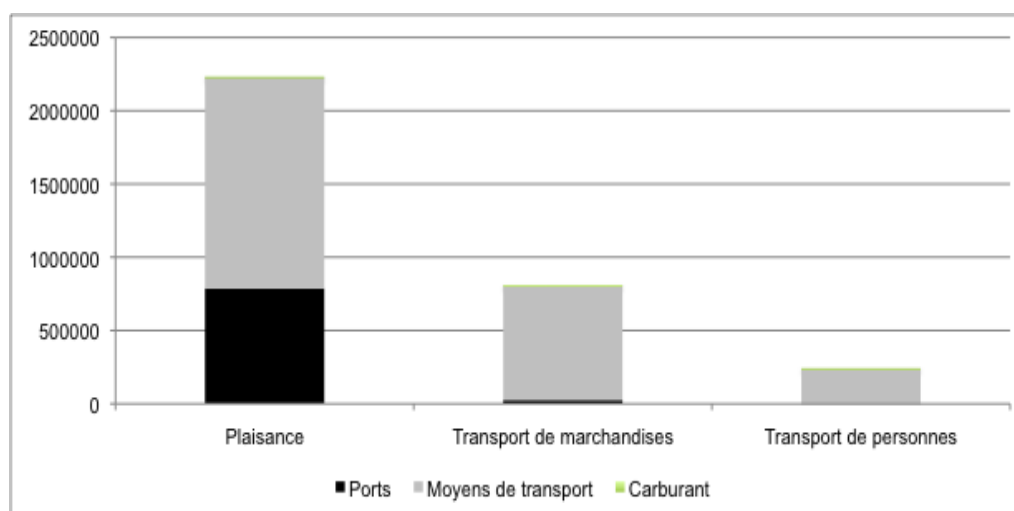
Le dommage total est ainsi évalué à plus de 3 millions de francs par an sur la période considérée (2005 à 2010). Le tableau 3-27 donne les résultats sur ce laps de temps dans le détail.

Tableau 3-27: coûts externes des processus en amont et aval, 2005 à 2010

En millions de francs	Total			
	Plaisance	Personnes	Marchandises	total
2005	2,25	0,25	0,66	3,16
2006	2,23	0,26	0,64	3,12
2007	2,23	0,28	0,7	3,21
2008	2,23	0,27	0,79	3,3
2009	2,23	0,25	0,78	3,27
2010	2,23	0,24	0,81	3,29

La figure 3-6 illustre les coûts de manière différenciée selon les éléments de coûts et les catégories, pour l'année 2010.

Figure 3-6: coûts externes des processus en amont et aval, par élément de coût et catégorie, en francs, 2010



3.7.4 Analyse de sensibilité

Les processus en amont et en aval sont une externalité qui reste difficile à estimer : la prise en compte de tous les aspects, la considération d'un équivalent de tonne de CO₂ ou encore la délimitation de ce qui est affectable à une activité en particulier (et pas à une autre) sont autant de facteurs qui réduisent la précision d'une telle évaluation. Il est donc nécessaire de se cantonner à certains aspects et de suivre une méthode. A ce niveau-là, la procédure en

termes de consommation de carburant et de son impact en amont et en aval est tout à fait identique à celle utilisée dans les autres modes de transports. La comparabilité est donc bonne et on part du principe que ces chiffres sont relativement stables (5% d'incertitude).⁶²

Au niveau des infrastructures et des moyens de transports, un calculateur existant a été utilisé. Celui-ci est modélisé pour les bateaux de plaisance et présente donc une marge d'erreur importante (estimée à 15%) pour les bateaux concessionnaires et de marchandises au vu des matériaux de construction différents utilisés. Pour la plaisance, la marge est plus faible (5%). Le prix unitaire de la tonne de CO₂ émise présente la même fiabilité que pour le volet « climat » (, pour les raisons évoquées dans ce chapitre-là.

Le cadre monétaire est donc considéré comme stable (5%), mais le cadre quantitatif présente ainsi un taux d'incertitude assez marqué. En résulte un écart type final de 14% (6% pour la plaisance). Le coût externe maximum s'approche donc des 4 millions de francs, alors que l'évaluation minimale avoisine les 3 millions de francs.

3.8 Comparaison entre modes de transports

Le tableau 3-28 indique le montant des coûts externes totaux des différents modes de transport en Suisse. Pour la première fois, la navigation est prise en considération. Au total, les transports génèrent en Suisse des coûts externes pour un montant de 9,75 milliards par an. La navigation en représente une infime partie (0,76%), principalement en raison de la taille relativement faible de ce secteur des transports en Suisse.

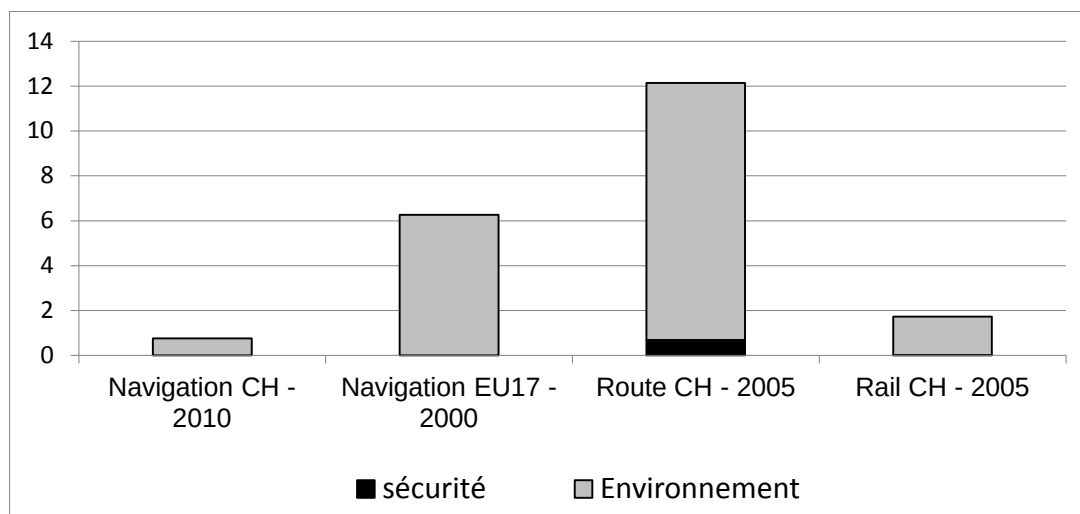
Tableau 3-28: coûts externes des transports en Suisse selon les modes de transports et les catégories d'effets externes, 2005 et 2010

En millions de francs, par an	Navigation - 2010	Route - 2009	Rail - 2009	Aviation - 2010
Sécurité	27	2'076	24	9
Air (+ pertes agricole et dégâts aux forêts)	25	2'456	162	22
Nature et paysage	7	747	121	10
Climat	11	1'210	3	582
Processus amont et aval	3	604	41	81
Eau	0	0	0	0
Bruit	0	1'262	85	21
Sols	0	119	36	0
Coûts supplémentaires zone urbaine	0	87	23	0
Total	74	8'459	494	725

Afin de gagner en pertinence, les comparaisons doivent tenir compte des prestations de transport (tkm, pkm) fournies. La figure 3-7 présente les coûts externes par tkm pour le transport de marchandise en Suisse, la navigation génère des coûts externes par tkm proche de ceux du rail. On doit toutefois considérer ce constat avec précaution car les coûts de sécurité n'ont pas encore pu être estimés dans le cas de la navigation de transport de marchandises.

