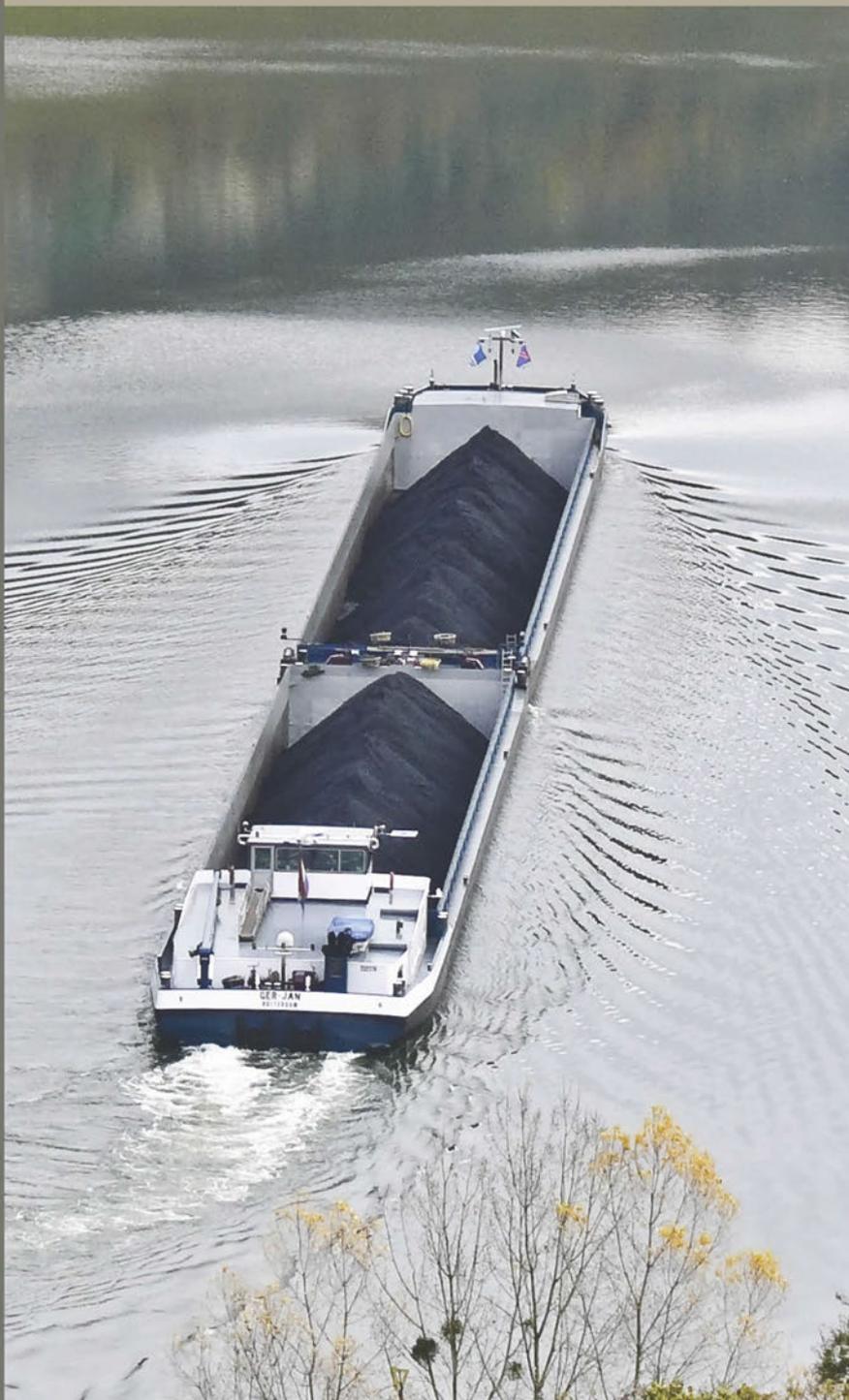


Service de la Navigation

La Moselle - voie navigable

Fascicule IV

La Moselle en chiffres



- Évolution des activités de transport
- Flotte des bateaux
- Navigation touristique et de plaisance
- Impact économique
- Atouts & perspectives d'évolution
- Hydraulicité & conditions de navigation
- Paramètres hydrométriques

juin 2015

LA MOSELLE EN CHIFFRES

Mémento commenté des données statistiques relatives à l'évolution des activités fluviales et aux paramètres hydrométriques.



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Service de la navigation

Avant-propos

Le Service de la Navigation a le plaisir de vous présenter un document regroupant les chiffres clés reflétant l'évolution de la navigation mosellane depuis l'ouverture de la Moselle en 1964 à la navigation moderne. Comme déterminant largement les conditions d'exploitation de la Moselle en tant que voie navigable, le contexte hydrométrique est également abordé au travers d'indicateurs et de paramètres hydrologiques spécifiques.

L'objectif de la présente publication est d'apporter au lecteur intéressé un aperçu des différentes facettes des activités sur la Moselle médiane et de mettre en évidence l'impact et le potentiel économique et écologique de ce mode de transport qui n'occupe guère le devant de la scène et dont l'importance n'est rarement appréciée à sa juste valeur.

Le Service de la Navigation vous souhaite une agréable et édifiante lecture.





Sommaire

	page
<u>I) Transports de fret et de personnes</u>	
Les chiffres clés du trafic mosellan de 2014	5
L'évolution des flux de transport	6
La nature du fret transporté en 2014 sous la loupe	9
Le flux de marchandises suivant économies bénéficiaires	16
Les mouvements de bateaux	18
La flotte des bateaux opérant sur la Moselle	20
Le transport fluvial - un mode moderne, respectueux de l'environnement	22
La révolution de la conteneurisation	23
La Moselle dans le réseau des voies d'eau européennes	24
La navigation touristique, sportive et de plaisance	26
Les activités du port de Mertert	31
L'impact économique de la voie navigable mosellane.....	32
Une réalité trop souvent ignorée	34
Les perspectives d'évolution du transport mosellan	36
<u>II) Hydrométrie et paramètres d'exploitation</u>	
Hydraulique & Hydrométrie / Conditions de navigation	40
Hydraulique & Hydrométrie / Conditions d'exploitation de la voie navigable	42
Gestion des ressources hydrauliques - Limnigrammes & courbes des débits classés	46
<u>III) Glossaire</u>	50

I) Transports de fret et de personnes

Trafic aux écluses de Coblenche et de Grevenmacher entre 1964 et 2014	7
Le trafic transitant par l'écluse de Grevenmacher sous la loupe	8
La nature du fret transporté sous la loupe	9
La nature du fret transporté sous la loupe - évolution par groupe de marchandises	12
La nature du fret transporté sous la loupe - chiffres détaillés	14
Le flux de marchandises acheminé par la Moselle suivant économies bénéficiaires	16
Répartition structurelle du trafic à l'écluse de Grevenmacher	18
Mouvements de marchandises suivant la nationalité des bateaux porteurs	19
Mouvements des bateaux à marchandises suivant leur nationalité	19
Carte du réseau européen des voies d'eau	24
Évolution de la navigation touristique et de plaisance	29

II) Hydrométrie et paramètres d'exploitation

Principe de subordination des états d'exploitation à l'hydrométrie	40
Relation débit / niveau d'eau	41
Chiffres caractérisant les années hydrologiques	41
Crues historiques par ordre d'intensité	43
Période de retour des crues à Stadtbredimus.....	44
Durée et nature des événements ayant affecté les conditions d'exploitation	45
Température de l'eau de la Moselle	45
Gestion des ressources hydrauliques - Linnigrammes	46+47
Gestion des ressources hydrauliques - Courbes des débits classés	48+49



Chapitre I)

Transports de fret et de personnes



Les chiffres clés du trafic mosellan en 2014



- **7,579795 millions de tonnes** de marchandises diverses ont transité à l'écluse de Grevenmacher.
 - **13,206015 millions de tonnes** de fret acheminées à Coblenze, point de raccordement du bassin mosellan avec le réseau rhénan.
 - **9,88 % de régression du volume de fret** acheminé par voie fluviale par rapport à 2013.
 - **5694 bateaux à marchandises** ont opéré en 2014 dans le secteur germano-luxembourgeois.
 - **1681 bateaux à passagers, de croisière et de plaisance** ont boosté en 2014 le tourisme local et régional.
- Le palmarès des groupes de marchandises se lit pour 2014 comme suit:
- 1) produits agricoles, sylvicoles et apparentés (part de marché : 34,85 %)
 - 2) combustibles minéraux solides (part de marché : 23,20 %)
 - 3) minerais et déchets de métaux (part de marché : 11,02 %)



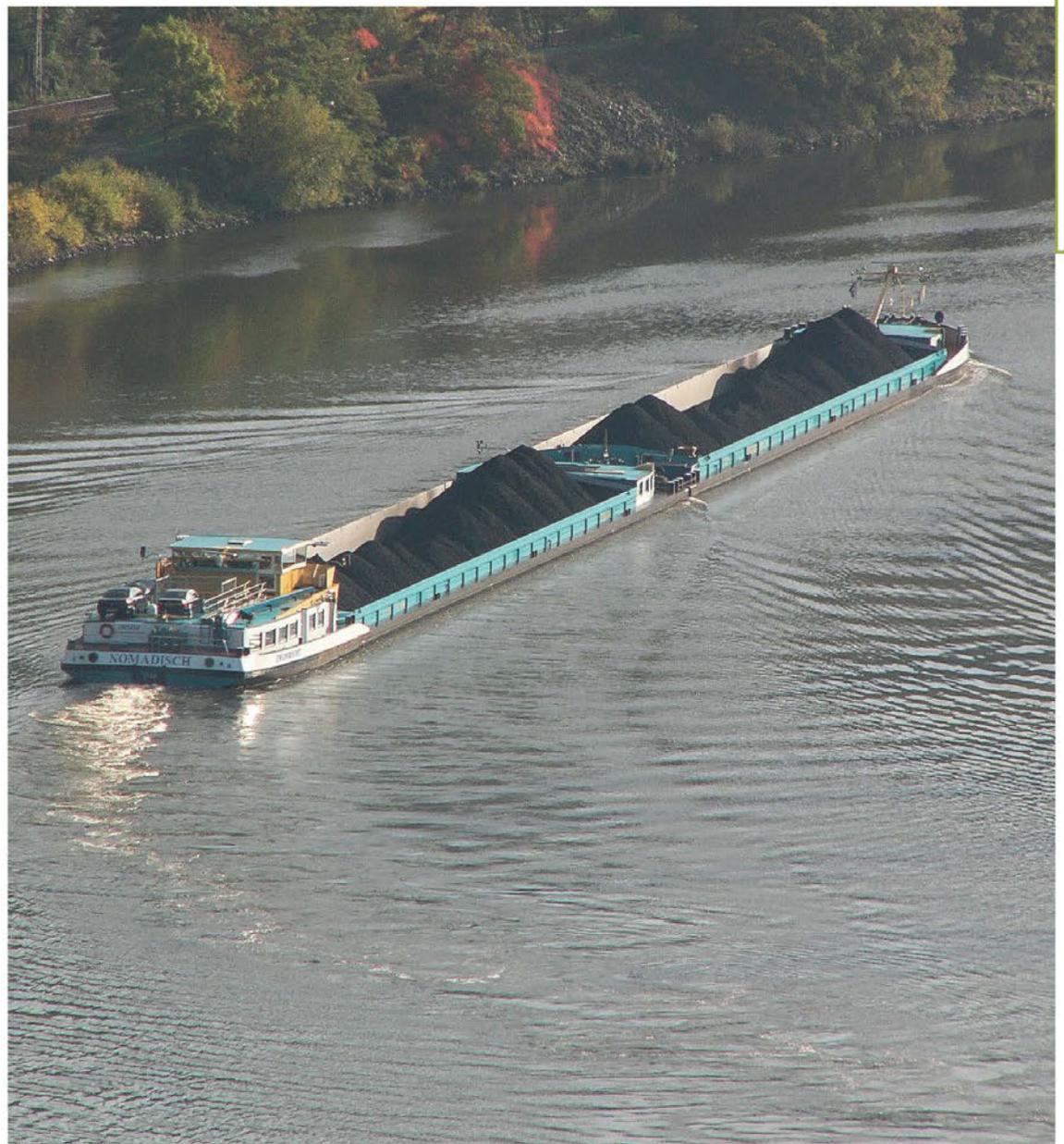
Bien que discrète, la navigation mosellane, mode de transport international par excellence, occupe une réelle place sur le marché des transports et fournit à l'économie de la région Saar-Lor-Lux un avantage concurrentiel non négligeable.

Le transport fluvial est synonyme de sécurité et de coûts avantageux. Il assure le transport de gros tonnages et ce d'une manière respectueuse pour l'environnement en termes de consommation d'énergie, pollution, nuisances sonores ou encore accidents.

Face à la congestion des axes routiers et parfois ferroviaires, il apparaît d'autre part comme une solution efficace à la maîtrise des flux de transport qu'engendre une économie performante.

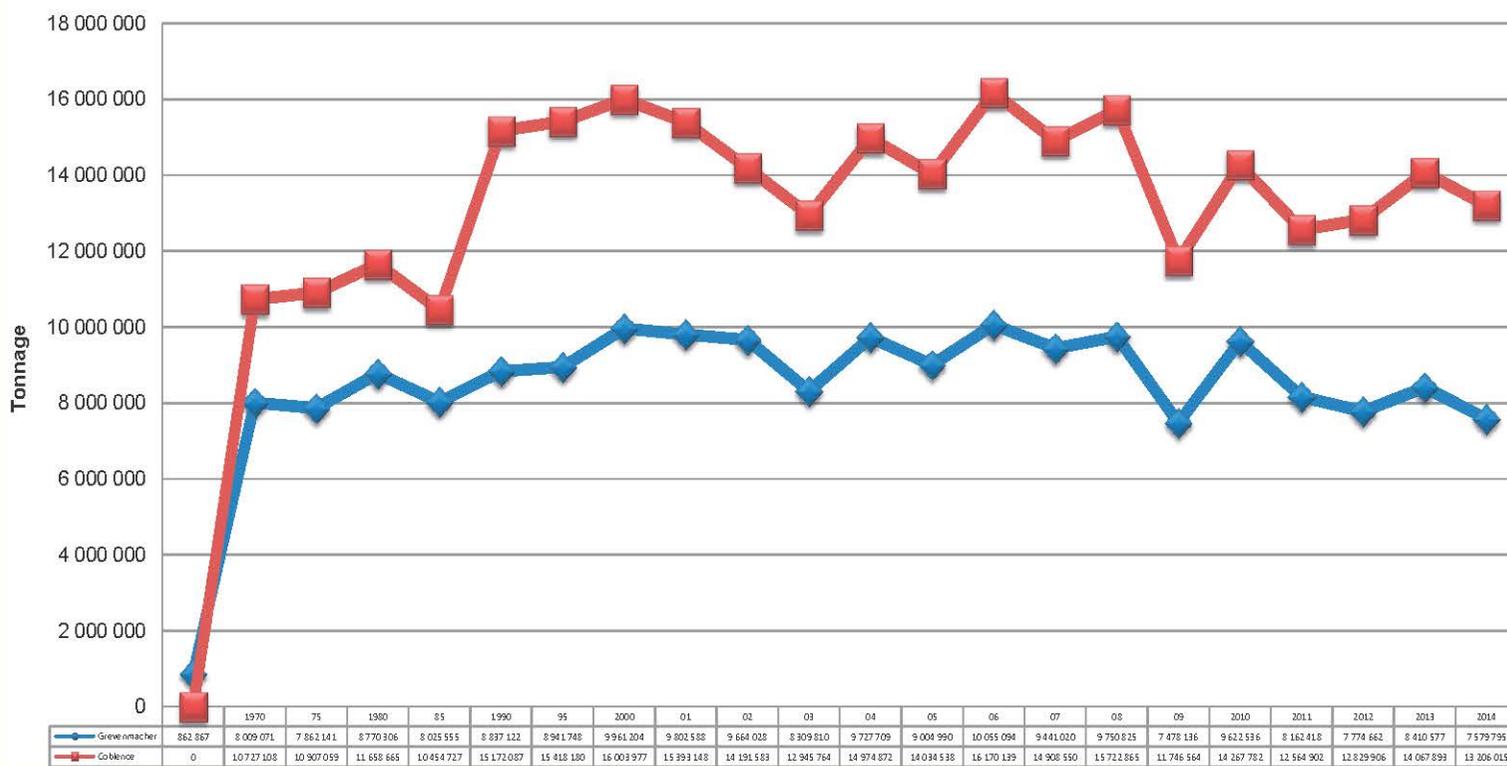
Qu'il s'agisse de transport de marchandises ou bien de passagers, le trafic est assuré à longueur d'année par une flotte de bateaux modernes et performants.

Un transport de 3500 tonnes de houille (nécessitant sur la route la circulation de 140 camions) s'opère par la Moselle presque sans se faire remarquer.



Le graphique ci-dessous visualise l'évolution du trafic marchandises depuis l'ouverture de la Moselle à la navigation (1964).

Trafic aux écluses de Coblence et de Grevenmacher entre 1964 et 2014



On constate que le tonnage transporté varie ces derniers temps entre 12 et 14 millions de tonnes par an à l'écluse de Coblenz et oscille sur la Moselle supérieure autour de la barre de 8 millions de tonnes par an (poste de comptage de Grevenmacher).

Avec un chiffre totalisant un transport de 10 055 094 tonnes, 2006 représente une année record dans cette longue liste des performances. En raison des difficultés structurelles et conjoncturelles dans la sidérurgie est intervenu par la suite un certain tassement. Suite à la diversification réussie du trafic, il est néanmoins parvenu à se maintenir à un haut niveau. L'évolution plus récente montre que le niveau des prestations s'est quasiment stabilisé entre 7 et 9 millions de tonnes/an.

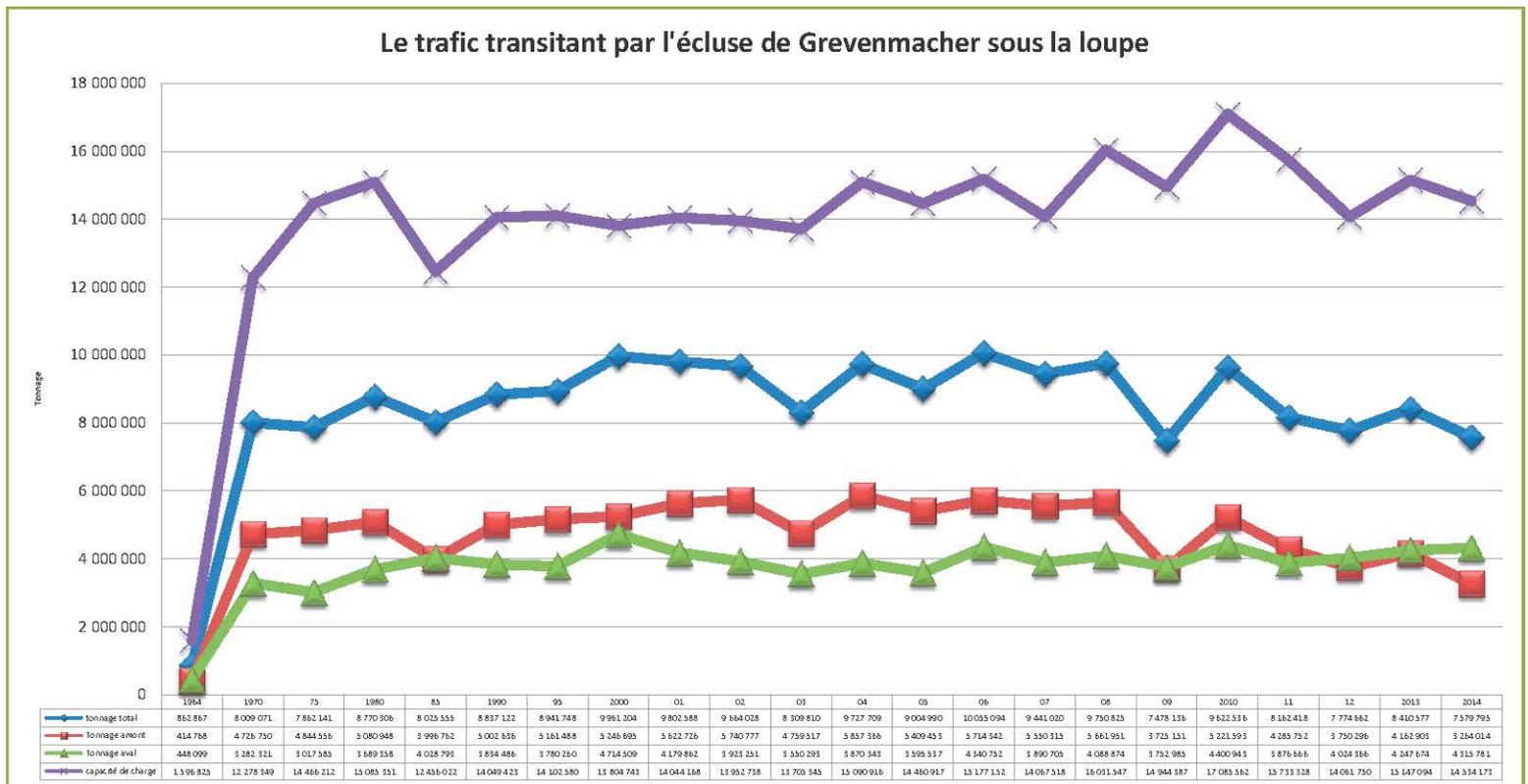
C'est la preuve que cette infrastructure continue à faire bénéficier les régions concernées, directement et à travers les économies qu'elle génère, des atouts spécifiques de ce mode de transport.

Impossible de ne pas constater que l'évolution du trafic écoulé par la Moselle aménagée en voie navigable se distingue par un bilan extrêmement positif.

Le développement du trafic marchandises a dans un temps record dépassé les attentes avancées lors des discussions préliminaires du projet d'aménagement de la Moselle en voie de navigation à grand gabarit (l'essor fulgurant du transport de personnes sur la Moselle n'ayant aucunement été prévu).

L'évolution des flux de transport

L'évolution du trafic marchandises au poste de comptage de Grevenmacher est visualisée au graphique ci-dessous.



Ce graphique visualise l'évolution amont/aval du trafic ainsi que le degré d'utilisation de la capacité de charge de la flotte mosellane.

Il est intéressant de constater que le rapport directionnel amont/aval tend à s'équilibrer voir s'inverser, ces dernières années. Suite à la régression des transports de combustibles minéraux à la remonte, le tonnage avalant tend depuis peu à dépasser celui du fret acheminé vers l'amont. Ainsi, les 3 264 014 tonnes acheminées vers l'amont ne représentaient en 2014 plus que 43 % du trafic total, alors que le trafic avalant est intervenu avec 4 315 781 tonnes (56,9 %).

Une cargaison de déchets métalliques en route pour être recyclée par la sidérurgie lorraine.



La nature du fret transporté sous la loupe

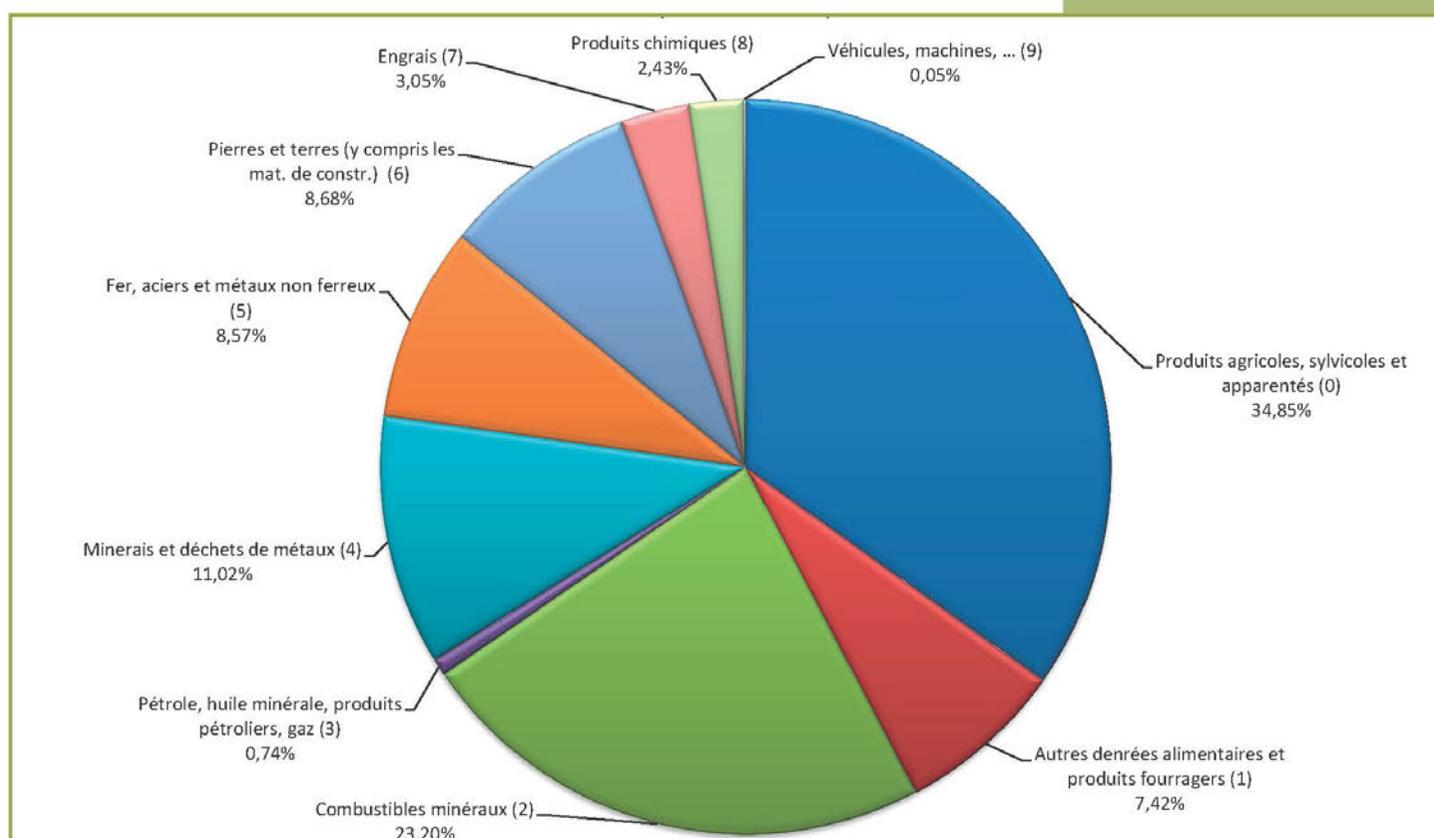
Pour comprendre l'impact réel de la navigation mosellane sur le secteur de l'économie des transports, il importe de procéder de plus à une analyse approfondie de la nature du fret acheminé. On va voir que les 7 579 795 tonnes recensées en 2014 au poste de comptage de Grevenmacher concernent un large éventail de groupes de marchandises.

Le trafic mosellan reste pour une large part tributaire de l'activité des industries sidérurgiques, mais il n'a pas cessé de se diversifier depuis 1964. En effet, si les transports d'approvisionnement et d'écoulement des industries sidérurgiques lorraines représentaient encore 78,4 % du trafic total en 1965, ce pourcentage a par la suite sensiblement diminué. Dix ans plus tard, les transports destinés à, ou en provenance de l'industrie sidérurgique représentaient encore 66,6 % du trafic total, leur part n'a cependant pas cessé de régresser. En 1980 ils concernaient encore 56,9 % du trafic total mais cette part ne totalisait en 2014 plus que 19,59 %.

Pour ce qui est de la répartition amont/aval du trafic, le flux des marchandises vers l'amont reste en relation avec l'activité sidérurgique et l'approvisionnement des centrales thermiques à charbon.

La composition du trafic vers l'aval s'est par contre singulièrement modifiée au fil des années. Quasiment inexistant dans les années 60, les transports de marchandises en relation avec le secteur agro-alimentaire (céréales, oléagineux et engrais) n'ont en effet cessé de progresser et dépassent aujourd'hui amplement les tonnages traditionnels des produits sidérurgiques.

Le fret écoulé par la Moselle ne cesse de se diversifier et concerne un large éventail d'activités économiques.



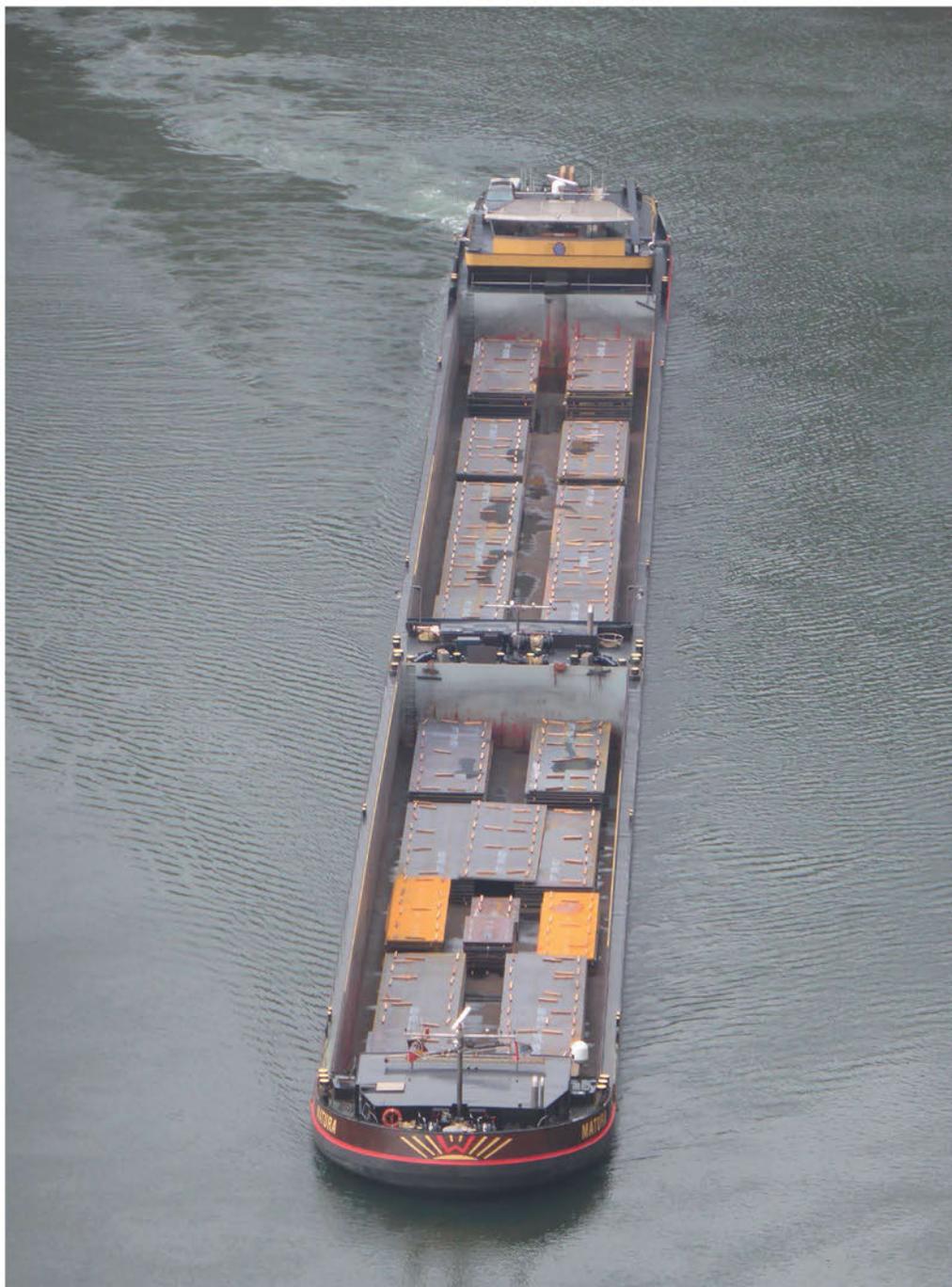
Une très large part de la production céréalière de l'Est de la France est donc exportée par le biais de la Moselle navigable.

Force est de constater qu'en dehors des produits lourds classiques (combustibles minéraux solides, minerais et ferrailles, produits métallurgiques, matériaux de construction), d'autres catégories de marchandises, telles que les produits agro-alimentaires, les engrais, les produits pétroliers et bien d'autres ont avantageusement été acheminés par la voie navigable.

Même dans le cadre de la dépression économique, la Moselle navigable a donc pu faire profiter d'une manière vitale l'économie des régions touchées des atouts intrinsèques du mode de transport de la navigation intérieure. Le tonnage impressionnant ayant transité en 2014 par la Moselle engendrait au total la circulation d'une flotte de 5 690 bateaux à marchandises, bateaux chargés et bateaux légers compris.

Un transport de pales d'éoliennes ne posant aucun problème de gabarit pour un acheminement par voie navigable.





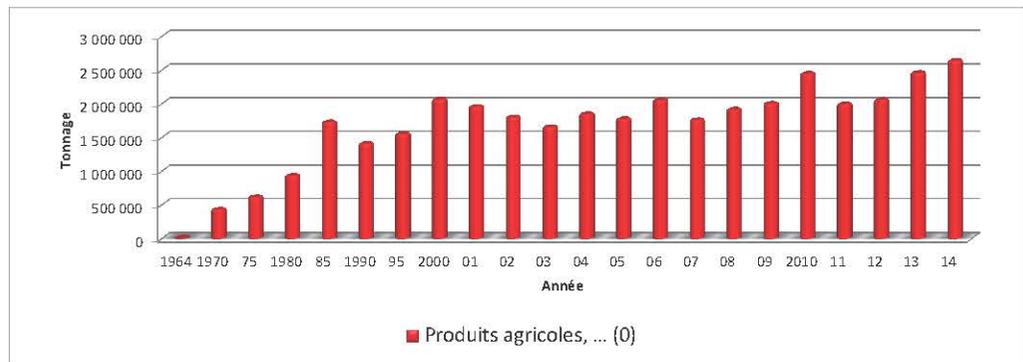
Une cargaison de 4000 tonnes de plaques d'acier hors gabarit, acheminées pratiquement sans se faire remarquer.



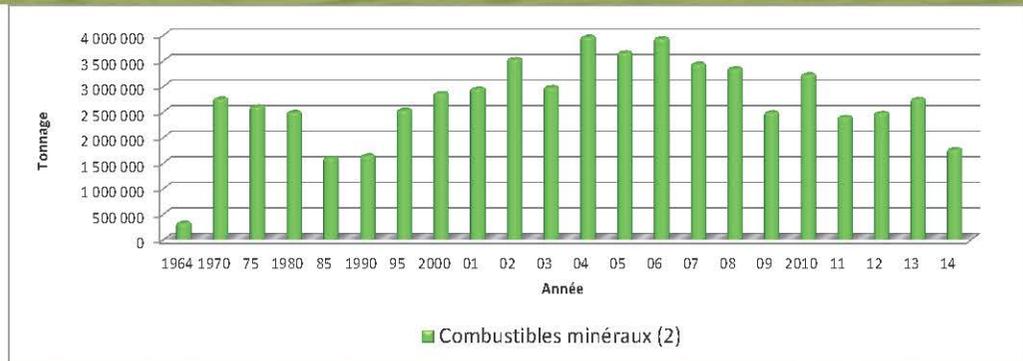
Un autre transport impossible à acheminer par voie terrestre: le tablier du viaduc de Schengen faisant route vers sa destination.

La nature du fret transporté en 2014 sous la loue

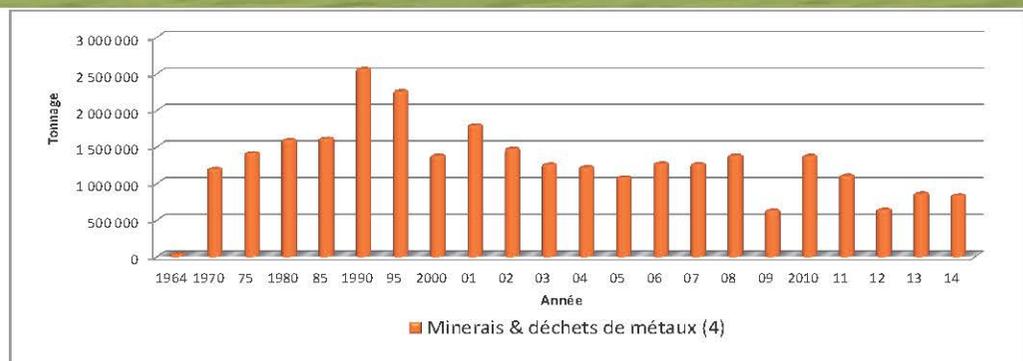
Quasiment inexistantes au début, les céréales constituent actuellement le produit phare du fret acheminé par la Moselle. Il s'agit d'un flux avalant intervenant avec 34,85 % dans le résultat final.