62 La source de consommation des carburants est également le rapport de Schäffeler et Keller (2008)

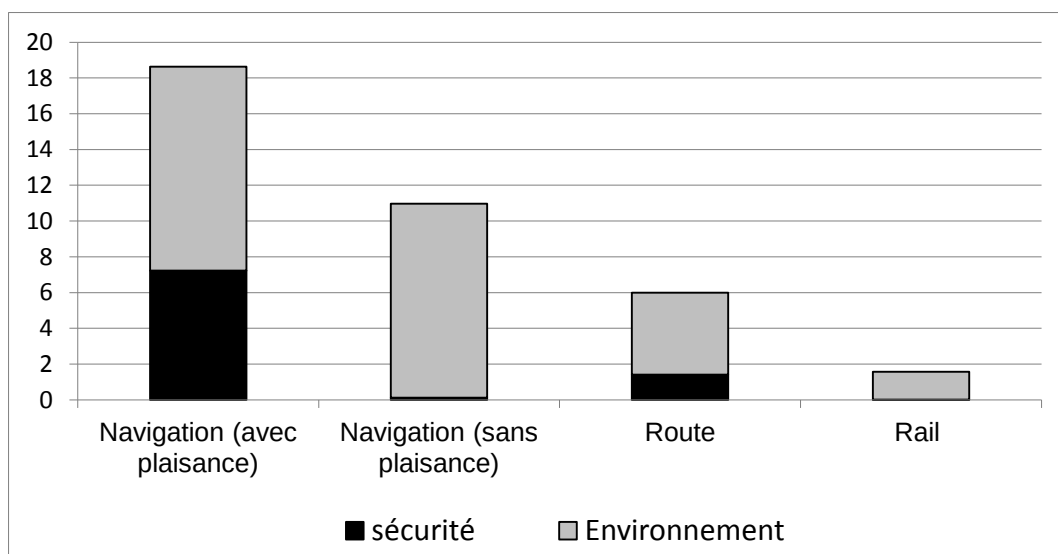
Figure 3-7: coûts externes des transports de marchandises selon le mode de transport, en ct/tkm, 2005 ou 2010



La figure 3-8 présente les résultats pour la navigation de transport de personnes. Aucune données au niveau européen ne sont disponibles, puisque les estimations à ce niveau se cantonnent au transport de marchandises. Les coûts externes sont rapportés à la pkm. La navigation présente des coûts élevés par pkm. Deux raisons principales semblent l'expliquer:

- Premièrement, la navigation de plaisance génère un coût externe de sécurité par pkm important. Ceci reflète le caractère sportif et de loisir de la navigation de plaisance : l'objectif est d'aller relativement vite dans un milieu peu encadré et sauvage, ce qui nécessite une certaine prise de risque. Les activités de la navigation de plaisance sont ainsi relativement périlleuses et les contraintes légales visant à limiter ces risques, tant à l'égard des comportements (port du gilet de sauvetage, limitation des vitesses) que technique, sont dures à appliquer. De plus, l'objectif de déplacement n'est que secondaire ce qui explique le faible nombre de prestations kilométriques de la navigation de plaisance relativement aux dommages externes qui en résultent.

Figure 3-8: coûts externes des transports de personnes selon le mode de transport, en francs/pkm, 2005 ou 2010



- Deuxièmement, les coûts de la pollution de l'air générée par les bateaux de transport de personnes sont importants. Cet état de fait est confirmé par la littérature (éco-comparateur des CFF, par exemple).

Les résultats mettent en évidence un dernier élément. La navigation n'utilise que peu d'infrastructures, ces dernières sont en effet essentiellement des "infrastructures de stationnement", c'est-à-dire des parkings à bateaux⁶³. Tout comme l'aviation, la navigation utilise en effet essentiellement des infrastructures naturelles, à savoir les voies navigables. Ce constat explique pourquoi les coûts externes sur la nature et le paysage sont plus importants pour la route et le rail que la navigation et l'aviation.

⁶³ Le domaine de la route ne prend en compte qu'en partie les parkings dans l'évaluation des coûts externes. Les parkings seront pris en compte lors de la prochaine révision.

4 Résultats globaux

Les résultats globaux réunissant les coûts internes et externes sont présentés de façon synthétique, par type de coûts et recettes. Pour les coûts on distingue ceux des moyens de transport, de l'infrastructure, de la sécurité (coûts internes et externes des accidents) et de l'environnement (coûts externes des dommages à l'environnement). Le transport de marchandises sur le Rhin est présenté selon le double principe du mi-chemin et de la territorialité.

4.1 Compte global

Le compte global indique les recettes et les coûts de l'ensemble de l'activité de transport des quatre secteurs de la navigation considérés, soit les transports de personnes par les sociétés concessionnaires sur les lacs et rivières, les transports de plaisance et de sport, ainsi que le transport de fret et marchandises sur les lacs et rivières, le Rhin compris.

Le tableau 4-1 montre un coût global de plus d'un milliard de francs. La catégorie de navigation la plus importante est le transport de sports et de plaisance tant du côté des coûts (deux tiers) que du côté des recettes (57% des recettes sont constituées de l'autofinancement des moyens de transport par le propriétaire de bateaux à moteur et voilier). Les taux de couverture global est de 82%, mais plus de 90% si on ne tient compte des coûts internes.

Tableau 4-1: compte global de la navigation, 2010

En 1'000 francs	NAVIGATION mi-chemin		NAVIGATION territorialité	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	887'857		776'762	0
Infrastructure	110'222		110'222	0
Sécurité (interne et externe)	59'571		56'361	0
Environnement (externe)	47'117		42'976	0
Totaux	1'104'767	907'772	986'321	785'906
Taux de couverture	82,2%		79,7%	

4.2 Transport de personnes

Le tableau 4-2 donne les chiffres pour le transport des personnes (en termes de coûts 86% de la navigation, dont 70% représente à elle seule la navigation de plaisance).