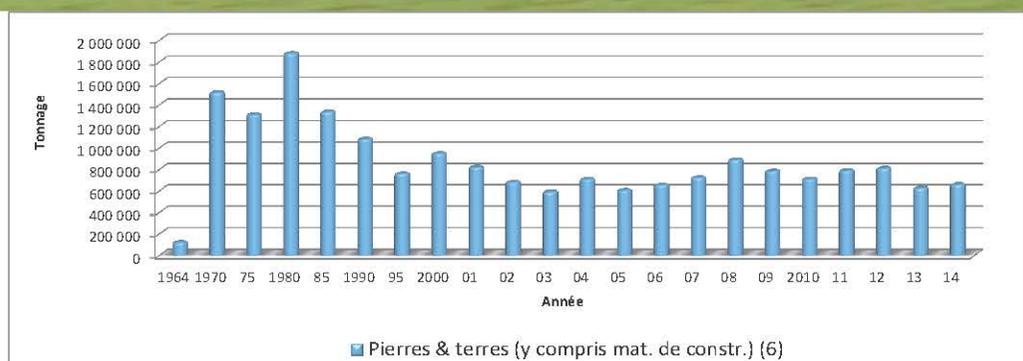
Leaders depuis des décennies du palmarès des marchandises transportées, les transports de houille et de coke vers l'amont reflètent plus récemment une nette tendance à la baisse mais sont encore bien présents avec une part de 23,20 %.



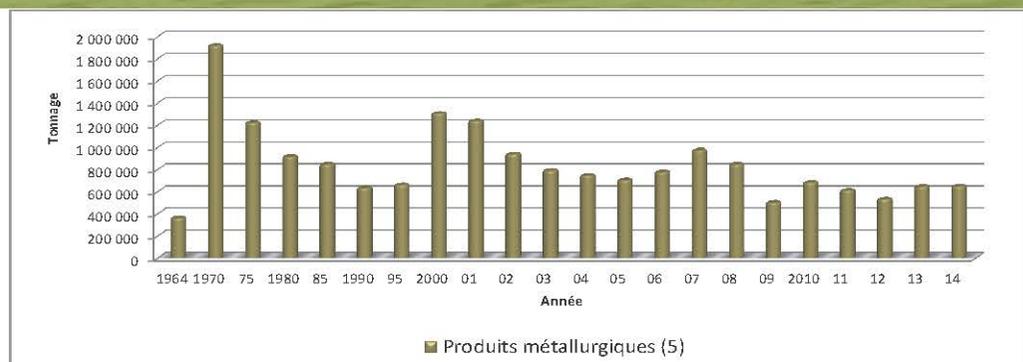
L'évolution de ce groupe de marchandises reflète la régression de l'industrie sidérurgique. Les transports de ferrailles ont supplantés au fil des années ceux des minerais. Ce groupe intervient néanmoins encore avec 11,02 % au résultat total.



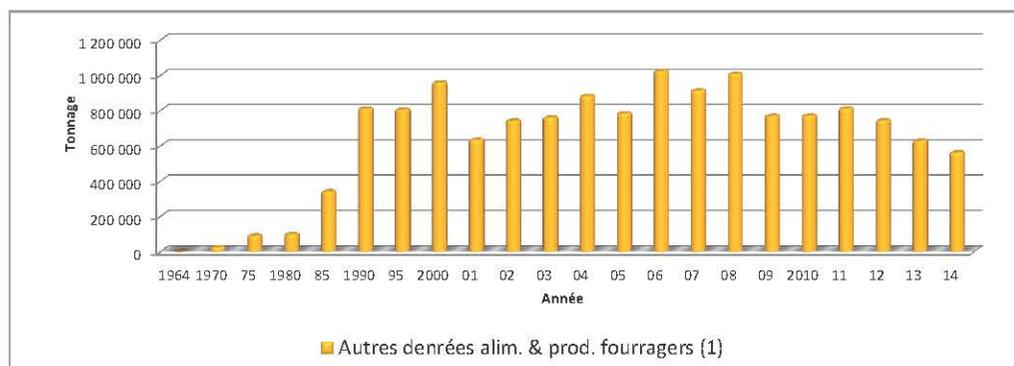
Il s'agit surtout de sables et de graviers, mais ce groupe comprend aussi les transports de sel, ainsi que de pierres et de matériaux de construction manufacturés. L'impact de ce groupe de marchandises au bilan global se chiffre à 8,68 %.



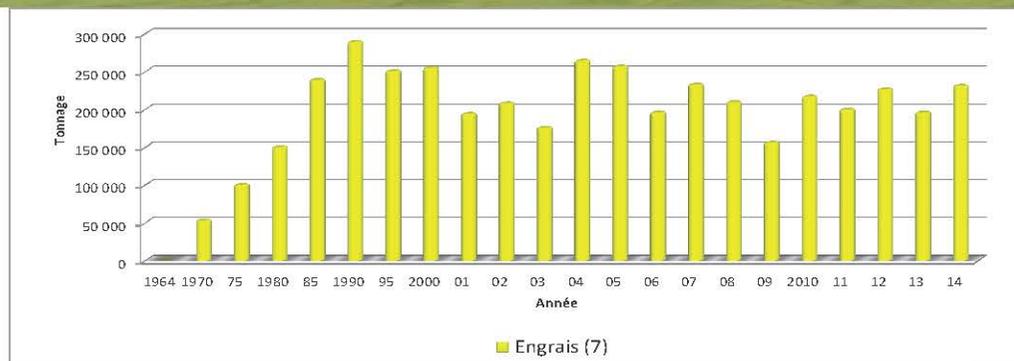
Majoritairement avalants, il s'agit de transports de semi-produits sidérurgiques laminés en barres, profilés, fils, ou encore en tôles. Ce groupe représentait en 2014 encore un pourcentage de 8,57 % par rapport au trafic total.



à loupe / évolution par groupes de marchandises



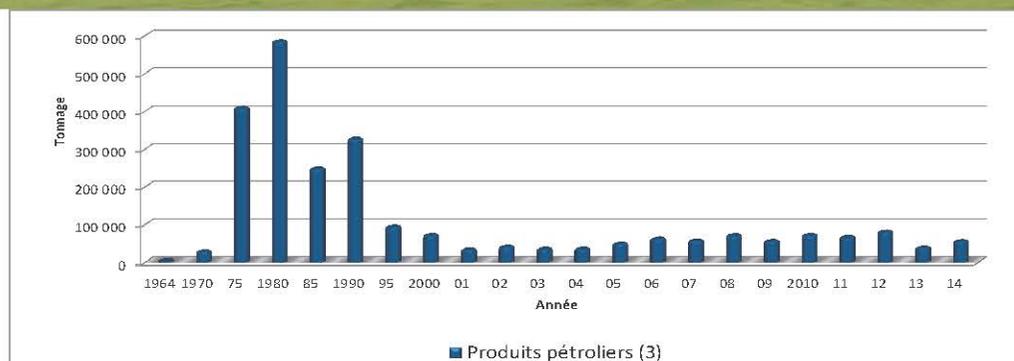
Ce poste a connu une progression sensible depuis les années 1990, pour atteindre en 2014 7,42% du tonnage total. Il s'agit de produits oléagineux acheminés exclusivement vers l'aval.



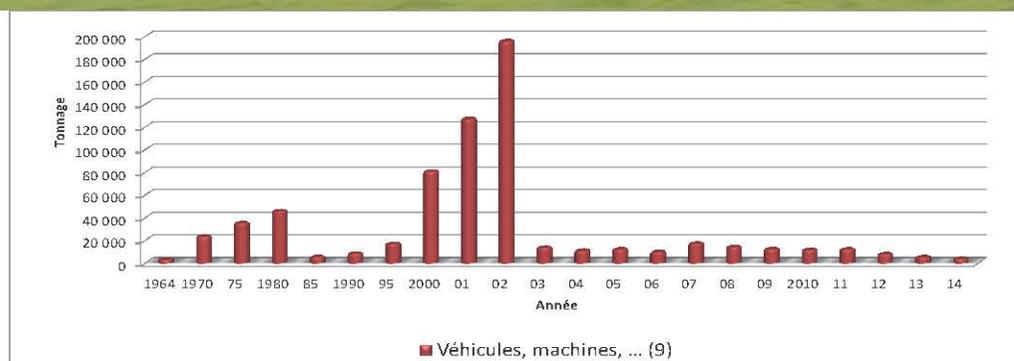
Présent depuis longtemps sur la Moselle, ce flux de matières concerne presque exclusivement l'acheminement vers l'amont d'engrais manufacturés. En termes de pourcentage, il représente 3,05 %, soit 231 162 tonnes transportées en 2014.



Ce genre de produit accuse depuis quelques années une nette progression. La majeure partie du trafic est constituée par des transports de cellulose vers l'amont et représente 2,43 % du tonnage total.



Il s'agit de transports de dérivés non énergétiques vers l'amont. Le tonnage se chiffre à 56 364 tonnes et représente 0,74 % du tonnage total.



La navigation n'a pas réussi à fidéliser les transports à haute valeur ajoutée. Avec 0,05 %, ce qui représente 12 327 tonnes, ce groupe de marchandises reste insignifiant par rapport au trafic total. Cette situation pourrait changer en cas de réussite de la filière conteneurs.

MOUVEMENTS DE MARCHANDISES REGROUPEES PAR BRANCHES D'ACTIVITES ECONOMIQUES

(toutes directions)

RECENSE A L'ECLUSE DE GREVENMACHER (en to)

Désignation	Produits agricoles, ...	Autres denrées alim. & prod. fourragers	Combustibles minéraux	Produits pétroliers	Minerais & déchets de métaux	Produits métallurgiques	Pierres & terres (y compris mat. de constr.)	Engrais	Produits chimiques	Véhicules, machines, ...	TOTAL	Variation (%)
Chap. NST	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		
1964	7 758	869	322 663	4 311	30 087	363 135	120 571	0	10 426	3 047	862 867	
1970	433 879	25 558	2 753 142	28 640	1 197 686	1 921 249	1 514 080	52 997	58 338	23 502	8 009 071	828,19
76	619 094	90 533	2 599 527	408 583	1 411 443	1 223 329	1 309 546	99 923	64 752	35 411	7 862 141	-1,83
1980	933 935	98 354	2 488 900	584 802	1 590 528	917 765	1 879 239	150 170	80 421	46 192	8 770 306	11,55
86	1 729 685	340 915	1 597 119	247 796	1 611 290	847 262	1 334 273	238 875	72 701	5 639	8 026 666	-8,49
1990	1 410 290	811 457	1 638 167	326 723	2 563 565	634 320	1 082 143	289 404	72 342	8 711	8 837 122	10,11
96	1 555 986	804 964	2 529 022	93 780	2 257 476	661 510	759 016	250 810	12 048	17 136	8 941 748	1,18
2000	2 064 528	958 791	2 858 206	71 393	1 377 197	1 307 794	947 865	254 708	39 921	80 801	9 961 204	11,40
01	1 958 863	634 453	2 948 679	33 427	1 794 736	1 240 227	820 322	194 297	50 199	127 385	9 802 688	-1,59
02	1 803 713	742 481	3 528 454	40 592	1 470 144	939 547	679 663	208 287	55 200	195 947	9 664 028	-1,41
03	1 656 883	760 498	2 979 227	35 311	1 257 204	791 242	590 646	175 723	49 309	13 767	8 309 810	-14,01
04	1 851 179	882 094	3 960 869	35 476	1 217 737	747 170	707 806	264 635	49 656	11 087	9 727 709	17,06
06	1 775 871	784 122	3 655 625	49 018	1 080 856	704 744	604 640	256 618	81 282	12 214	9 004 990	-7,43
06	2 056 742	1 024 400	3 929 036	62 648	1 272 562	777 072	653 523	196 114	73 031	9 966	10 066 094	11,66
07	1 763 327	914 537	3 431 947	57 346	1 262 294	975 557	723 759	232 645	62 147	17 461	9 441 020	-6,11
08	1 916 211	1 007 259	3 341 841	71 195	1 378 045	847 464	888 065	209 600	76 827	14 318	9 760 826	3,28
09	2 008 332	769 546	2 485 038	56 364	625 979	503 364	784 641	155 796	76 749	12 327	7 478 136	-23,31
2010	2 448 852	770 983	3 223 246	71 527	1 374 206	684 995	708 771	217 047	111 314	11 595	9 622 636	28,68
2011	1 997 642	812 890	2 392 618	66 429	1 105 624	612 316	788 464	199 635	174 644	12 156	8 162 418	-15,17
2012	2 057 778	743 721	2 474 304	81 246	639 245	532 021	809 496	226 198	202 430	8 223	7 774 662	-4,75
2013	2 462 566	628 725	2 746 612	38 072	857 376	646 594	625 810	195 756	203 571	5 495	8 410 677	8,18
2014	2 641 189	562 420	1 758 684	56 028	835 235	649 385	657 783	231 162	184 106	3 803	7 679 796	-9,88
Variation 2013-14 (%)	7,25	-10,55	-35,97	47,16	-2,58	0,43	5,11	18,09	-9,56	-30,79	-9,88	

© SERVICE DE LA NAVIGATION





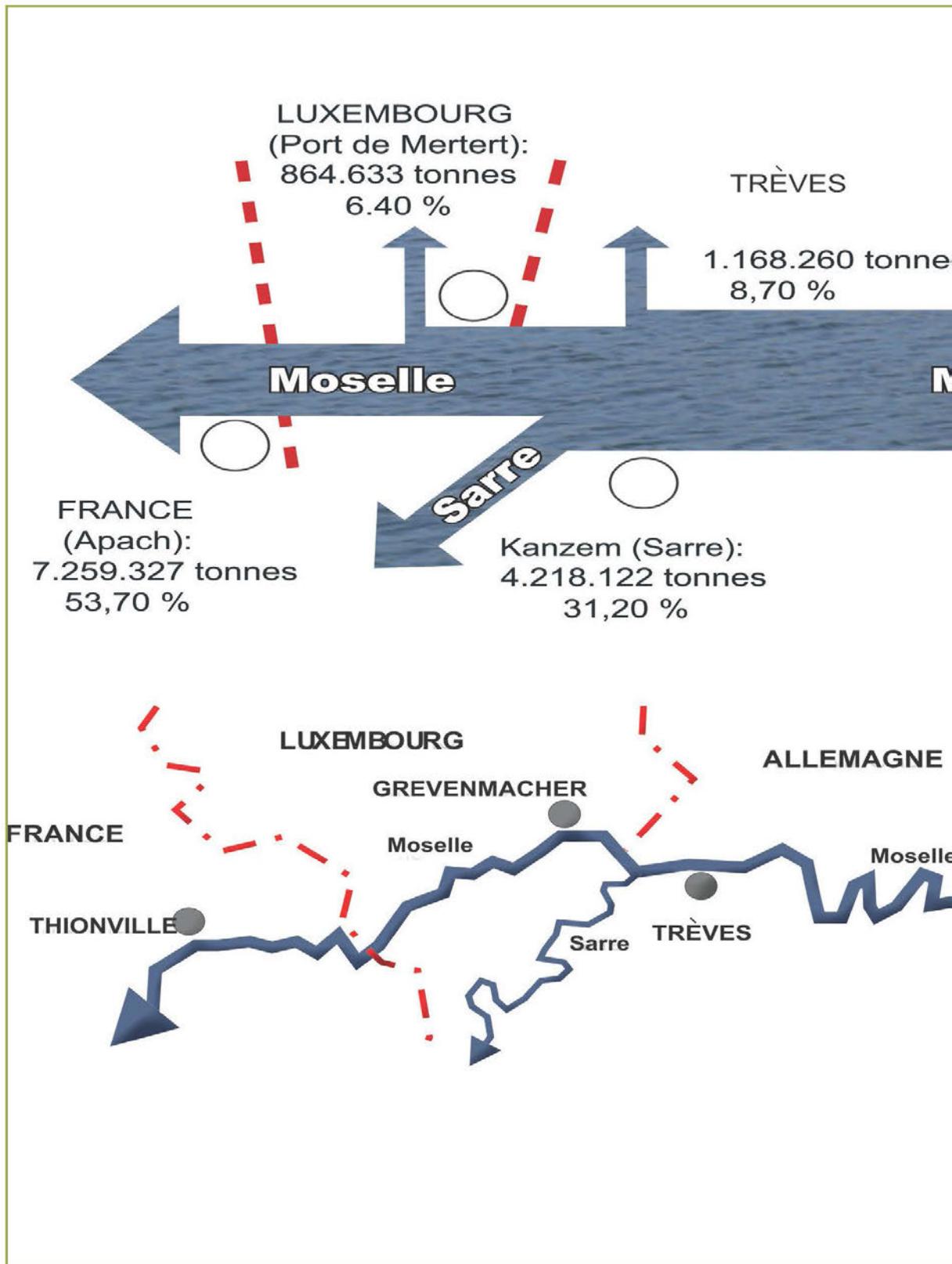
MOUVEMENTS DE MARCHANDISES TRANSPORTEES SUR LA MOSELLE SUIVANT LEUR NATURE ET LA DIRECTION DE TRANSPORT ANNEE 2014 / RECENSE A L'ECLUSE DE GREVENMACHER

CHAP. NST	NATURE DES MARCHANDISES		TONNAGE (Tonnes)			TONNAGE (en %)		
			AMONT	AVAL	TOTAL	AMONT	AVAL	TOTAL
0	Produits agricoles, sylvicoles et apparentés		8 411	2 632 778	2 641 189	0,26%	61,00%	34,85%
	dont	céréales	1	2 530	2 632 778			
		bois-liège	5	5 881	0			
1	Autres denrées alimentaires et produits fourragers		20 005	542 415	562 420	0,61%	12,57%	7,42%
	dont	aliments non-pér.	16	0	43 719			
		nourritures	17	7 712	2 000			
		oléagineux	18	12 293	496 696			
2	Combustibles minéraux		1 724 128	34 556	1 758 684	52,82%	0,80%	23,20%
	dont	houille	21	1 677 316	15 512			
		coke	23	46 812	19 044			
3	Pétrole, huile minérale, produits pétroliers, gaz		56 028	0	56 028	1,72%	0,00%	0,74%
	dont	dérivés non énerg.	34	56 028	0			
4	Minerais et déchets de métaux		616 784	218 451	835 235	18,90%	5,06%	11,02%
	dont	minerais de fer	41	33 667	112 330			
		minerais et déchets non ferreux	45	0	75 539			
		ferrailles et poussières de hauts fourneaux	46	583 117	30 582			
5	Fer, aciers et métaux non ferreux		98 700	550 685	649 385	3,02%	12,76%	8,57%
	dont	fonte et aciers bruts, ferro-alliages	51	4 552	0			
		démi-produits sidérurgiques laminés	52	65 681	908			
		barres, profilés, fil etc	53	16 800	375 683			
		tôles, feuillards et bandes en acier	54	11 667	136 865			
		tubes, tuyaux, moulages et pièces forgées	55	0	37 229			
6	Pierres et terres (y compris les mat. de constr.)		350 022	307 761	657 783	10,72%	7,13%	8,68%
	dont	sables, graviers, argiles, scories	61	315 668	13 121			
		sel, pyrites, soufre	62	1 801	4 291			
		autres pierres, terres et minéraux	63	31 136	285 045			
		ciments,chaux	64	0	0			
		plâtre	65	1 417	5 304			
		autres matériaux de construct. manufacturés	69	0	0			
7	Engrais		225 364	5 798	231 162	6,90%	0,13%	3,05%
	dont	engrais naturels	71	1 000	0			
		engrais manufacturés	72	224 364	5 798			
8	Produits chimiques		164 167	19 939	184 106	5,03%	0,46%	2,43%
	dont	produits chimiques de base	81	1 192	19 939			
		alumine	82	1 248	0			
		produits carbochimiques	83	0	0			
		cellulose & déchets	84	160 035	0			
		autres matières chimiques	89	1 692	0			
9	Véhicules, machines, ...		405	3 398	3 803	0,01%	0,08%	0,05%
	dont	machines électriques, moteurs et pièces	93	0	0			
		articles métalliques	94	0	0			
		transactions spéciales	99	405	3 398			
T O T A L :			3 264 014	4 315 781	7 579 795	100,00%	100,00%	100,00%