Tableau 4-2: coûts et recettes du transport des personnes, 2010

En 1'000 francs	Transports de personnes					
	Lacs et rivières		Plaisance		Total	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	154'950		607'768		762'718	
Infrastructure	2'016		101'968		103'984	
Sécurité (interne et externe)	2'307		53'891		56'198	
Environnement (externe)	18'336		13'484		31'820	
Total coûts, recettes	177'609	157'834	777'110	607'768	954'719	765'601
Taux de couverture	88,9%		78,2%		80,2%	

Les taux de couverture du transport de personnes – soit les recettes par rapport aux coûts, effets externes compris – sont par nature déficitaires. Les recettes du transport de personnes sur les lacs et rivières couvrent à peine les charges des entreprises concessionnaires, et les

propriétaires des bateaux de plaisance ne contribuent en rien à la couverture des effets externes.

Le tableau 4-3 montre les coûts et les recettes par personne-kilomètre. Le transport de plaisance est très coûteux, comme le témoigne le coût unitaire de 8,72 francs, en comparaison aux transports publics (1,10 francs).

Tableau 4-3: coûts et recettes unitaires du transport des personnes, 2010

En franc par personne-kilomètre	Transports de personnes					
	Lacs et rivières		Plaisance		Total	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	0,96		6,79		4,32	
Infrastructure	0,01		1,14		0,59	
Sécurité (interne et externe)	0,01		0,60		0,32	
Environnement (externe)	0,11		0,15		0,18	
Total coûts, recettes	1,10	0,98	8,68	6,79	5,40	4,33

4.3 Transport de marchandises

Le tableau 4-4, en deux volets, donne les comptes des deux catégories de transport de marchandises. Le taux de couverture des transports rhénans est supérieur à 100%, grâce à la rentabilité estimée des transports pour les sociétés de navigation rhénane.

Tableau 4-4: coûts et recettes des transports de fret et de marchandises, 2010

En 1'000 francs	Transports de marchandises					
	Lacs et rivières		Rhin - mi-chemin		Rhin - territorialité	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	14'044	0	111'095	0	0	0
Infrastructure	860	0	5'379	0	5'379	0
Sécurité (interne et externe)	163	0	3'210	0	0	0
Environnement (externe)	9'119	0	6'178	0	2'037	0
Total coûts, recettes	24'186	14'926	125'861	127'245	7'416	5'379
Taux de couverture	61,7%		101,1%		72,5%	

En 1'000 francs	Transports de marchandises Total (lacs, rivières et Rhin)			
	Transport de marchandises mi-chemin		Transport de marchandise - territorialité	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	125'139	0	14'044	0
Infrastructure	6'238	0	6'238	0
Sécurité (interne et externe)	3'373	0	163	0
Environnement (externe)	15'297	0	11'156	0
Total coûts, recettes	150'047	142'171	31'601	14'926
Taux de couverture	94,8%		47,2%	

Globalement, le transport de fret et de marchandises reste « déficitaires » (95%, mi-chemin)⁶⁴. Dans l'optique de la territorialité, les transports de marchandises ne sont pas considérés puisque ces transports se font pratiquement tous en dehors du territoire national. En revanche, le territoire suisse supporte bien le coût de l'infrastructure portuaire des deux cantons de Bâle, qui est couvert par les recettes des taxes portuaires payées par les sociétés de navigation, et les coûts de pollution des ports.

Le tableau 4-5 présentent les coûts et les recettes par tonne-kilomètre. Le transport de fret sur les lacs et rivières coûte relativement cher, soit 65 centimes par kilomètre et tonne. Le coût unitaire des dragues et chalands sur les lacs et rivières est dix fois supérieur à celui des transports rhénans (7,5 centimes). Il est évident que la répartition des coûts fixes sur un grand nombre de kilomètres et avec des bateaux plus grands permet de réduire significativement les coûts unitaires sur le Rhin.

Tableau 4-5: coûts et recettes unitaires des transports de frets et de marchandises, 2010

En franc par tonne-kilomètre	Transports de marchandises					
	Lacs et rivières		Rhin - mi-chemin		Transport de marchandises mi-chemin	
	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes	Coûts	Recettes
Moyens de transport	0,376		0,057		0,063	
Infrastructure	0,023		0,003		0,003	
Sécurité (interne et externe)	0,004		0,002		0,002	
Environnement (externe)	0,244		0,003		0,008	
Total coûts, recettes	0,647	0,399	0,064	0,065	0,075	0,071

⁶⁴ Dans l'interprétation de ces chiffres, il ne faut pas oublier que l'estimation des flux financiers du transport rhénan n'est pas fiable en raison de la participation d'une seule entreprise à l'enquête.

5 Remarques finales et recommandations

Au terme de ce travail d'estimation des comptes de la navigation, il y a lieu de tirer un bilan sur la précision et la fiabilité des résultats obtenus pour les quatre modes de transports de la navigation, c'est-à-dire le transport public de personnes, et le transport de fret sur les lacs et rivières suisses, le transport de marchandises sur le Rhin au départ et à l'arrivée des ports bâlois, ainsi que les déplacements de sports et de plaisance.

Globalement, les résultats obtenus pour l'année de référence (2010) sont, aux yeux des analystes ayant mené les estimations:

- statistiquement fiables dans le cas des deux premières activités (personnes et fret sur les lacs et rivières),
- raisonnablement fiables dans le cas de la plaisance et le sport
- insuffisamment fiables dans le cas des transports de marchandises sur le Rhin.

Pour les trois activités de transport de personnes et de marchandises, les chiffres sur les recettes et les coûts internes, ainsi qu'une partie des renseignements sur les aspects liés aux accidents et à l'environnement (coûts externes), ont été obtenus par la conduite d'une enquête auprès des sociétés de transport. Le taux de réponse est bon ou satisfaisant, sauf pour la navigation rhénane où seule une société, représentant 2% seulement des transports suisses sur le Rhin, a répondu au questionnaire, malgré de nombreuses démarches entreprises pour obtenir des réponses. Les réponses pour le transport de personnes couvrent 70% des personnes-kilomètre du secteur et 40% des tonnes-kilomètre dans le cas du fret transporté (sans les transports rhénans internationaux). A cet égard, les auteurs du rapport soulignent qu'ils ont pu compter sur la coopération des associations faitières des transports de personnes et de fret. Ce n'a pas été le cas pour les transports rhénans pour des raisons politiques vraisemblablement, malgré une démarche effectuée également par l'Office fédéral des transports.

Au niveau des transports rhénans, les estimations sont donc basées sur des extrapolations à partir d'une base de données insuffisante. Les estimations ont été soumises à des tests de plausibilité (par exemple comparaison avec une étude allemande sur les transports rhénans allemands). Cet examen montre que bien que les niveaux de coûts et de recettes soient globalement plausibles, le taux de couverture des coûts, soit la rentabilité des transports, repose sur celle de la seule entreprise répondante. Il est donc nécessaire de s'assurer la coopération des sociétés de navigation rhénanes (et de leur association), autant pour la révision des chiffres actuels de 2010 que pour la réalisation des comptes des années suivantes. Cela pourrait se faire relativement rapidement en y incluant dans le processus d'approche les acteurs publics intéressés (OFS, OFT, ARE...)

Dans le cas de la plaisance, les prestations ont été estimées à partir de l'effectif des bateaux (bateaux et voiliers à moteur) immatriculés dans les cantons. Les coûts ont été obtenus en recourant à des estimations par des experts, des gestionnaires de chantiers naval et d'autres acteurs de la navigation de plaisance. Pour l'infrastructure portuaire, il a été possible de consulter les comptes de plus de 30% des ports suisses. Il manque toutefois un choix représentatif de comptes de ports privés. Ainsi, il semble que les résultats obtenus donnent un bon ordre de grandeur du niveau des ressources engagés, bien que des relevés supplémentaires puissent améliorer la fiabilité des résultats.

En conclusion, les résultats pour le transport des personnes par les entreprises concessionnaires et le transport de fret en dragues et chalands sur les lacs et rivières suisses sont suffisamment précis pour figurer dans une prochaine publication du compte des transports. Il n'en va pas de même du compte des transports sur le Rhin, qui est plausible, mais qui n'est pas crédible du simple fait qu'il repose sur une seule entreprise observée. Pour la plaisance et le sport, qui n'entre pas dans le compte des transports pour des raisons conceptuelles, les

chiffres obtenus donnent un bon ordre de grandeur, mais l'amélioration de leur fiabilité nécessite la réalisation de relevés complémentaires.

6 Bibliographie

- ARE (2002), Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz 1998.
- ARE (2004), Externe Lärmkosten des Strassen- und Schienenverkehrs der Schweiz, Aktualisierung für das Jahr 2000. Bern.
- ARE (2004), Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz, Aktualisierung für das Jahr 2000, Bern.
- ARE (2004), Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft - Monetarisierung der Verluste und Fragmentierung von Habitaten.
- ARE (2006), Externe Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs 2000, Klima und bisher nicht erfasste Umweltbereiche, städtische Räume sowie vor- und nachgelagerte Prozesse, Bern.
- ARE (2006), Unfallkosten im Strassen- und Schienenverkehr der Schweiz Aktualisierung für die Jahre 1999 bis 2004.
- ARE (2010), Coûts externes 2006-2007, Calcul des coûts externes des transports en Suisse.
- ARE (2012), Coûts externes 2005-2009, Calcul des coûts externes des transports routier et ferroviaire en Suisse.
- ARE (2012), Darstellung der Berechnungsmethoden der externen Kosten des Strassen- und Schienenverkehrs 2005-2009 sowie des Luftverkehrs 2010.
- ARE & BAFU (2008), Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz - Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten.
- ARE & OFROU (2006). Les avantages des transports, Synthèse des projets partiels 1–4
- Arnold M., Schwarzwälder B., Beer-Tóth K., Zbinden M., Baumgart K. (2009), Mehrwert naturnaher Wasserläufe. Untersuchung zur Zahlungsbereitschaft mit besonderer Berücksichtigung der Erschliessung für den Langsamverkehr. Umwelt-Wissen Nr. 0912. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Asplund T.R. (2000), The Effects of Motorized Watercraft on Aquatic Ecosystems, University of Wisconsin.
- Association des entreprises suisses de navigation AESN (2007), Factsheet VSSU, Zürich.
- Association des services de la navigation (2011), Schiffsstatistik, Berne.
- BAFU (2009), SonBase – die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz. Grundlagen. UmweltWissen Nr. 0908. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU (2010), Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1990–2035. Aktualisierung 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1021.
- BAFU (2011, NABEL – Luftbelastung 2010. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1118.
- Bastien D., Demers A., Dénommée L., Rancourt E. (2007), Impacts environnementaux des embarcations motorisées et des sports nautiques sur le lac Massawippi, Cap-diamant
- Bfu (2011), Statistik der tödlichen Sportunfälle, Bern.
- Bonny A. (2010). Outils et stratégies d'action pour une plaisance nautique durable: le cas du lac Léman, Université de Lausanne.
- Bosch & Partner (1993). Faktische Grundlagen für die Ausgleichsabgaberegulierung (Wiederherstellungskosten). Forschungsbericht i.A. der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie (BFANL), Königsdorf.

- Bosch & Partner (1998), Handlungsanleitung zur flexiblen Ermittlung und Umsetzung von Kompensationsmassnahmen in der Stadt Oberhausen. Beauftragt durch die Stadt Oberhausen. Herne.
- Brazzini-Mourier S., Boucher J. (2008), Tendre vers une gestion durable des ports de plaisance : le cas du Léman
- BUWAL (2004), Modelling of NO₂ and benzene ambient concentrations in Switzerland 2000 to 2020.
- BUWAL (2004), Modelling of PM₁₀ and PM_{2.5} ambient concentrations in Switzerland 2000 to 2010.
- BUWAL (2005), Konsequente Umsetzung des Verursacherprinzips, Umwelt-Materialien Nr. 201, Bern.
- Carbura (2010), Rapport annuel de gestion.
- CCNR (2002), Evolution économique de la navigation rhénane – statistiques de la navigation rhénane et intérieure.
- CCNR (2012). Rapport biennal 2010-2011.
- CDNI (2011). Convention relative à la collecte, au dépôt et à la réception des déchets survenant en navigation rhénane et intérieure, Strasbourg.
- CE Delft, Infras, Fraunhofer ISI (2011). External Costs of Transport in Europe Update Study for 2008 Delft, CE Delft.
- CIPEL (2006). Synthèse de l'étude des rives du Léman et de leur potentiel de renaturation.
- Commissariat général au développement durable (2011), les comptes des transports en 2010 tome 1, Paris
- Conseil fédéral (2009), Rapport sur la politique suisse en matière de navigation du 14 octobre 2009 (FF 20096935), <http://www.admin.ch/ch/f/ff/2009/6935.pdf>
- Cosandey S. (2010). La nidification du Grèbe huppé aux Grangettes et au Bouveret (VS), Gymnase Auguste Piccard.
- De Bosset (1992), Seekarte Vierwaldstätter See: mit detaillierten Hafenplänen, Mutrux
- De Bosset (1993), Seekarte Thunersee: Brienzersee, Wohlensee am Verso : mit detaillierten Hafenplänen, Mutrux
- De Bosset (1995), Die handliche Seekarte der Zürichsee, Walensee & Zugersee: mit detaillierten Hafenplänen, Mutrux
- De Bosset (2000), Carte marine du Léman, Bosco yachting services, Kirchberg
- De Bosset (2002), Carte marine et plans de ports des lacs de Neuchâtel, Bienne, Morat et Aar, Bosco yachting services, Kirchberg
- De Bosset (2003), Seekarte Bodensee: Rhein bis Schaffhausen : mit detaillierten Hafenplänen, Kirchberg
- Douçot, D., Brandenburg P., Piers de Raveschoot S., Roussel C. (2007). Durabilité Environnementale des Ports de Plaisance sur le Lac Léman, EPFL.
- ECNI (2009). L'impact environnemental du nautisme – une approche du cycle de vie pour une plaisance bleue, seconde édition.
- Ecoinvent (2010). Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods, Data v2.2, Report no.3, St-Gallen.
- Ecoplan (2010), Kosten der Demenz in der Schweiz - Schlussbericht, Bern.
- Ecoplan, Metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr - Kommentar zur VSS-Grundnorm, Bern.
- Ecoscan (2010). Extension du port de Rolle – Rapport d'impact sur l'environnement (EIE)