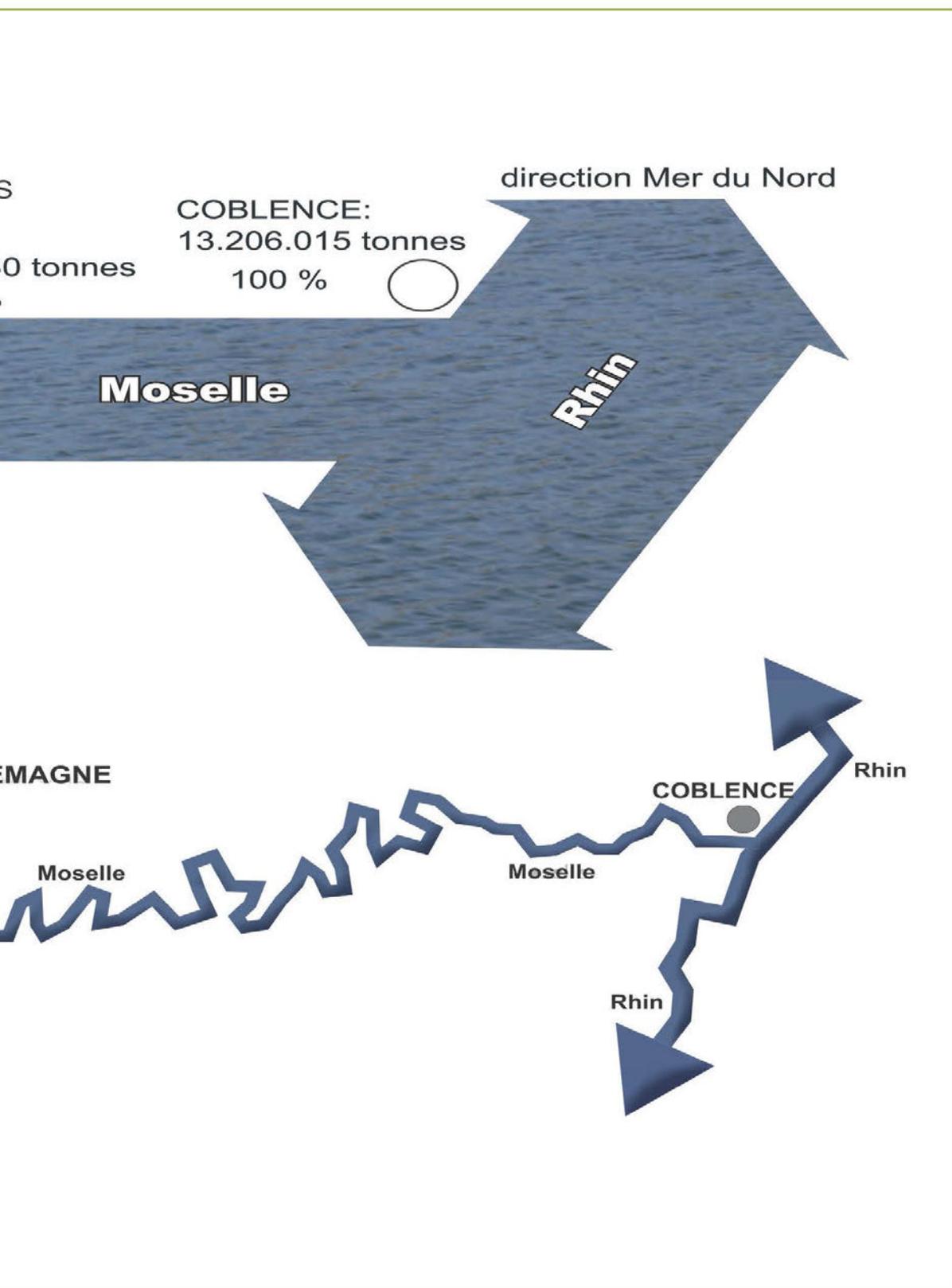
Le flux de marchandises acheminé par la Moselle

Depuis sa mise en service en tant que voie navigable (1964), la Moselle compte parmi les bassins de navigation les plus dynamiques d'Europe.

La Moselle relie l'espace Saar-Lor-Lux via le Rhin aux ports maritimes de la mer du Nord et aux centres économiques de l'Europe centrale.



la Moselle suivant économies bénéficiaires

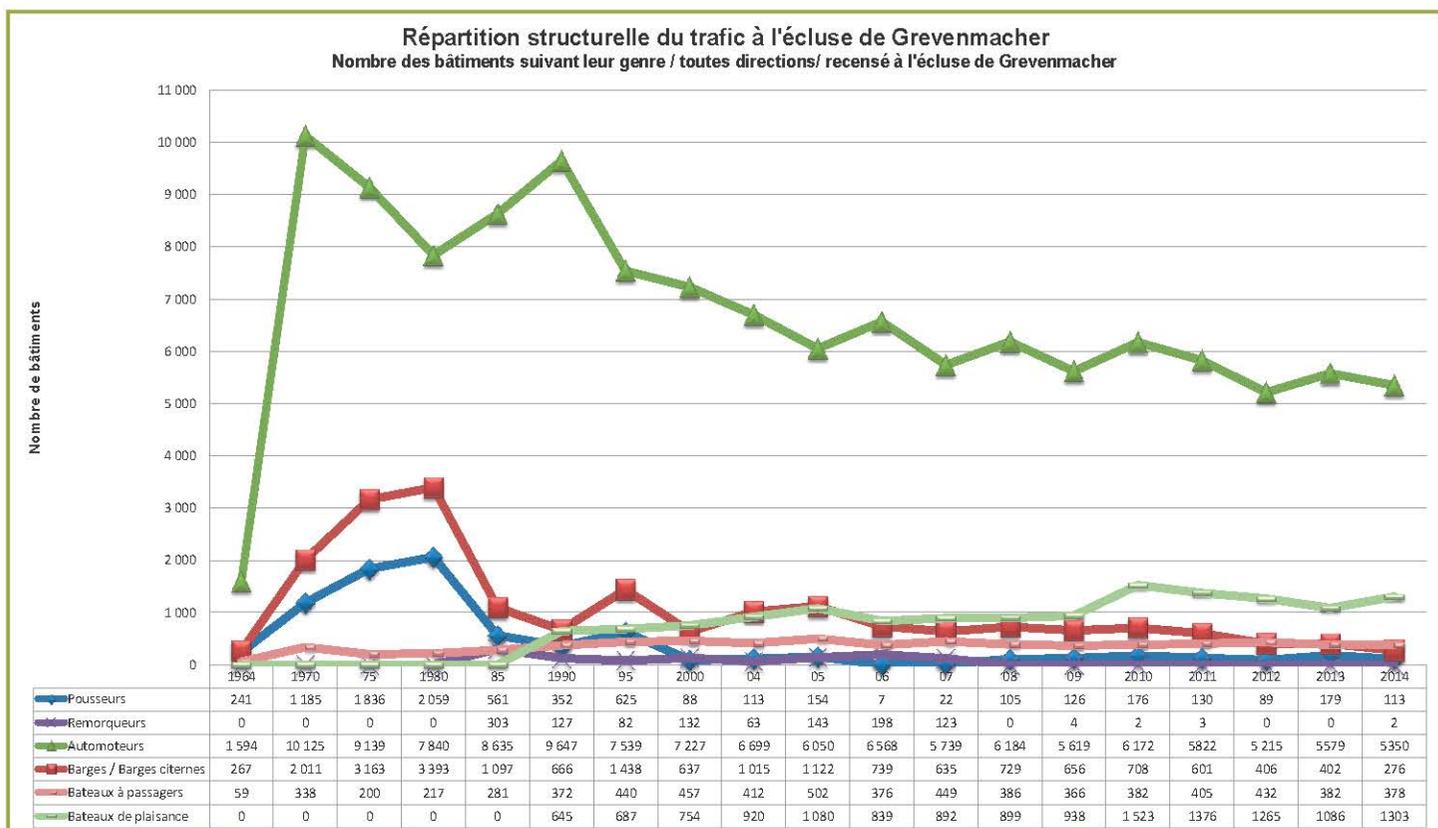


En 2014, plus de 13 millions de tonnes de marchandises diverses ont été acheminées par la Moselle.

Plus que la moitié de ce tonnage (53,70 %) avait pour destination l'économie lorraine, alors que 39,90 % du tonnage transporté étaient destinés à la consommation allemande, les 6,40 % restants, soit 864 633 tonnes, étant en rapport avec l'économie luxembourgeoise.

Le tonnage impressionnant ayant en 2014 transité par la Moselle supérieure fut transporté par une flotte de 4 364 bateaux, ce qui porte le chargement moyen à 1 736 tonnes/bateau. Cette activité a engendrée la circulation de 1330 bateaux à marchandises légères, ce qui porte le nombre total des mouvements des bateaux à marchandises à 5 694 unités.

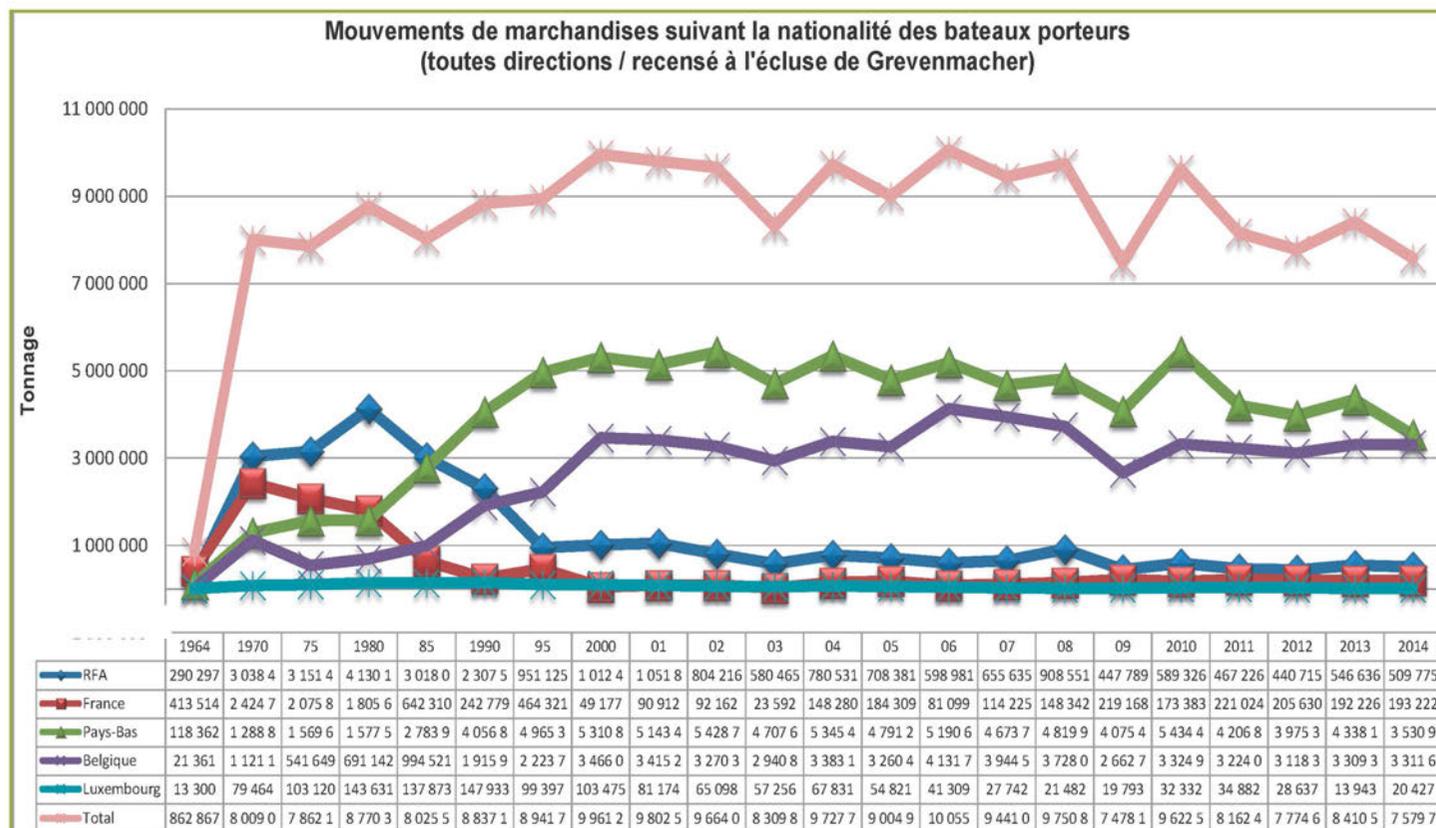
Au total, c'est-à-dire avec les mouvements des bateaux à passagers et de plaisance, **7 375** bateaux ont donc évolué au cours de l'année 2014 sur la Moselle. S'y ajoutait le trafic des menues embarcations de plaisance qui ne peut actuellement être chiffré, mais qui est loin d'être négligeable.



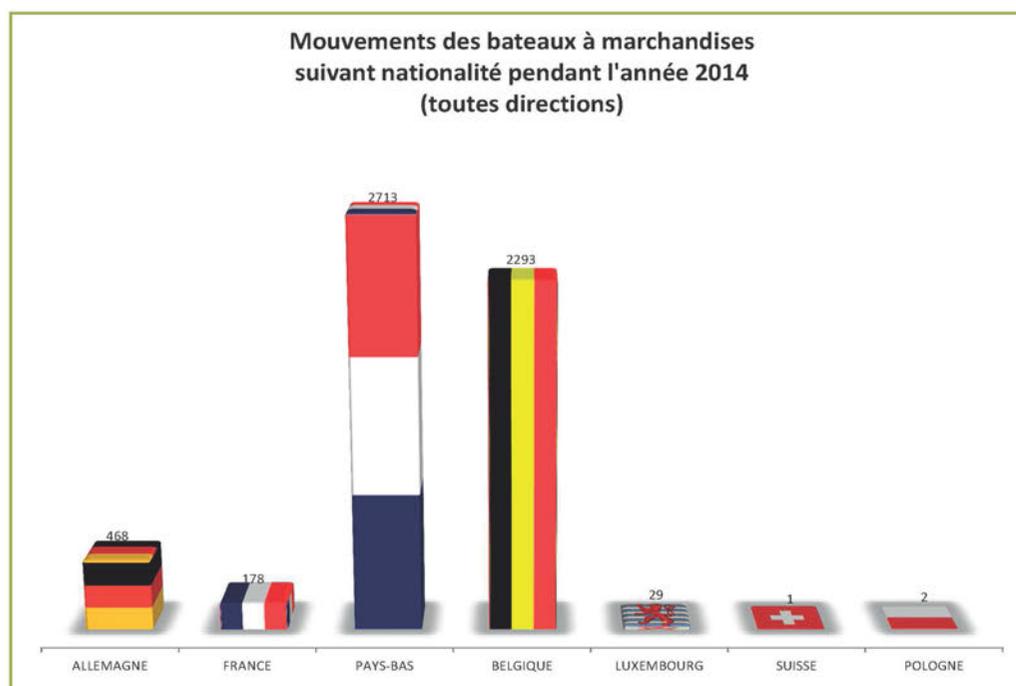
4500 tonnes de houille, transportées par un convoi néerlandais, font route vers les centrales thermoélectriques françaises.



En ce qui concerne le nombre des mouvements de bateaux par nationalité, l'examen pluriannuel laisse apparaître que les flottes néerlandaises et belges se sont imposées sur la Moselle et assurent de nos jours quasiment en exclusivité le trafic mosellan.



La flotte des bateaux ayant en 2014 assuré les prestations de transport sur la Moselle supérieure se composait de bateaux immatriculés aux Pays-Bas, en Belgique, en Allemagne, en France ou encore au Luxembourg, alors que les activités d'opérateurs suisses ou polonais restaient plus que marginales.



Péniche de canal



La «péniche de canal» a été conçue pour les voies navigables à petit gabarit (Freydinét), c.-à-d. de classe I, et les petites écluses.

Longueur x largeur: 38,50 x 5,05 m
Capacité de charge: 400 tonnes

Depuis 1964, la Moselle permet la circulation de bâtiments et de convois d'une capacité unitaire de transport de plus de 4000 tonnes, sur toute l'année.

Aujourd'hui ce sont essentiellement des automoteurs modernes pouvant atteindre des longueurs unitaires de 135 mètres ainsi que des convois de 172 mètres qui circulent sur la Moselle.

Pour ce qui est du type, la majorité des bateaux est constituée de bateaux à cargaison sèche, mais on trouve également des unités spécialisées comme les bateaux-citernes, les bateaux à conteneurs ou encore des unités fluvio-maritimes.

La flotte mosellane est d'ailleurs en mutation. Les unités modernes à

Automoteur moderne de type «Grand Rhéna»



L'automoteur moderne de type «Grand Rhéna», équipé des dernières technologies en matière de télécommunication et d'appareils d'aide à la navigation, est utilisé sur les voies navigables à grand gabarit.

Longueur x largeur: 110 x 11,40 m
Capacité de charge: 2 500 - 3 500 tonnes

Bateau fluvio-maritime



Le bateau fluvio-maritime est conçu pour naviguer en haute-mer et sur les voies d'eau à grand gabarit (jusqu'à 3,50 m de tirant d'eau). L'avantage qu'il peut offrir est d'assurer un transport sans rupture de charge sur des trajets comprenant des parcours maritimes et fluviaux.

Longueur x largeur: 99,90 x 11,46 m
Capacité de charge: 2 250 tonnes

Bateau à passagers



Pour ce qui est du trafic passagers, la Moselle fait partie des voies d'eau les plus fréquentées en Europe. Point de vue taille et équipement, la flotte se présente comme extraordinairement hétérogène.