- Égert B. (2011). Politiques environnementales de la France: Internaliser les externalités globales et locales, Éditions OCDE.
- Expert Panel on Noise (EPoN) (2010). Good practice guide on noise exposure and potential health effects, Luxembourg.
- GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (2007). Estimates of oil entering the marine environment from sea-based activities. Rep. Stud. GESAMP No. 75.
- GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) (2009). Pollution in the open ocean: a review of assessments and related studies. Rep. Stud. GESAMP No. 79.
- Goffin, Naves (2011), planning paper 109 : comptes satellites des transports en 2005, Belgique (<http://www.plan.be>)
- Guillon-Cottard I., Augier H., Console J.J., Esmieu O. (1998). Study of microbiological pollution of a pleasure boat Harbour using mussels and bioindicators, Marseilles.
- Honsberger P. (1995). Construction du port des Garinettes (Vallamand) – Rapport d'impact sur l'environnement (EIE). Consulté chez Ecoscan SA le 10 août 2012.
- IEEP (2011). Costing the environmental needs related to rural land management, London.
- INERIS (2004). Effets des dépôts atmosphériques de soufre et d'azote sur les sols et les eaux douces en France.
- Infras (2004), External cost of transport – Update study
- Infras (2011), Datenverfügbarkeit und Berechnung der Bunker Fuels, Berne/Zürich
- Infras, CE Delft, Fraunhofer Gesellschaft (ISI), University of Gdansk (2008). Handbook on estimation of external costs in the transport sector, Internalisation measures and policies for all external costs of transport (IMPACT), version 1.1. Delft, CE.
- Infras/Ecoplan (2006), Transportkostenrechnung (TRAKOS), im Auftrag der Bundesämter für Statistik BFS und Raumentwicklung ARE, Zürich und Bern
- Infras/Ecoplan (2008), Im Auftrag der Bundesämter für Statistik BFS und Raumentwicklung ARE: WEITERENTWICKLUNG DER TRANSPORTRECHNUNG Zürich und Bern, 2008.
- Infras/Ecoplan (2012), Integration des Luftverkehrs in die Transportrechnung für Bundesamt für Statistik (BFS), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Zürich/Berne.
- Internationale Schifffahrtskommission für den Bodensee (ISKB) (2001 ff), Bodensee-Schiffsstatistik
- Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (2004), Der Bodensee Zustand – Fakten – Perspektiven, Bregenz.
- IPCC (2007), Climate change 2007: Synthesis report.
- Jutzi V. (2007). Analyse et modélisation des flux de polluants pour un modèle de port de plaisance lémanique. Travail personnel de recherche, Université de Lausanne
- Kiss A.-C. (1987), "Tchernobâle" ou la pollution accidentelle du Rhin par des produits chimiques. Dans: Annuaire français de droit international, volume 33.
- Leippert F. (2011), Bunker fuels Bodensee/Genfersee - Datenverfügbarkeit und Berechnung der Bunker Fuels
- LITRA service d'information pour les transports publics (2008), la navigation sur le Rhin et les ports rhénans chaîne de transport durable au potentiel inexploité, Berne.
- LITRA service d'information pour les transports publics (2011), les transports en chiffres 2011, Berne
- Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN)

Lutte contre l'érosion sur la rive sud du lac de Neuchâtel – Bilan 1999-2004 du tronçon pilote de Cheseaux-Noréaz (VD). Résumé du rapport final de l'entreprise de correction fluviale.

McCarthy J.E. (2009). Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions from Ships

Miquet A., Favre E. (2007). Les cahiers techniques: les roselières des fleuves et des lacs.

Niemann S., Fahrni S., Brügger O. & Cavegn M. (2008). Unfallgeschehen in der Schweiz: bfu-Statistik 2008. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung.

OCDE (2007), Les incidences sur l'environnement du transport de marchandises, Paris.

OCDE (2011), Impacts environnementaux de la navigation: Le rôle des ports, Éditions OCDE.

OFEV (2009), Pollution sonore en Suisse. Résultats du monitoring national SonBase. Etat de l'environnement N° 0907. Office fédéral de l'environnement, Berne.

OFEV (2012), Switzerland's greenhouse gas inventory – National inventory report, Berne.

OFEV/OFT (2010), Rapport sur le projet législatif concernant le trafic marchandises, Berne

OFS (2000), Navigation rhénane de 1990 à 1997: ports des deux Bâle, Neuchâtel

OFS (2005), Gesamtkonzept Mobilitäts- und Verkehrsstatistik Schweiz. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel 2005.

OFS (2006), Compte de transport, année 2003, Neuchâtel.

OFS (2008), Recensement des entreprises: établissement selon année, canton, NOGA, Neuchâtel

OFS (2009), Compte de transport, année 2005, Neuchâtel.

OFS (2011), Statistique des transports publics, autres moyens de transport: définitions des variables, Neuchâtel.

OFSP (2010). Procédés reconnus destinés au traitement de l'eau potable, Berne.

Oggier P., Righetti A., Bonnard L. (Eds., 2001), Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrs- infrastrukturen COST 341. Umwelt-Wissen Nr. 0714 (2. aktualisierte Auflage der BUWAL-Schriftenreihe Umwelt Nr. 332). Bundesamt für Umwelt; Bundesamt für Raumentwicklung; Bundesamt für Verkehr; Bundesamt für Strassen. Bern.

OMI (2011), Recyclage des navires: Rapport du Groupe de travail par correspondance inter-sessions sur les directives relatives au recyclage des navires - Directives pour le recyclage sûr et écologiquement rationnel des navires.

Ordonnance portant exécution de la Convention du 9 septembre 1996 relative à la collecte, au dépôt et à la réception des déchets survenant en navigation rhénane et intérieure

Ordonnance sur la navigation dans les eaux suisses (ONI)

Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN)

Ordonnance sur la réduction des risques liés à l'utilisation de substances, de préparation et d'objets particulièrement dangereux (ORRChim)

Ordonnance sur les contre les substances et les préparations dangereuses (OChim)

Ordonnance sur les prescriptions relatives aux gaz d'échappement des moteurs de bateaux dans les eaux suisses (OEMB)

Ott W., Baur M., Iten R., Vettori A. (2005), Konsequente Umsetzung des Verursacherprinzips.