Longueur x largeur de l'unité représentée: 60 x 11,40 m
Nombre de passagers admis à bord: 500 personnes

Automoteur de type «R.H.K. (Rhein-Herne Kanal)»



C'est l'automoteur classique à cale sèche. Il offre des cales volumineuses et peut naviguer sur les voies navigables d'un gabarit supérieur à la classe IV.

Longueur x largeur: 80 x 9,50 m
Capacité de charge: 1 500 tonnes

Embarcation de plaisance



L'embarcation de plaisance est un bateau destiné à être utilisé à des fins de loisir, de tourisme ou de sport. La longueur de ce genre d'embarcation reste généralement inférieure à 20 m.

Longueur x largeur de l'unité ci-dessus: 13 x 3,50 m
Nombre de personnes admises à bord: 8 personnes



grand gabarit s'imposent de plus en plus face aux bateaux traditionnels. L'augmentation de la capacité unitaire de chargement offre en fait le meilleur rapport entre coûts d'investissement, coûts d'exploitation et contraintes d'environnement.

Pour ce qui est des bateaux à passagers, leur longueur varie de 25 à 85 mètres, les bateaux à cabines pouvant même atteindre des longueurs unitaires de 135 mètres. À cette flotte s'ajoute une panoplie d'embarcations de sport et de plaisance dont la longueur ne dépasse communément pas les 20 mètres.

Point de vue largeur admissible des unités, il reste finalement à noter que la largeur disponible des sas d'écluse limite la largeur maximale à 11,45 mètres.

Automoteur moderne «135 m»



Il s'agit de bateaux d'unités fluviales nouvelle génération. Leur grande taille leur permet de transporter toutes sortes de marchandises, y compris des conteneurs sur plusieurs couches.

Leur mono-cale peut recevoir tout type de marchandises sèches. Le plus souvent elle peut être fermée moyennant des panneaux amovibles genre rideau horizontal à commande mécanique.

Longueur x largeur: 135 x 11,45 m
Capacité de charge: 3 500 - 4 000 tonnes

Bateau à cabines / Bateau-hôtel



Les activités proposées par la flotte à passagers sont variées: circuits, trajets à horaire fixe, restauration et soirées à bord, voyages d'agrément sur de plus longues distances, etc.

Longueur x largeur: 110 x 11,40 m
Nombre de passagers admis à bord: 500 personnes

Automoteur citerne



Spécialisés dans le transport de marchandises liquides, gazeuses ou pulvérulentes, les automoteurs citernes sont à double ou simple coque et sont souvent dotés d'équipements spécifiques pour le transport de marchandises dangereuses.

Longueur x largeur: 110 x 11,40 m
Capacité de charge: 2 800 tonnes

Convoi poussé



Généralement composé d'une unité motrice et de deux barges, le «convoi poussé» offre une grande flexibilité opérationnelle du fait de l'indépendance des unités de transport du moyen de propulsion.

Longueur x largeur: 172 x 11,40 m
Capacité de charge: 3 500 - 5 000 tonnes



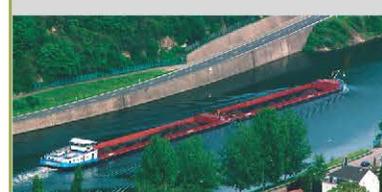
Transport spécial



Presque toutes espèces de marchandises peuvent être acheminées, la capacité de chargement ainsi que les possibilités unitaires de volumes, de dimensions ou de poids des marchandises dépassent de loin celles des autres modes de transport.

Longueur x largeur: 90 x 11,40 m
Chargement (sur la photo): travée du viaduc de Schengen

Convoi accouplé



Généralement composé d'une unité automotrice et d'une barge non-motorisée, le «convoi accouplé» offre une grande souplesse d'exploitation.

Longueur x largeur: 172 x 11,40 m
Capacité de charge: 3 000 - 5 000 tonnes

Le transport fluvial - un mode moderne, respectueux de l'environnement

Fiable, sûr, économique et écologique, le transport fluvial possède toutes les caractéristiques d'un transport moderne.

Ce mode de transport s'inscrit dans les politiques de développement durable par sa contribution à la croissance économique et les nuisances relativement faibles qu'il occasionne.

Fiabilité

Bien que les bateaux véhiculent trop souvent une image de lenteur, ils n'ont pas de problème pour s'intégrer dans une logique de livraison «juste à temps». La navigation permet ainsi aux entreprises d'optimiser leur logistique et leur gestion des stocks.

Sécurité

En navigation intérieure, le nombre d'accidents est extrêmement faible et leurs conséquences en termes de dommages corporels et matériels sont limitées. Les bateaux répondent à des normes de sécurité très rigoureuses. Le transport fluvial apparaît ainsi comme une solution particulièrement adaptée au transport de matières en vrac, de colis lourds ou encore de matières dangereuses.

Économique

La navigation fluviale constitue un atout logistique majeur. Ce mode de transport apporte une contribution en matière de coûts, principalement pour les marchandises en vrac homogènes, le prix du transport par voie fluviale figurant parmi les plus attractifs du marché. Ces avantages sont d'une importance stratégique pour l'économie et permettent de renforcer la compétitivité de la région Saar-Lor-Lux.

Écologique

Fort de ses atouts naturels, le transport fluvial réussit à combiner les nécessités économiques et le respect de l'environnement. Avec une consommation de 1 litre de carburant aux 100 km pour transporter 1 tonne de marchandise, le transport fluvial est de loin le mode le moins polluant. Un autre avantage qui ne saute pas de suite aux yeux - ou plus exactement aux oreilles - est la très faible pollution sonore générée par les bateaux. Même les grands convois sont peu bruyants par rapport aux nuisances sonores des autres modes.

La navigation fluviale permet donc d'acheminer de grands tonnages pour un faible coût, en toute sécurité et dans le respect de l'environnement

Au regard de ces avantages systémiques, il est notamment indéniable que la navigation constitue une alternative économique et environnementale face au transport routier, d'autant plus qu'elle dispose de réserves de capacité.

Souscrire au développement durable signifie donc d'utiliser les opportunités offertes par la navigation fluviale et de poursuivre une politique visant à favoriser le « report modal ».

La révolution de la conteneurisation

Le transport fluvial, à travers une large gamme de matériels, permet de transporter tous types de produits. Poussée par l'envolée générale des trafics conteneurisés, la navigation mosellane n'a pas manqué d'élargir sa gamme de services en développant une offre fluviale de transport de conteneurs.

Le conteneur est une boîte métallique aux normes ISO, permettant le transport et la manutention de marchandises diverses, solides ou liquides, y compris des matières dangereuses, avec des outils normalisés dans le monde entier. Il existe différentes tailles de conteneurs : 20 pieds (16 à 18 tonnes utiles) et 40 pieds (22 à 24 tonnes utiles). En navigation intérieure le standard est le conteneur «équivalent vingt pieds» ou EVP qui mesure 2,591 m (8,5 pieds) de haut sur 2,438 m de large (8 pieds) et 6,096 m (20 pieds) de long ; cela représente environ 38,5 mètres cubes.



Un automoteur chargé de deux couches de conteneurs faisant route vers une plate-forme multimodale française.

Il y a peu, le transport de conteneurs restait quasiment nul sur la Moselle luxembourgeoise. Mais, depuis l'instauration d'une ligne fluviale conteneurs régulière depuis Metz en direction des ports maritimes, le trafic conteneurisé participe à la diffusion et à l'intensification des prestations de transport de la navigation mosellane.

Nombre de conteneurs (EVP)

recensés aux écluses de Coblenze et de Grevenmacher

	2010	2011	2012	2013	2014
Écluse Coblenze:	5994	3323	7422	5780	7150
Écluse Grevenmacher:	0	0	263	0	1096

Le transport porte sur un large éventail de marchandises (majoritairement des produits de consommation, meubles, machines, céréales, etc.)

La Moselle dans le réseau des





VOIES D'EAU EUROPEENNES



VOIES D'EAU EUROPEENNES

Caractéristiques des bateaux

Largeur (m)	Tirant d'eau (m)	Tonnage
5,05	1,20 - 1,80	250 - 400
6,60	2,50	400 - 650
8,20	2,50	650 - 1.000
9,50	2,50 - 2,80	1.250 - 1.450
11,40	2,50 - 4,50	1.600 - 3.000
11,40	2,50 - 4,50	3.200 - 6.000
22,80	2,50 - 4,50	3.200 - 6.000
22,80	2,50 - 4,50	6.400 - 12.000
22,80	2,50 - 4,50	9.600 - 18.000
33,00 - 34,20	2,50 - 4,50	14.500 - 27.000

La navigation touristique,

L'évolution touristique de la vallée de la Moselle est étroitement liée aux travaux d'aménagement de la Moselle en voie de navigation. Les aménagements opérés ont en effet non seulement contribué à l'essor économique de notre région au niveau du transport de marchandises. En permettant une relance de tout un éventail d'activités nautiques, l'aménagement de la Moselle en voie navigable a subsidiairement favorisé le développement touristique dans la vallée. De nombreux centres touristiques se sont ainsi développés le long de la Moselle.

Le tourisme fluvial regroupe plusieurs types de navigation:

- La plaisance individuelle, privée ou locale sur des bateaux et embarcations de tailles très variables.



- Les bateaux-promenade proposant des excursions diurnes, avec ou sans restauration à bord.





- Les bateaux-hôtels équipés pour le séjour nocturne à bord, proposant des croisières de plus longue durée.



- S'y ajoutent finalement les activités nautiques en rapport avec la pratique d'un sport aquatique ou de la pêche.

La navigation touristique,

Sur la Moselle, la plaisance s'est développée surtout dans les années 1970-1980. Les activités touristiques, de plaisance ou encore sportives se sont depuis lors constamment développées sur cette infrastructure dédiée aux transports.

La flotte des bateaux de la navigation de plaisance se développe et se diversifie régulièrement au point à représenter un potentiel important pour le développement du tourisme régional.

Le port de plaisance de Schwebsange, infrastructure d'accueil pour les embarcations de plaisance.



Abstraction faite du port de plaisance de Schwebsange, les possibilités de stationnement des unités de plaisance restent actuellement limitées.

L'offre en bateaux-promenade est au rendez-vous depuis l'ouverture de la Moselle à la navigation. Tous les sites touristiques ont été pourvus de possibilités d'accostage pour ce genre de bateaux.

L'activité des paquebots fluviaux et bateaux-hôtels a accusé une évolution

Une image illustrant l'essor du tourisme fluvial: paquebot fluvial d'une longueur de 110 mètres et péniche hôtel de 38 m en stationnement, les passagers ayant des activités terrestres au programme.



remarquable au cours de la dernière décennie et ce en dépit d'infrastructures d'accueil terrestres restant à optimiser.

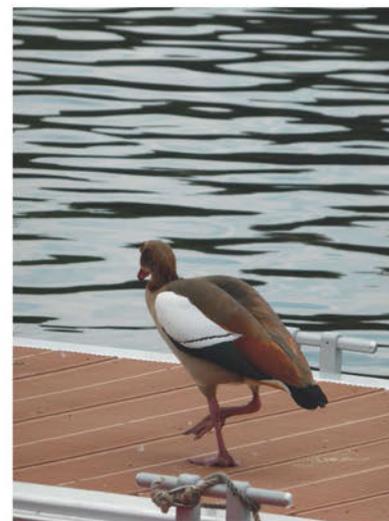
Le tourisme fluvial draine d'une manière générale une importante clientèle étrangère, essentiellement allemande, néerlandaise, belge et française.

Il est difficile de chiffrer le poids économique de ce genre d'activités, les comptages réalisés étant trop hétérogènes. Même s'il ne peut actuellement exactement être chiffré, il est indéniable que l'impact économique de ce genre de navigation est d'ores et déjà bien réel et il est généralement admis que le tourisme fluvial constitue à la fois un vecteur de développement économique et une source de détente importante.

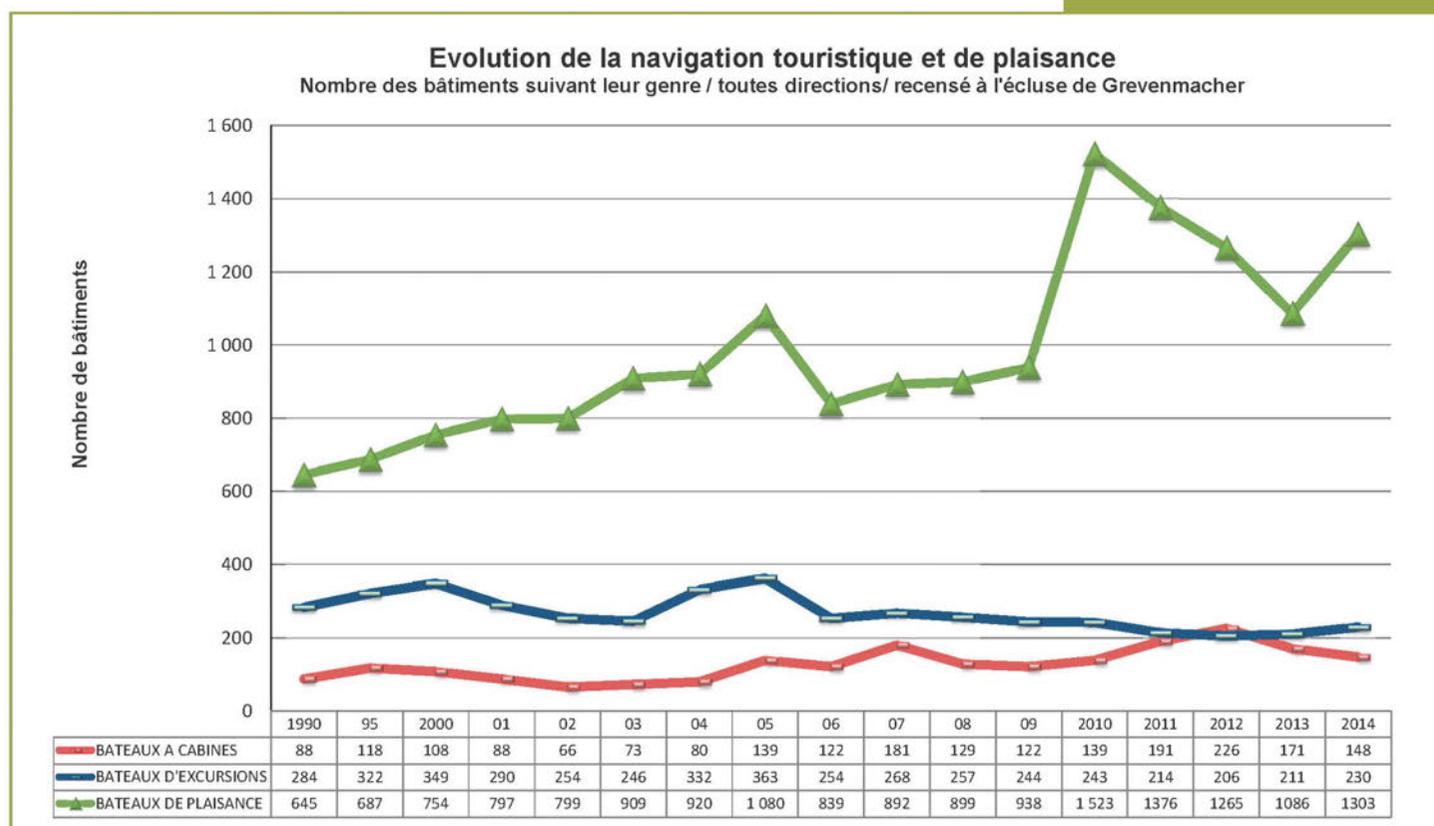
À ce dernier titre il est trop souvent ignoré que la navigation touristique constitue un mode de transport doux et que ses multiples possibilités permettent une découverte respectueuse de la nature, du territoire et de la culture régionale.

Le dynamisme des activités en question peut néanmoins être illustré par les chiffres suivants:

- Mouvements de bateaux d'excursion journalière et de bateaux à cabines: 378
- Mouvements d'unités de plaisance par l'écluse à grand sas:1 300
- Estimation du nombre d'unités de plaisance empruntant l'écluse à nacelles: 600
- Estimation du nombre des passagers transitant: 35 564



Abstraction faite des fluctuations notamment attribuables aux conditions météorologiques, la tendance invariablement croissante de la navigation dite de plaisance ne passe pas inaperçue.



La navigation touristique, sportive et de plaisance

Au niveau des bateaux-promenades, le nombre de places offertes par les opérateurs locaux en service régulier se chiffrait à 1500 places en 2014.

À ce sujet, il semble encore intéressant de préciser que la majeure partie des mouvements réguliers des bateaux-promenades a lieu sous le couvert d'une priorité d'éclusement prévue dans le cadre du règlement international de police pour la navigation de la Moselle.

Pour ce qui est des mouvements des unités de plaisance, les unités battant pavillon luxembourgeois ne représentent qu'environ un tiers, la majorité revenant aux touristes attirés par les charmes fluviaux et les intérêts touristiques de la vallée de la Moselle.

Aussi est-il que les ouvrages systémiques de la voie navigable attirent généralement l'attention touristique et présentent un attrait au niveau du tourisme industriel.

La Moselle navigable génère accessoirement des flux touristiques nouveaux dont les retombées économiques pour la région sont directes (péages, locations portuaires, valeur d'une croisière, ...) et indirectes (dépenses effectuées lors des escales, dans les restaurants, cafés, vintothèques, espaces culturels, ou autres prestataires de services).

Cohabitation harmonieuse entre activités de transport et navigation de plaisance sur la Moselle.

Jadis aménagée pour le transport de marchandises, la Moselle constitue grâce à ces aménagements un site majeur pour le tourisme fluvial, et ce à l'échelle nationale et internationale.



Les activités du port de Mertert

En ce qui concerne le mode de transport de la navigation fluviale et les voies navigables, il convient de rappeler que le Grand-Duché était jadis le seul pays de l'Europe occidentale qui ne pouvait profiter de ce mode de transport. La construction du port de Mertert a permis de valoriser la liaison au réseau des voies navigables européennes et de tirer bénéfice du régime rhénan libéral qui accorde aux bateaux de toutes les nations le libre passage aux ports maritimes du bassin rhénoscaldéo-mosan.

L'atout de pouvoir disposer d'un éventail d'infrastructures de communication modernes et efficaces s'appuyant sur une synergie trimodale route, fer, eau apparaît comme d'autant plus vital dès lors qu'on considère le fait que l'économie luxembourgeoise est extrêmement tributaire des transports et échanges internationaux.

Les chiffres clés du port fluvial de Mertert	
Trafic (2014)	Tonnage
Trafic global général	1211680
Trafic fluvial	751890
dont 150239 export et 601650 import	
157 bateaux chargés et 366 bateaux déchargés	
Répartition des produits (2014)	Tonnage
Produits sidérurgiques en export	139376
Produits sidérurgiques en import (ferraille)	72550
Produits pétroliers en import	359430



Le port de Mertert -
point nodal des chaînes
logistiques.
- Vue aérienne de la darse
dédiée aux marchandises à
sec -



Bien que fortement concurrencé par le rail et plus encore par la route, le transport fluvial reste un mode d'acheminement efficace, économique, sûr, peu polluant et tout à fait apte à s'insérer dans les chaînes logistiques les plus modernes. Aussi ne faut-il pas perdre de vue que le potentiel de transport offert par les voies navigables permet de désengorger quelques axes routiers majeurs.



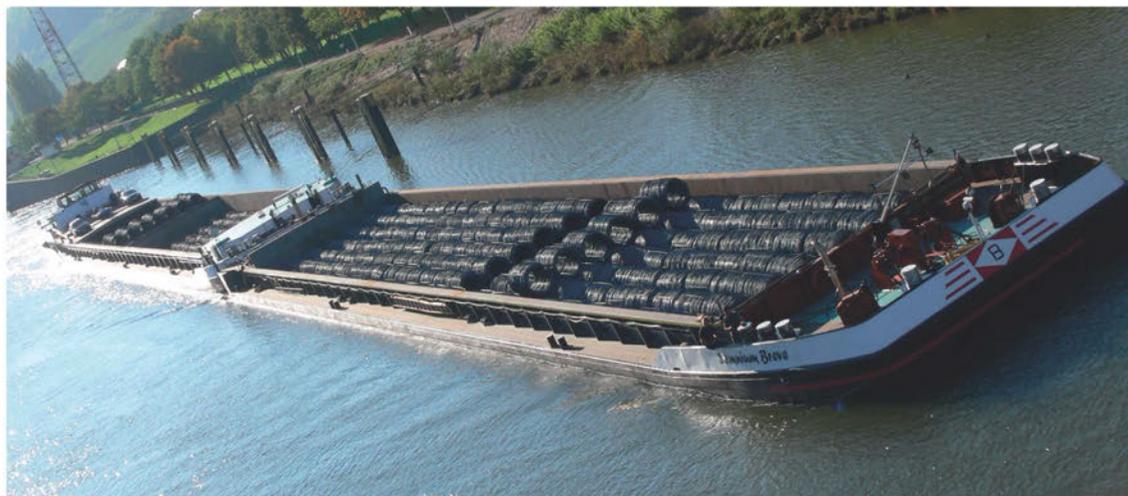
Or, comme n'occupant guère le devant de la scène, ce mode de transport est aux yeux d'un public non averti trop souvent victime d'une image archaïque.

Dans le cadre de la présente, il est donc utile de mettre les atouts de ce mode de transport quelque peu en évidence et d'expliquer sommairement les retombées pour l'économie de la région Saar-Lor-Lux.

L'importance de la Moselle en tant qu'axe international de transport est non seulement attestée par le tonnage écoulé, mais aussi par le fait que plus de 90 % du trafic total est transfrontalier, c'est-à-dire en rapport avec d'autres marchés économiques.

Toutes les régions touchées par l'aménagement de la Moselle ont ainsi été rapprochées économiquement des sites d'approvisionnement et de leurs clients. Les industries disposaient partant d'une alternative de transport intéressante et compétitive par rapport aux modes traditionnels.





En libérant les régions nautiquement enclavées de ce handicap majeur (se référer au réseau schématisé de la page 24/25), et en favorisant directement et indirectement l'abaissement des coûts de transport, l'aménagement de la Moselle en voie navigable moderne a, d'une manière générale, amélioré les potentialités économiques de la grande région Saar-Lor-Lux-Rhénanie-Palatinat. Ce sont notamment les industries lourdes génératrices d'un gros flux de fret du domaine de la sidérurgie, de l'énergie et de l'agro-alimentaire qui se sont retrouvées à pied d'égalité avec leurs concurrents, du moins en ce qui concerne le domaine du transport.

L'augmentation des potentialités de transport, engendrée par la Moselle navigable a ainsi non seulement diminué la dépendance de l'économie luxembourgeoise en matière de transports, mais s'est également soldée, au-delà des prestations de transport parfaitement chiffrables, très favorablement au niveau des prix de transport.

Si l'on analyse encore les investissements que le Grand-Duché a dû effectuer en vue de la construction et les montants qu'il doit engager au titre de l'exploitation et du maintien en état, on est amené à constater que la part consacrée à la voie navigable est modique, alors que les retombées positives sont évidentes à maints égards.



Comme ils passent presque sans se faire remarquer, les millions de tonnes acheminés en notre région par la Moselle ne retiennent guère l'attention.

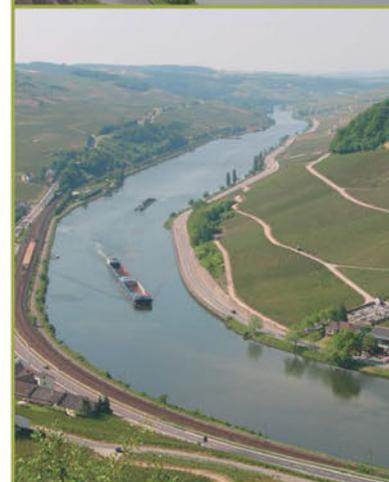
L'importance de ce tonnage, devient plus évidente quand on considère que le transport du chargement d'un bateau de type moyen aurait pu se faire au moyen de 42 camions d'une charge utile de 25 tonnes.

Sans tenir compte des inévitables trajets à vide, l'acheminement du tonnage transporté en 2014 sur la Moselle par camions aurait nécessité

303 192

trajets de poids lourds, vision apocalyptique pour les riverains de l'axe routier concerné!







L'accélération des échanges et la massification des flux provoquées par la mondialisation de l'économie ainsi que les préoccupations environnementales incitent les États à valoriser les potentialités offertes par la navigation fluviale.

Les impératifs économiques font que la localisation des entreprises se trouve largement conditionnée par les performances des moyens de transport d'une part, et les conditions tarifaires de l'autre. Sans transport fluvial toute localisation industrielle lourde à l'intérieur du continent risque, partant, d'être condamnée à terme.

Compte tenu de sa situation géographique, l'avenir économique de la Grande Région Saar-Lor-Lux dépendra donc pour une très large part des performances du secteur des transports.

Comme l'accroissement des échanges dans le grand marché paneuropéen va, d'une manière générale, aller de pair avec une intensification du trafic «passagers» et de «plaisance», la limite de la capacité d'écoulement du trafic de la Moselle risque à terme d'être dépassée. À l'heure actuelle et en raison du flux du trafic sarrois, des phénomènes de saturation sont chose courante sur la section en aval de Trèves.

Pour remédier aux problèmes de saturation, mais aussi pour pouvoir garantir avec plus de fiabilité un service ininterrompu des écluses, il est prévu de dédoubler les sas d'écluse actuels.

En construisant des deuxième écluses plus performantes au droit des écluses existantes, il sera donc possible d'anticiper le risque d'infarctus menaçant le trafic mosellan. Le doublement des écluses de Zeltingen, Fankel et Trèves est actuellement en cours de réalisation.

L'adaptation des infrastructures aux besoins modernes est indispensable



pour que la Moselle puisse faire face à l'augmentation du trafic et ainsi mettre au profit des économies touchées les avantages que le mode de transport navigation fluviale peut faire valoir.

Pour les années à venir, il est donc à prévoir que la situation concurrentielle de la navigation mosellane évoluera favorablement en complémentarité avec les autres modes de transport. Une bonne utilisation de la voie navigable mosellane semble donc parfaitement assurée à moyen, et surtout à plus long terme.

En favorisant une réduction des coûts de transport et l'accès à de nouveaux marchés, l'augmentation des performances de la Moselle est donc de nature à

exercer ses effets bénéfiques bien au-delà des secteurs économiques traditionnellement orientés vers la voie navigable.

Il reste à signaler à ce sujet qu'en vue du «maillage» du réseau des voies d'eau et conformément au schéma directeur concernant le développement d'un réseau transeuropéen de voies navigables (cf. décision 93/630/CEE), différents projets de liaisons sont actuellement à l'étude. En ce qui concerne la Moselle, une liaison vers l'Ouest, c'est-à-dire la Seine, et une autre vers le Sud, à savoir la Saône, s'imposent à l'évidence.

Pour améliorer l'efficacité de gestion et le niveau de service, des projets de centralisation de la gestion des ouvrages ainsi que la mise en place de plate-formes de surveillance et d'échange d'informations compatibles avec la directive européenne RIS (River Information Services) ont été prévus.

Forte de son potentiel économique et de sa capacité d'intégration dans une politique de développement durable, la Moselle semble donc être bien armée pour l'avenir.





Chapitre II)

Hydrométrie et paramètres d'exploitation **de la voie navigable**

Le volume d'eau s'écoulant dans la Moselle varie constamment. Et c'est bien normal puisque le débit dépend directement des précipitations, des rejets, des prélèvements ou encore des températures.

Pour assurer une gestion optimale au niveau hydraulique et des conditions de navigation, il est donc indispensable d'assurer un suivi permanent d'un ensemble de paramètres caractéristiques. Les paramètres suivants sont mesurés et surveillés en continu ou à intervalles rapprochés:

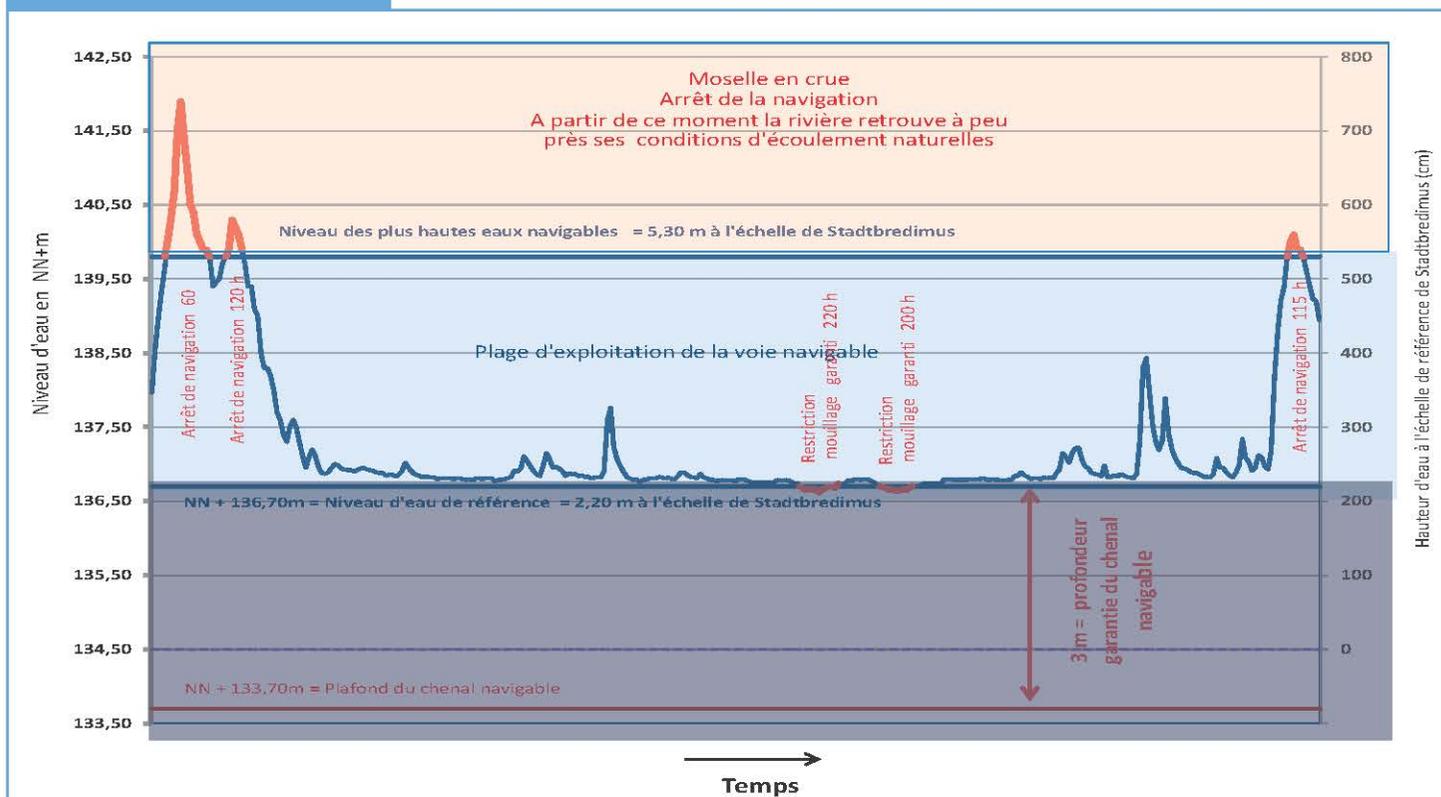
- au niveau de l'hydrométrie sont mesurés les débits et niveaux d'eau, et les précipitations.
- la surveillance bathymétrique permet de suivre la topographie subaquatique et la nature géophysique du lit de la Moselle.
- au niveau des ouvrages de retenue sont enregistrés les conditions de déversement, la position des organes régulateurs de débit (vannes) ainsi que les débits turbinés par les centrales électriques.

Aussi est-il important de noter que la plage d'exploitation de la Moselle en tant que voie navigable est limitée tout aussi bien vers le bas que vers le haut.

La limite inférieure de navigabilité est déterminée par le niveau d'eau de référence qui correspond au niveau d'eau permettant aux bateaux un mouillage minimal de 3,0 m d'eau dans le chenal navigable.

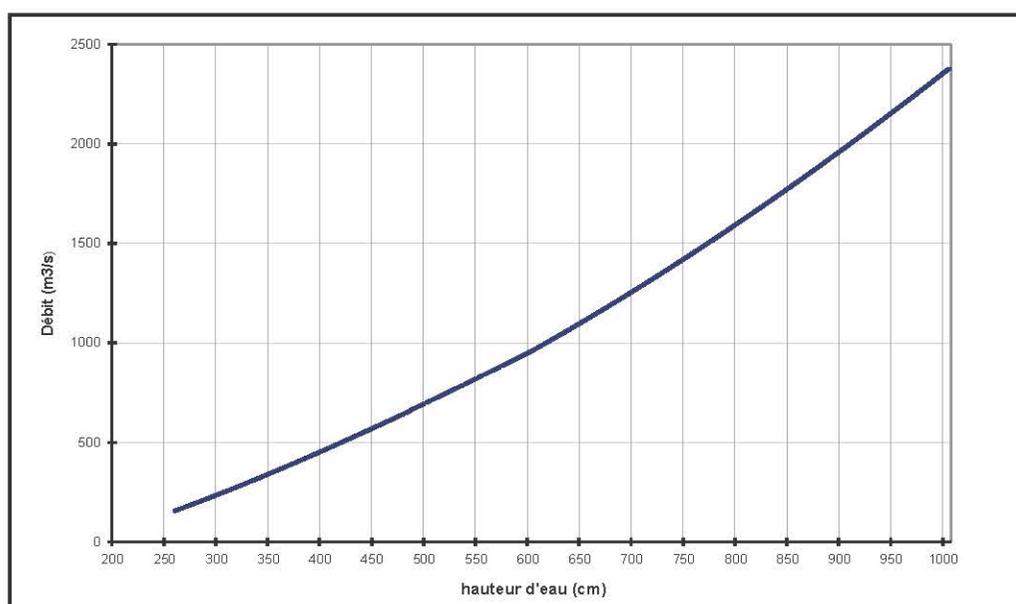
La limite supérieure de la navigabilité correspond à la marque de crue III. Au-delà de ce niveau, la rivière déborde et la hauteur libre sous les ponts ne permet plus la circulation des bateaux.

Tant que le niveau d'eau ne se situe pas en dehors de la plage d'exploitation (en bleu clair), la navigation peut s'exercer sans restrictions.



Les niveaux d'eau déterminant les conditions de navigation sont mesurés moyennant des échelles limnimétriques. Elles permettent de mesurer la profondeur d'eau disponible dans le chenal navigable et d'évaluer le débit de la Moselle au droit de l'échelle.

La représentation ci-dessous illustre la relation entre le débit et le niveau d'eau au droit de l'échelle de référence de Stadtbredimus.



Cette courbe, dénommée courbe de tarage, représente la relation entre le débit et le niveau d'eau correspondant. Elle est établie à partir d'un faisceau de mesures de vitesses à travers le profil d'écoulement au droit de l'échelle.

Les chiffres clés caractérisant les conditions hydrologiques de la Moselle et les restrictions d'exploitation imputables aux aléas hydrométéorologiques se présentent comme suit :

Chiffres caractérisant les années hydrologiques					
Année	2010	2011	2012	2013	2014
Débit journalier moyen annuel en m ³ /s	143	106	130	198	102
Débit maximal en m ³ /s	1110	888	867	915	585
Débit moyen journalier minimal en m ³ /s	22	13	18	19	12
Débit minimal instantané (étiage absolu) en m ³ /s	4	0	3	3	0
Cote maximale en cm à Stadtbredimus	708	627	595	612	433
Durée du dépassement vers le bas du niveau de référence de 220 cm (heures)	96	609	264	456	461
Durée du dépassement vers le haut de la marque de crue III (heures)	160	99	68	76	0

L'importance des barrages pour le soutien des niveaux d'eau est essentielle pour la protection de la flore et de la faune aquatique en période d'étiage. S'il n'y avait pas de barrages sur la Moselle, on ne verrait couler en saison sèche qu'un mince filet d'eau.

La chaîne des ouvrages de retenue de la Moselle constitue un ensemble complexe dont la gestion opérationnelle a pour objectif de régulariser les niveaux d'eau de manière à satisfaire au mieux les besoins des activités de transport et de la production d'énergie électrique et ce tout en garantissant des conditions écologiques optimisées.

En permettant de moduler dans une certaine mesure les débits, les barrages de la Moselle sont manœuvrés en vue de garantir la navigabilité de la rivière, soutenir les étiages, réduire les effets des crues, optimiser la production d'énergie hydro-électrique et constituer des réserves d'eau formant des espaces de loisirs. Pour maintenir le niveau de retenue dans la plage d'exploitation, la position des vannes des barrages est, en régime normal, continuellement adaptée en fonction du débit: lorsque le débit augmente, le barrage laisse passer plus d'eau vers le bief aval et inversement lorsque le débit diminue.

Vue aérienne de l'ouvrage de retenue de Grevenmacher. De gauche à droite on découvre l'écluse à grand gabarit, avec un bateau en instance d'éclusage, une rigole avec rampe de portage pour embarcations de sport, une écluse à nacelles pour embarcations de plaisance, les deux vannes du barrage, la vanne de gauche étant en régime de déversement, une passe à poissons et anguilles, et enfin, une usine hydroélectrique.