PLANCO (2007). Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Bahn und Wasserstraße, Essen.

PLANCO Consulting/Bundesanstalt für Gewässerkunde (2007), Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer. Vergleich der Verkehrsträger Strasse, Bahn und Wasserstrasse. Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse, Essen.

ProNatura (2006), Quelles aires protégées pour la Suisse?

Ramseyer D. (1996), M-J Lambert Archéologie et érosion: mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres.

Rütter und Partner – „concertgroup“ (2004): Schifffahrt Thuner- und Brienzersee (BLS) und Bielersee (BSG), Abklärung der volkswirtschaftlichen Bedeutung und der Wichtigkeit für die Tourismuswirtschaft, Rüschlikon.

Schäffeler U. & Keller M. (2008), Consommation de carburant et émissions polluantes du secteur non routier. Etude pour la période 1980–2020. Connaissance de l'environnement no 0828. Office fédéral de l'environnement, Berne.

Schweizerische Rheinhäfen (2011), Jahresbericht 2010, Basel.

Secrétariat de la Commission Centrale pour la Navigation du Rhin-Palais du Rhin (2010), Standards de déchargement et prescriptions relatives au dépôt et à la réception en vue de l'autorisation du déversement des eaux de lavage, de précipitation et de ballastage contenant des résidus de cargaison, Strasbourg.

Sogreah, Arcadis, Ingerop (2005), Etude de l'impact du batillage sur les berges de l'Oise.

Sommer H., Brügger O., Lieb C. & Niemann S. (2007). Volkswirtschaftliche Kosten der Nicht-berufsunfälle in der Schweiz: Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit (bfu-Report 58). Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung.

Speranza C. (2007), Coûts liés à la réduction des micropolluants dans l'eau potable, étude de cas dans la commune de Lausanne, travail de diplôme heig-vd.

TNO (2005), Stocktaking study on the current status and developments of technology and regulations related to the environmental performance of recreational marine engines, Delft.

Turner A. (2009), Marine pollution from antifouling paint particles, University of Plymouth.

Union Pétrolière (2009). Rapport annuel de gestion.

UNITE (2002), The pilot accounts for Switzerland (Suter, Schreyer et. al.), UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency), Deliverable 5, Annex 2, funded by the 5th Framework RTD Programme, ITS, University of Leeds, Leeds. January 2002 (http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/downloads/D5_Annex2.pdf).

Verband Schweizerischer Bagger- und Lastschiffbesitzer (2009), Leistungsdaten, Mitgliederbefragung 1997-2008, Flüelen

Viridis (2012), Elargissement du port de la nautique à Genève – Rapport d'impact sur l'environnement (EIE)

VSS (2009). Analyse coûts/avantages du trafic routier, norme SN 641 828, Zürich.

WHO (2011), Burden of disease from environmental noise

Annexes

Annexe 1: liste des entretiens

03.05.12 : Entretien à Lausanne avec Mme Amanda Mélis et M. Adrien Bonny de l'Organisation mondiale des Yachts-Clubs et des ports écologiques (OMYP) – ONG pour la préservation et la revalorisation des sites portuaires

10.05.12 : Entretien à St-Aubin avec M. Stéphane Allemanno, propriétaire du chantier naval Bois Marine SA – Discussion sur les estimations de coûts et des prestations de transport de la navigation de sport et plaisance.

27.06.12 : Entretien à Berne avec Mme Christina Hürzeler de l'ARE – Externalités des transports

31.07.12 : Entretien téléphonique avec M. Hans Buser de l'entreprise Nateco (économie de l'environnement) – Discussion sur les atteintes à l'environnement des transports et sur l'évaluation monétaire du volet « nature et paysage »

17.08.12 : Entretien téléphonique avec M. Christian Meisser de l'entreprise Viridis-Environnement – Discussions sur les atteintes à la nature et à l'eau de la navigation et des infrastructures (étude d'impact du nouveau port de la nautique à Genève)

20.08.12 : Entretien à Lausanne avec Dr. Nathalie Chèvre de l'Université de Lausanne (Institut de politiques territoriales et d'environnement humain) – Discussion sur l'écotoxicologie de l'eau en lien avec l'activité de la navigation (volet « qualité de l'eau » et « nature et paysage »)

20.08.12 : Entretien à Lausanne avec M. Michaël Gaberthuel (Directeur finances et administration) de CGN SA – Discussion générale sur la partie interne et externe du compte (chiffres et impacts du transport de personnes)

21.08.12 : Visite au VSSU (Verband Schweizerischer Schifffahrtsunternehmen) à Zürich avec M. Konrad Eberle (président de l'association des entreprises de navigation suisses et Mme. Susy Senn (collaboratrice) – Discussion sur les entreprises concessionnaires et le contenu ainsi que les modalités de l'enquête concernant les entreprises concessionnaires.

20-30.08.12 : Entretien téléphonique avec les polices de la navigation & brigades des lacs des cantons de Vaud; Genève et Fribourg. Un contact avec la police du Rhin est en cours.

20-30.08.12 : Entretien téléphonique avec le WWF, Equiterre et ProNatura et le CIPEL

22.10.2012 : Entretien téléphonique avec M. Franzsepp Arnold, président de l'Association des propriétaires suisses de dragues et chalands

23.10.2012 : Entretien avec les responsables du service des eaux du canton de Berne et du canton de Vaud, M. Bernhard Schudel et M. Phillipe Hohl – discussion sur les coûts d'entretien des canaux incombant à la navigation.

26.10.2012 : Visite au VSSU (Verband Schweizerischer Schifffahrtsunternehmen) à Zürich avec M. Konrad Eberle (président de l'association des entreprises de navigation suisses et Mme. Susy Senn (collaboratrice) – deuxième discussion sur certaines modifications de l'enquête finale et arrangement pour l'envoi

26.10.2012 : Visite aux ports bâlois Schweizerische Rheinhäfen, Basel avec M. Martin Nusser, directeur financier et administratif et Rebecca Gebhard, collaboratrice – discussion sur la structure des coûts et recettes des ports et des entreprises membres.

20.11.2012 : Visite au chantier naval de Gland avec M. Urs Gamper, propriétaire et directeur du chantier – Discussion sur les estimations de coûts et des prestations de transport de la navigation de sport et plaisance, ainsi que sur les différentes pratiques à impacts environnementaux.

22.11.2012 : Entretien téléphonique avec M. André Auderset, Président de la Schweizerische Vereinigung für Schifffahrt und Hafenwirtschaft

30.11.2012 : Entretien téléphonique avec M. Heinz Amacker, directeur du groupe Danser Switzerland AG à Bâle – discussion au sujet de l'enquête « transport navigation rhénane ».