Au-delà de la plage d'exploitation, les situations à maîtriser se présentent comme suit:

Régulation en situation d'étiage

En période de pénurie d'eau (étiage), il s'agit de veiller à ce que le niveau d'eau ne tombe pas sous la limite inférieure et à prévenir tout gaspillage. Les barrages restent fermés et retiennent l'eau dans les différents biefs. Si le débit disponible s'avère insuffisant, des mesures d'économie peuvent être imposées, la navigation peut être restreinte, voire arrêtée et la production d'énergie électrique, tout comme les prises et rejets d'eau peuvent être limités ou interdites.

Grâce à l'action bénéfique des barrages, les effets d'étiage restent, en règle générale, sans conséquences majeures pour la faune et la flore aquatique. Il en est de même en cas de fortes variations du débit en provenance du bassin amont de la Moselle.

Régulation en situation de crue

Lorsque le débit de la Moselle entre dans une phase de crue sévère, les barrages sont complètement ouverts et n'ont plus aucune influence sur l'écoulement et le niveau d'eau de la Moselle retrouve des conditions d'écoulement naturelles.

Les données caractérisant quelques crues historiques de la Moselle médiane se lisent comme suit:

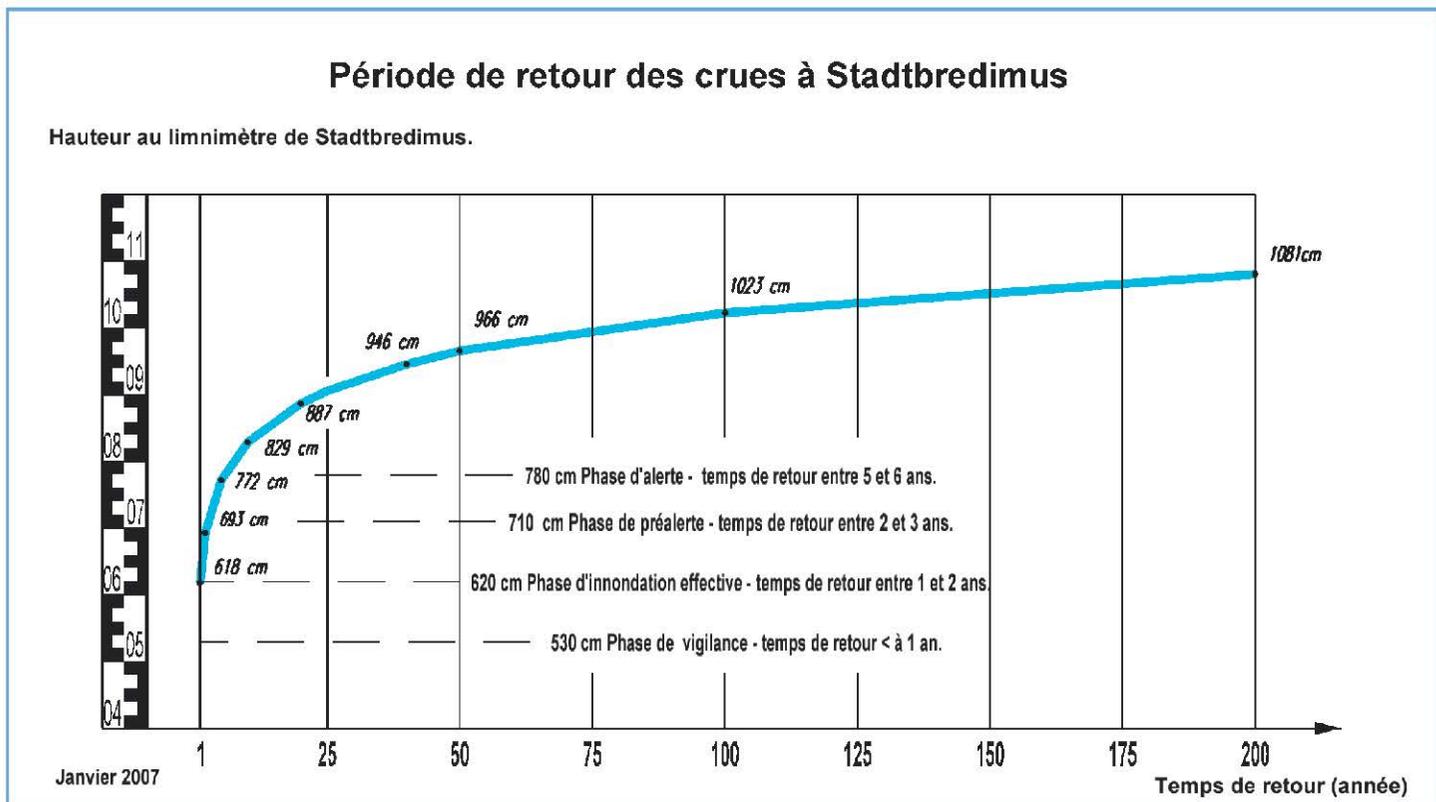
Crues historiques par ordre d'intensité			
Date d'occurrence	Débit maximal (m ³ /sec)	Cote correspondante (Stadtbredimus) (cm)	Fréquence de retour caractéristique (ans)
31.12.1947	2910	n.d.	300
12.04.1983	2154	951	40
28.05.1983	2091	935	32
20.12.1982	1579	797	7
23.12.1993	1551	789	6
01.01.2002	1534	784	6
17.02.1990	1482	769	5
28.01.1995	1479	768	5
28.02.1997	1475	767	5
06.02.1980	1387	741	4
09.01.1994	1374	737	4



Échelle limnimétrique de Stadtbredimus avec indication des niveaux atteints par des crues historiques.

Le caractère des crues et leur probabilité d'occurrence sont essentiellement aléatoires. Les hydrologues utilisent la notion de périodicité ou temps/période de retour pour caractériser la fréquence d'apparition d'un phénomène de crue.

La représentation graphique du temps de retour statistique à l'échelle de référence de Stadtbredimus se présente comme suit:



Attention: la période de retour doit être interprétée comme probabilité statistique.

Une hauteur donnée avec une probabilité correspondante peut donc se produire plusieurs fois dans une même année ou une fois durant une période de plusieurs années consécutives.

L'exploitation de la Moselle en tant que voie navigable et la gestion cohérente du service des barrages exigent de disposer et d'analyser les données relatives au régime hydrologique de la Moselle.

Ces données sont visualisées par deux genres de graphiques:

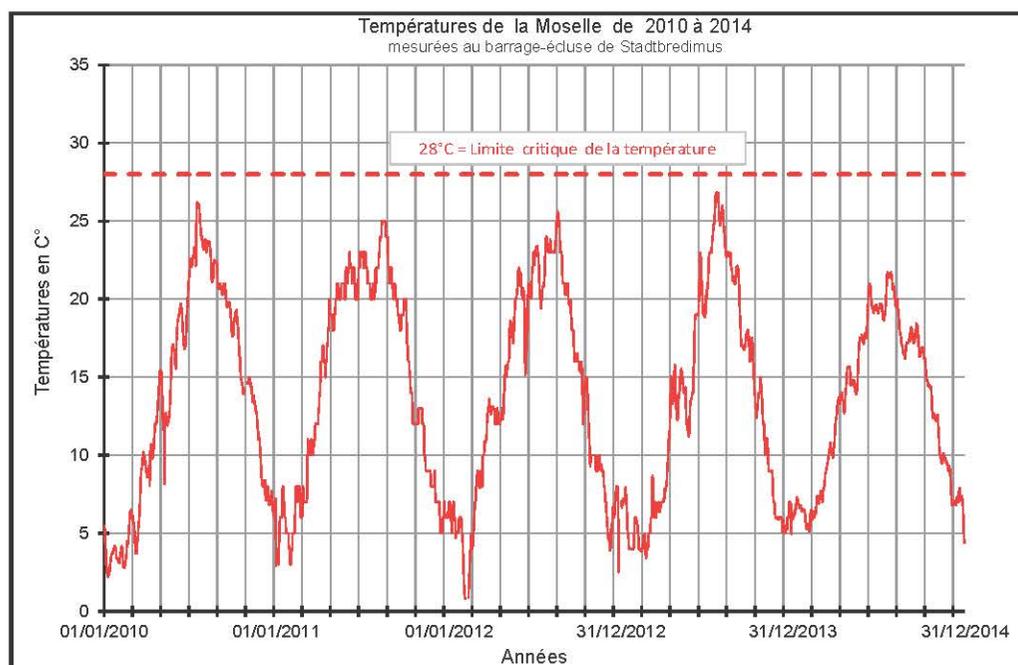
- Les limnigrammes (pages 46 et 47) illustrent l'évolution annuelle des débits moyens journaliers dans leur ordre chronologique d'occurrence.
- Les courbes des débits classés (pages 48 et 49) représentent les débits moyens journaliers par ordre d'importance (en commençant à gauche par les débits les plus importants et en finissant à droite par les plus faibles). Cette représentation permet de caractériser de manière simple, sans traitement statistique élaboré, la nature du régime hydraulique de l'année en cause.

Les aléas hydro-météorologiques tout comme les impératifs techniques empêchent donc que l'ambition d'un service en mode continu puisse être totalement satisfaite. Les paramètres réels affectant les conditions d'exploitation se trouvent résumés dans le tableau suivant.

Durée des événements ayant affecté les conditions d'exploitation (heures)					
Année	2010	2011	2012	2013	2014
Niveaux d'eau supérieurs à la marque de crue III	160	99	68	76	0
Niveaux d'eau inférieurs à la limite de navigabilité	96	422	264	456	461
Interruptions pour travaux planifiés					
Secteur de Grevenmacher	204	226	42	234	190
Secteur de Stadtbredimus	203	188	192	119	65
Interruptions à cause de pannes de fonctionnement					
Secteur de Grevenmacher	18	24	3	2	2
Secteur de Stadtbredimus	4	6	1	56	12
Avaries & accidents de navigation	1	0	0	4	6
Manifestations	34	26	42	36	45



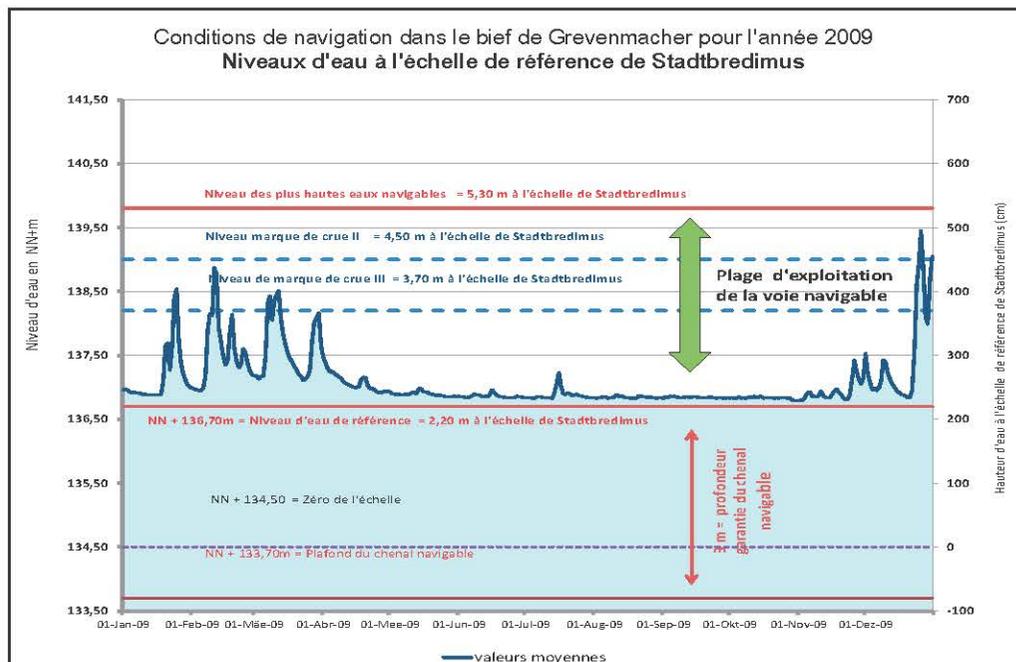
D'une importance essentielle pour l'équilibre chimique et le développement de la flore et de la faune, la température de l'eau de la Moselle fait aussi l'objet d'un suivi permanent dans le cadre de la gestion des ressources en eaux.



Variations saisonnières de la température de l'eau de la Moselle.

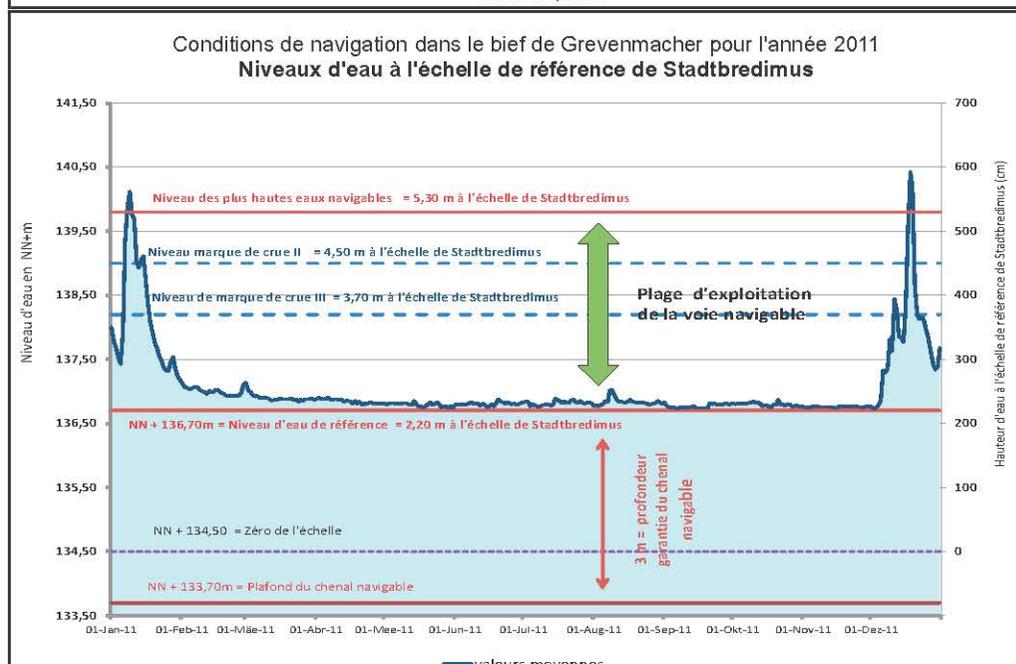
2009

Des débits variables mais parfaitement maîtrisables, une situation de rêve pour le gestionnaire de la voie navigable.



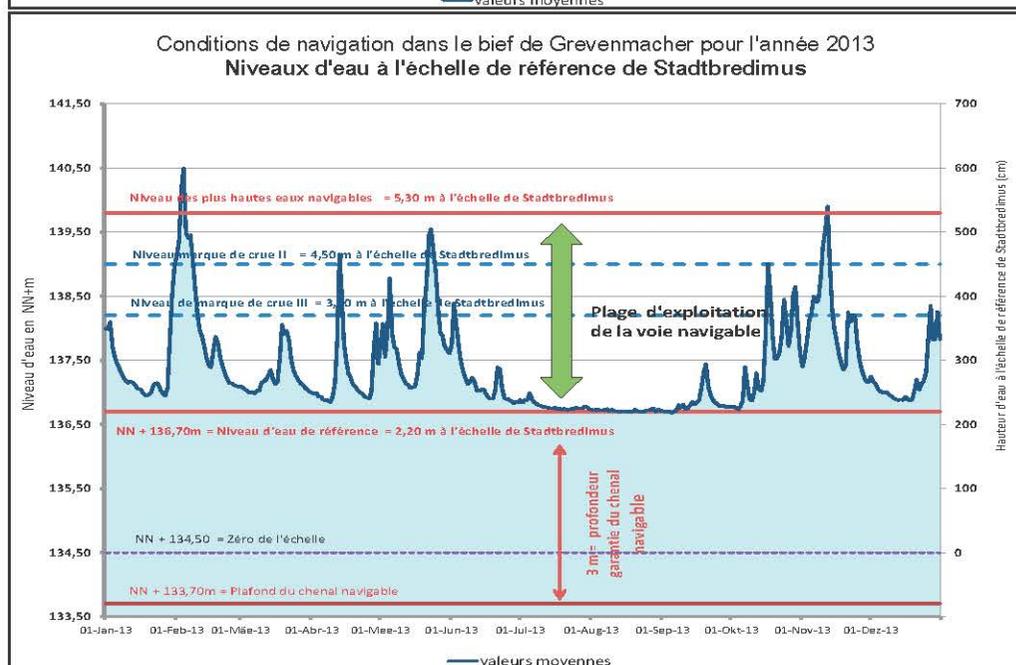
2011

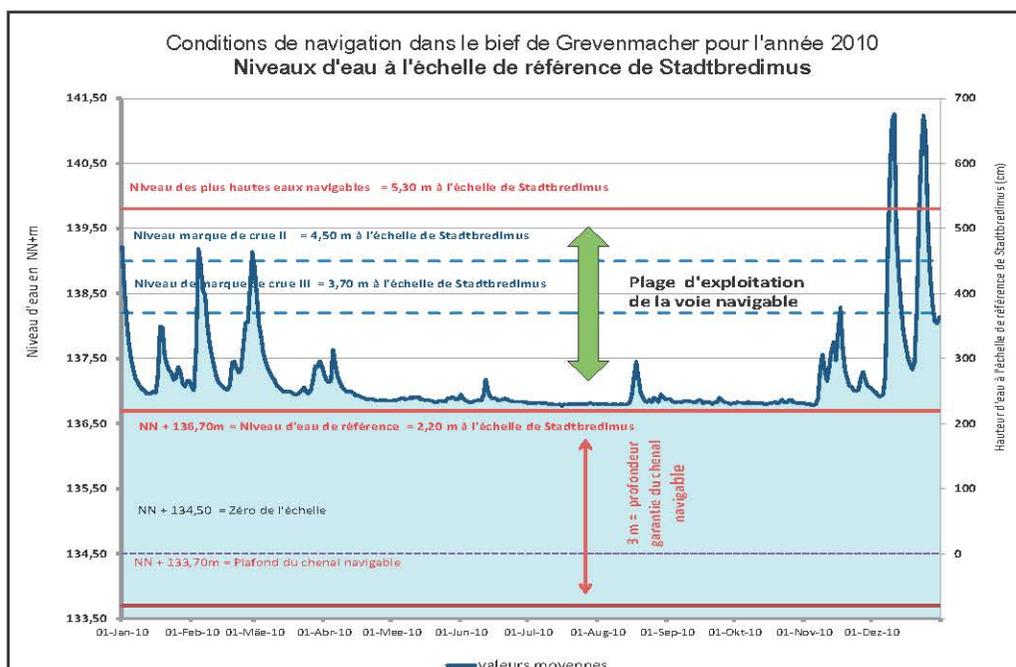
était une année carrément sèche. Sans être extrêmes, les épisodes d'eaux basses étaient répétitifs pendant toute la saison estivale. La valeur moyenne journalière la plus basse a été enregistrée le 15 juin avec $12,5 \text{ m}^3/\text{sec}$.