Décembre 2012 – avril 2013 :

- divers entretiens avec responsables d'entreprises de transports de marchandises sur le Rhin, avec et après l'envoi du questionnaire et des rappels
- contact avec M. Gerhard Kratzenberg de l'Office fédéral des transports (interventions à Bâle)

La section sur les coûts externes en particulier a été soumise aux experts suivants:

- Expert "Air" : M. Harald Jenk, division protection de l'air et produits chimiques de l'OFEV, section trafic
- Expert "Nature et paysage" : M. Daniel Arn, division espèces, écosystème et paysages de l'OFEV, section qualité du paysage et services écosystémiques
- Expert "Bruit" : M. Dominique Schneuwly, division bruit routier et RNI de l'OFEV, section bruit routier
- Expert "Eau" : M. Benjamin Sollberger, division eaux de l'OFEV, section qualité des eaux de surfaces

Annexe 2: effectifs des bateaux

vks

ASSOCIATION DES SERVICES DE LA NAVIGATION
VEREINIGUNG DER SCHIFFFAHRTSAMTER
ASSOCIAZIONE DEI SERVIZI DELLA NAVIGAZIONE

Schiffsarten nach Kantonen / genre de bateaux par cantons 2011

Stand 30.09.2011

Kanton	Schiffe mit Maschinenantrieb Bateaux motorisés	Schiffe ohne Maschinenantrieb Bateaux non motorisés	Segelschiffe mit Maschinenantrieb Bateaux à voile motorisés	Segelschiffe ohne Maschinenantrieb Bateaux à voile non motorisés	Schwimmende Geräte Engins flottants	Schiffe bes. Bauart Bateaux de construct. part.	Total
ZH	5'698	1'269	1'888	1'981	27	1	10'864
BE	8'001	787	2'033	1'436	9	1	12'267
LU	2'478	271	887	513	3	1	4'153
UR	308	19	130	38	6	0	501
SZ	4'259	162	953	224	5	18	5'621
OW	964	74	63	90	1	0	1'192
NW	1'543	48	270	59	9	0	1'929
GL	402	12	96	46	0	1	557
ZG	1'252	79	299	370	3	0	2'003
FR	3'443	293	1'552	549	0	17	5'854
SO	698	51	11	32	1	0	793
BS	237	54	10	18	9	4	332
BL	270	35	21	76	0	0	402
SH	1'075	239	22	21	0	0	1'357
SG	3'485	158	1'015	346	0	0	5'004
GR	202	496	12	170	0	0	880
AG	1'686	299	469	495	2	0	2'951
TG	4'378	365	2'070	789	5	1	7'608
TI	5'734	284	680	394	7	30	7'129
VD	9'222	757	4'281	1'987	13	8	16'268
VS	729	182	341	83	4	0	1'339
NE	2'322	190	1'329	590	22	4	4'457
GE	3'345	195	2'984 *	0 *	46	1	6'571
JU	23	25	1	1	0	0	50
TOTAL	61'754	6'344	21'417	10'308	172	87	100'082

* = keine getrennte Statistik der beiden Schiffarten / total des deux genres de bateaux

Annexe 3: amélioration des coefficients d'émissions

Taux annuel d'amélioration des coefficients d'émissions	PM	NOx	CO2
Chalands	-5%	-3%	-0%
Barges	-5%	-3%	-0%
Bateau - transport de personnes - diesel	-6%	-3%	-0%
Bateau - transport de personnes - vapeur	0%	0%	0%
Ferry	-5%	-3%	-0%
Voilier à moteur	-3%	-1%	-0%
Canots	-4%	-2%	-0%

Annexe 4: coûts spécifiques - pertes d'habitats

Code GIS	Mesures	
	Début des travaux	Soins jusqu'à maturité
Source		
2500 (1,3)	Développement à partir d'une surface déblayée (biotope initial)	Durée de développement moyenne en année: 20 ans
	Eaux calmes mésotrophes (biotope cible)	
	Installation de chantier Modelage et densification du sol Plantation d'espèces adaptées au milieu (plantation initiale) Délimitation d'une zone tampon de 15m de large	Retirent de la boue pour enlever les substances nutritives (chaque 10 ans) Fauche de la zone tampon chaque 3 à 5 ans
2500 (1,3)	Terre arable/prairie (biotope initiale)	Durée de développement moyenne en année: 20 ans
	Eaux calmes temporaires (biotope cible)	
	Installation de chantier Installation d'une excavation en auje sans afflux ni écoulement (2m de profondeur) Modelage et densification du sol Délimitation d'une zone tampon de 15m de large	Retirent de la boue chaque 10 à 20 ans Fauche de la zone tampon chaque 3 à 5 ans
2200 - 2300 (1,3)	Eaux courantes régulées (biotope initial)	Durée de développement moyenne en année: 75 ans
	Eaux courantes non régulées (biotope cible)	
	Installation de chantier Destruction des infrastructures de régulation existantes (tubage) Modelage et densification du sol Plantations éparses pour contenir / renforcer les berges de manière naturelle de la zone riveraine Erection d'une culture de protection pour éloigner le bétail Soins de développement	Renforcement de l'activité agricole dans les zones d'inondation, pour le terrain concerné (2*50m de large) Rajeunissement des oseraies, taille tous les 10 ans

Annexe 5: déchets de la navigation sur le Rhin

Règlements d'application⁶⁵

La Convention de Strasbourg du 9 septembre 1996 relative à la collecte, au dépôt et à la réception des déchets survenant en navigation rhénane et intérieure, a été approuvée par six pays, concernant leur navigation intérieure : le Grand-Duché de Luxembourg, la Suisse⁶⁶, les Pays-Bas, la Belgique, l'Allemagne et la France.

L'objectif principal de cette Convention est la protection de l'environnement et l'amélioration de la sécurité de la navigation intérieure. Pour parvenir à cet objectif, la Convention recherche une meilleure maîtrise de la production de déchets et définit les options suivantes:

- une collecte sûre et séparée et l'évacuation consécutive des déchets produits à bord,
- la prise en charge, par le responsable de la production des déchets, du coût de leur collecte et de leur évacuation,
- la mise en œuvre de réglementations uniformes dans tous les pays cosignataires de la Convention, afin d'éviter les distorsions de concurrence.

Partie A : Collecte, dépôt et réception des déchets huileux et graisseux survenant lors de l'exploitation du bâtiment

La première partie du Règlement d'application porte sur la question des déchets produits par l'exploitation des bateaux. Il s'agit en particulier des déchets présents dans la salle des machines : huiles usagées, eaux de cale, graisses, chiffons, filtres usagés, etc. Leur production dépend de l'utilisation du bateau : s'il navigue beaucoup, il y aura plus de déchets que s'il navigue moins ou peu. Le volume de déchets est également fonction de l'équipement technique et de l'état des installations de la salle des machines. La fréquence de déchargement de ces déchets pour chaque bateau est donc variable, mais tous les bateaux doivent inévitablement s'en débarrasser plusieurs fois au cours de l'année.

Depuis les années 60, il existe sur le Rhin (Allemagne, Pays-Bas et Suisse) pour la vidange de ces bateaux, un réseau de bateaux déshuileurs permettant aux usagers des voies de navigation intérieure de se débarrasser gratuitement de ces déchets. En Suisse, il s'agit du « BIBO-Boot » qui navigue autour des ports Bâlois⁶⁷ et qui collecte gratuitement cette catégorie de déchets pour tous les bateaux naviguant sous n'importe quel pavillon.⁶⁸ Le financement de ces bateaux déshuileurs est couvert par une partie des taxes sur les carburants, et est redistribués aux différentes collectivités (cantons, Länder, etc.) sur une base particulière. À compter du 1er janvier 2011, chaque bateau paie en effet une rétribution d'élimination des déchets se montant à 7,50 € par 1.000 litres de gazole avitaillé (en franchise de taxes). Depuis la mise en place de ce système, la collecte « gratuite » (sur la base du principe de pollueur payeur donc) des déchets est devenue possible sur l'ensemble de la superficie cou-

65 Source principale du texte : <http://www.cdni-iwt.org/11030000-fr.html>

66 Ordonnance portant exécution de la Convention du 9 septembre 1996 relative à la collecte, au dépôt et à la réception des déchets survenant en navigation rhénane et intérieure

67 Nous sommes toujours en attente de la comptabilité liée à ce bateau-déshuileur de la part du port Bâlois. Celle-ci devrait permettre d'extrapoler un coût par les bateaux marchandises sur les eaux des lacs et rivières suisses, sur lesquelles ce genre de bateaux ne navigue pas.

68 L'organisation de la collecte est confiée ou supervisée par une institution nationale. Dans chaque pays est mis en place un réseau de stations de collecte permettant de desservir au mieux les usagers des voies de navigation intérieure. Dans la plupart des cas il s'agit de bateaux déshuileurs, qui viennent à couple tandis que le bateau fait route, et il existe aussi quelques stations fixes.

verte par la CDNI. Les coûts de ces déchets sont donc internalisés quasiment dans leur intégralité.⁶⁹

Partie B : Collecte, dépôt et réception des déchets liés à la cargaison

La seconde partie du Règlement d'application régit les mesures à prendre concernant les résidus et déchets résultant du transport de marchandises. La cargaison est une source importante de déchets potentiels, mais tous les types de cargaison ne sont pas susceptibles au même degré de générer des pollutions. De même, tous les types de cargaison n'ont pas le même potentiel d'impact sur l'environnement en cas de présence de traces de produits transportés dans les eaux de surface. Certains produits se dissolvent effectivement dans l'eau et de ce fait, rendent le traitement de celle-ci encore plus coûteux. C'est pourquoi le premier objectif du règlement de la Convention est de prévenir autant que possible l'apparition de résidus de cargaison, c'est-à-dire d'éléments de cargaison qui vont devoir être éliminés et traités comme déchets. Celui-ci vise donc à faire supporter les coûts de la pollution et donc également le coût de son élimination par la partie la plus diligente au sein de la chaîne logistique : le donneur d'ordre de l'opération de fret.⁷⁰ Le destinataire de la cargaison joue également un rôle important dans ce processus. En particulier, c'est à lui que revient le soin d'un déchargement optimisé et de l'élimination des résidus de cargaison. Les résidus et reliquats de cargaison doivent en effet être pris en charge par le destinataire de la cargaison. L'exécution correcte de la procédure est attestée par une attestation de déchargement par laquelle se conclut une opération de fret menée à bien, et qui doit être conservée à bord, à disposition des autorités compétentes, pour vérification. Ce système assure une minimisation des coûts externes de cette deuxième catégorie de déchets sur les eaux du Rhin.

Partie C : Collecte, dépôt et réception des autres déchets survenant lors de l'exploitation du bâtiment

Le groupe de déchets visés par la partie C est constitué par les résidus des catégories des déchets huileux et graisseux, d'une part, et des déchets de cargaison, d'autre part. La Partie C concerne plus particulièrement les activités ménagères à bord, pour lesquelles il faut distinguer entre le vaste groupe des bateaux à marchandises et la flotte des bateaux à passagers.

La réglementation contenue dans la Convention concernant les bateaux à marchandises assure une prise en charge de ces déchets au sein même de l'activité.⁷¹ Les bateaux à passagers requièrent, eux, un traitement particulier. Ces bateaux peuvent transporter des passagers en grand nombre, ce qui rend une attention particulière au traitement des déchets domestiques nécessaire.⁷²

69 Le dépôt a lieu sur la base de certaines règles. On ne peut se débarrasser purement et simplement de n'importe quelle eau de cale ou huile usagée, ou de n'importe quel volume de déchets. Selon la règle de base, il doit s'agir de produits « issus de l'activité normale de l'entreprise ». Cela signifie que, par exemple, un volume de déchets généré à la suite d'une avarie ne peut être accepté sans autre forme de procès. Les déchets composés de produits chimiques ne peuvent pas non plus être éligibles au dépôt gratuit, en raison du très substantiel supplément de coût que va entraîner leur traitement par rapport à l'eau de cale « issue d'une activité normale ». Le cas échéant, le dépôt pourra se faire moyennant finances.

70 C'est en effet lui qui dispose des connaissances et des moyens nécessaires pour optimiser le processus de déchargement, pour rendre les éventuels résidus de cargaison récupérables après recyclage, et de ce fait doit supporter – via la formation du prix du fret – les coûts d'un éventuel traitement de ces résidus.

71 Des dépôts de déchets aisément accessibles, localisés à proximité des sites où s'amarrent les bateaux, et un mode de financement forfaitaire intégré autant que faire se peut avec les autres prélèvements obligatoires en vigueur.

72 Les déchets domestiques, provenant de l'exploitation des bateaux, doivent être déposés par les bateaux auprès de services spécialisés ; leur traitement à bord n'est pas autorisé, et leur dépôt donne habituellement lieu à paiement.

La réglementation relative aux eaux usées domestiques consiste en une interdiction de déversement pour les bateaux transportant 50 passagers et plus ; cette interdiction peut s'appliquer de deux manières : stockage des eaux usées à bord, dans des réservoirs réservés à cet effet, et dépôt au port (par branchement sur les égouts ou de toute autre manière) ; traitement sur le bateau dans une station d'épuration à bord approuvée ; dans ce cas la fraction purifiée peut être déversée à la surface de l'eau, ce qui donne au bateau une meilleure autonomie vis-à-vis de cette contrainte. Les boues de curage produites par ce procédé doivent être confiées pour traitement à des entreprises agréées. A nouveau, ceci assure une internalisation de la majorité des coûts.