2013

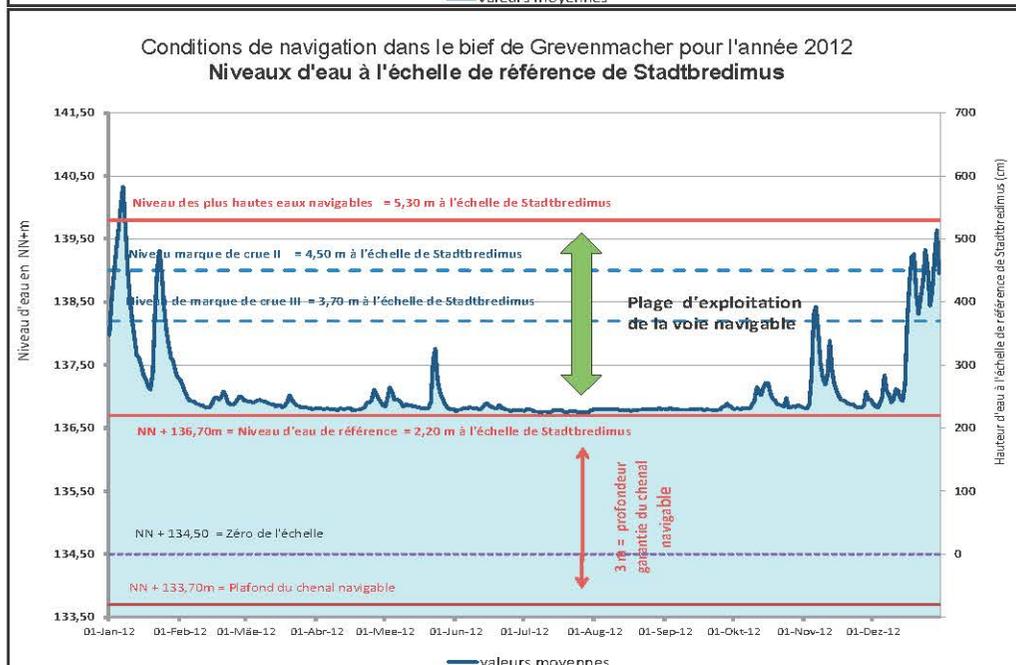
Les particularités hydrométéorologiques ont engendré des débits particulièrement nerveux. Des épisodes de crues répétitives se sont produites en février et en novembre. Des périodes d'étiages ont eu lieu en août. La valeur moyenne journalière la plus basse du débit a été enregistrée le 24 juillet 2013 avec $19 \text{ m}^3/\text{sec}$.





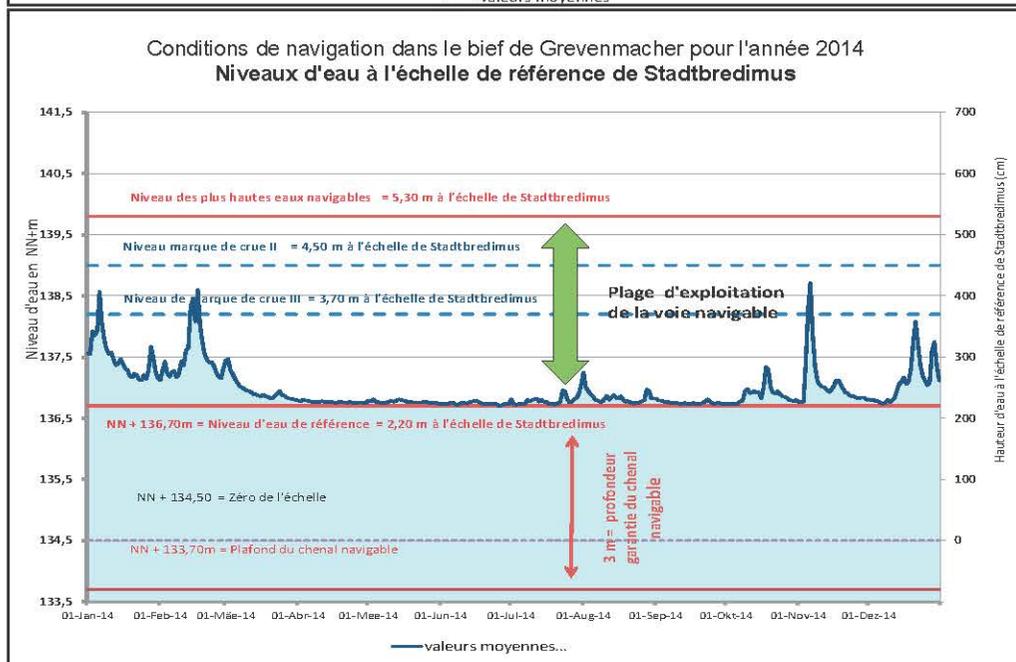
2010

a connu une hydraulicité particulièrement variable. Les crues de décembre étaient dues aux fortes précipitations accompagnées d'une fonte des neiges. Des inondations dommageables étaient donc inévitables.



2012

le régime hydraulique était typiquement mosellan: des débits plus importants pendant la saison hivernale et des périodes d'étiage prononcées au cours des mois d'août et de septembre.

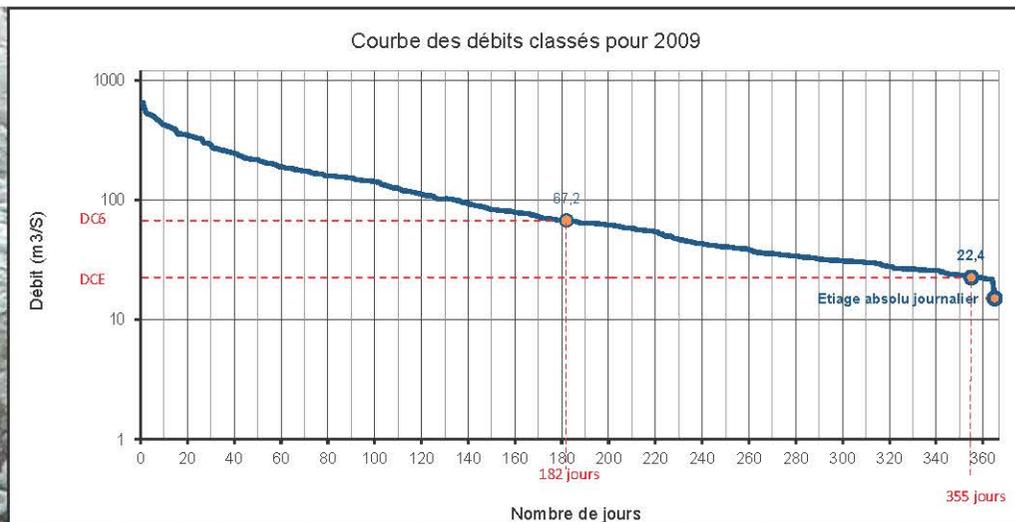


2014

L'année 2014 s'est caractérisée par une hydraulicité particulièrement variable. Cette année-là, les niveaux d'eau n'ont pas atteint la marque de crue, mais les périodes d'étiages étaient marquées et exigeaient une surveillance particulière. Le plus bas débit a été mesuré le 24 juillet avec 12 m³/sec.

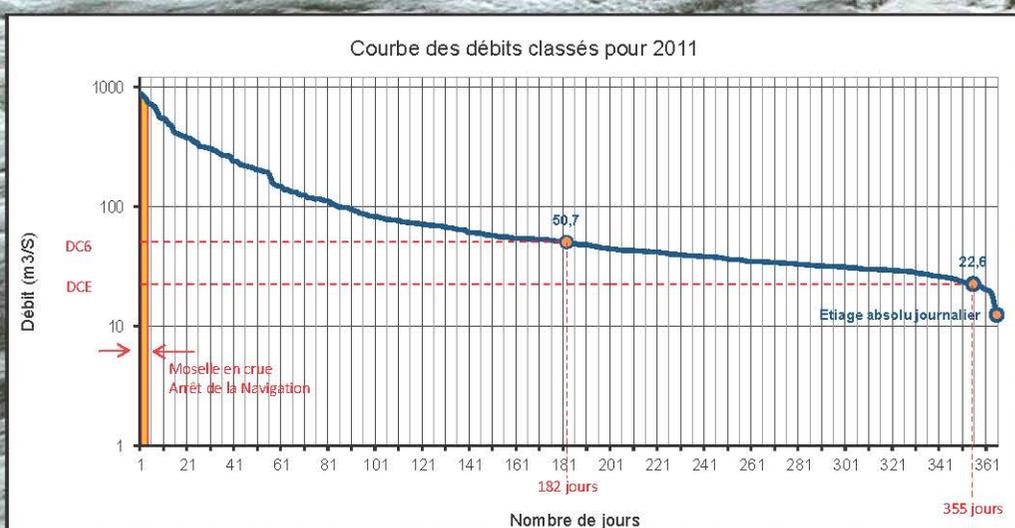
2009

a fourni une courbe représentative d'une année à faible hydraulicité. On remarquera que le débit maximal n'a pas dépassé le seuil de la marque de crue, alors que le débit moyen annuel est sensiblement plus faible que la moyenne.



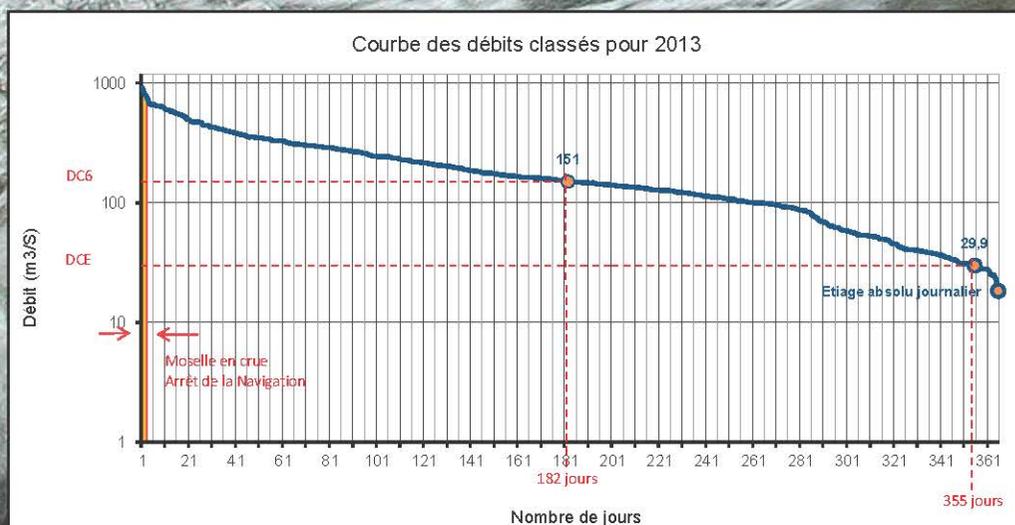
2011

était une année à hydraulicité déficitaire. En dépit de deux épisodes de débits plus conséquents de la saison hivernale, le débit annuel caractéristique restait particulièrement faible. Le rapport entre le débit maximal et le débit minimal affichait cette année 78,85, ce qui était tout à fait extraordinaire.

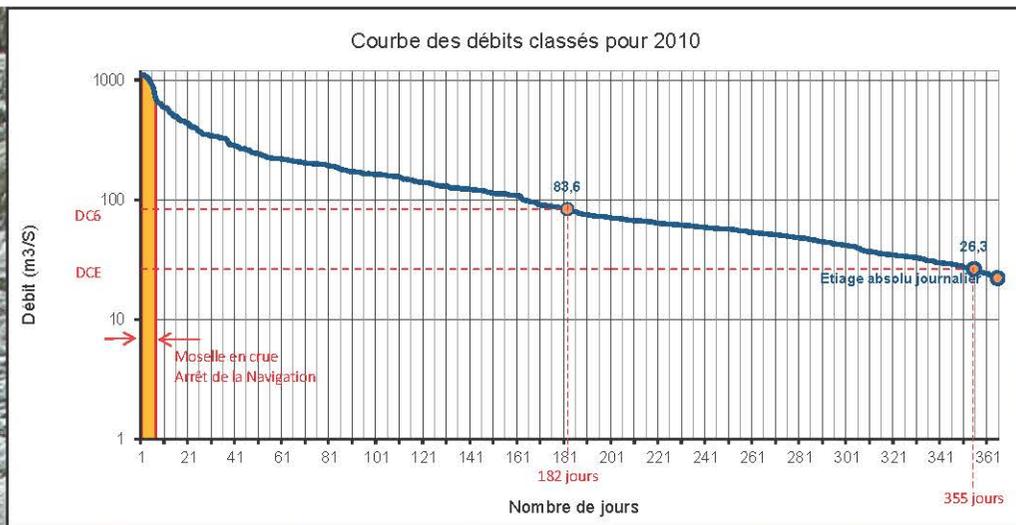


2013

se caractérisait par une hydraulicité élevée et particulièrement variable. Les écartements des débits maxima et minima restaient néanmoins dans la normale.



s / Courbes annuelles des débits classés



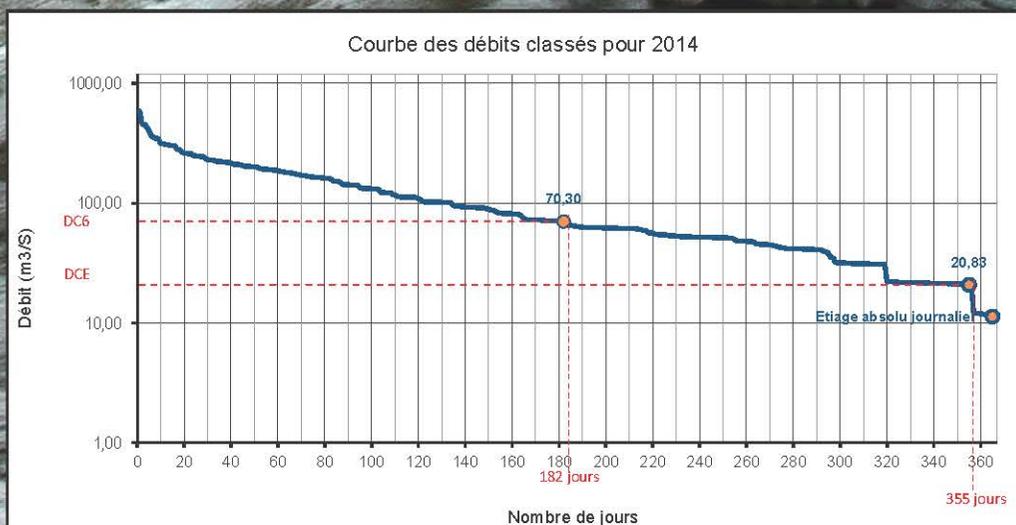
2010

se présentait avec une hydraulité marquée par des crues et des périodes à hautes eaux, mais somme toute normale du point de vue débit caractéristique.



2012

faisait état d'une hydraulité typique d'un régime pluvial-océanique. Les valeurs hautes, tout comme les valeurs basses du débit de la Moselle restaient dans les normes.



2014

fut une année particulièrement sèche, déficitaire au sens hydrologique. La marque de crue n'a pas été atteinte et la saison estivale était marquée par des périodes de basses eaux prolongées avec des débits très faibles, proche de l'étiage absolu.

Glossaire

Amont	Par ce terme on désigne la direction d'où vient l'eau, c'est-à-dire la partie d'un cours d'eau comprise entre un point considéré et la source.
Aval	C'est la partie du cours d'eau comprise entre le point considéré et l'embouchure ou le confluent. Le sens d'écoulement de l'eau va généralement vers l'aval.
Barrage	Aménagement réalisé pour réguler /stocker l'eau dans des vastes plans d'eau (biefs) en vue de permettre la navigation et la production d'hydroélectricité. Les barrages de la Moselle sont mobiles et s'effacent complètement dès qu'il s'agit d'évacuer une crue. Les barrages, à ne pas confondre avec les écluses, assurent un mouillage suffisant pour la navigation et divisent le cours de la Moselle en sections dénommées biefs.
Bassin rhéno-scaldéomosan	Terme utilisé pour désigner l'ensemble des ports des bassins fluviaux du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut (Rotterdam, Amsterdam, IJmuiden, Flessingue/Terneuzen Anvers, Duisbourg, etc.).
Chenal navigable	Ce terme désigne la partie du lit mineur de la Moselle où est assuré un mouillage suffisant pour la navigation. Il peut être balisé.
Crue	Une crue de la Moselle correspond à une augmentation relativement brutale du débit, et par conséquent, de la hauteur du niveau d'eau d'un cours d'eau, suite à un apport important en eau consécutif à une période exceptionnelle de précipitations accompagnées ou non de fonte des neiges. <u>Marques de crue</u> Sur la Moselle on connaît trois marques de crue. La marque I indique que les eaux sont moyennes, la marque II que les fortes eaux impliquent des prescriptions spéciales pour la navigation, et la marque de crue III constitue en quelque sorte le seuil indicateur de crue. À partir de ce seuil, le débit à évacuer dépasse la capacité d'écoulement du lit mineur et la Moselle commence à déborder et à provoquer progressivement des dommages. Ce seuil constitue également le niveau des plus hautes eaux navigables, à partir de ce niveau critique, la navigation est arrêtée.
Débit	Volume d'eau qui traverse une section transversale du cours d'eau par unité de temps. Les débits des cours d'eau sont exprimés en m ³ /s. Le débit est un paramètre important qui caractérise la situation hydraulique de la rivière (étiage, crue, etc.).
Débit médian ou débit moyen caractéristique (DM/DC6)	Le débit médian est le débit moyen journalier atteint ou dépassé pendant 365/2, soit 182 jours par an.
Débit caractéristique d'étiage (DCE/DC355)	Le débit caractéristique d'étiage correspond au débit moyen journalier qui n'est pas atteint 10 jours par an. Le DCE est une valeur statistique utilisée pour caractériser l'importance des périodes d'étiage.

Glossaire

Échelle limnimétrique (ou hydrométrique)	Échelle graduée servant à mesurer le niveau du plan d'eau.
Écluse	<p>Ouvrage de navigation permettant aux bateaux de franchir le dénivelé créé par le barrage entre un bief amont et un bief aval. Le principe de l'écluse repose sur la variabilité du niveau de l'eau dans le sas. Les dimensions des écluses de la Moselle permettent l'éclusement de convois jusqu'à 172,10 m de long et 11,45 m de large.</p> <p><u>Sas d'écluse</u></p> <p>Bassin à niveau variable, situé entre les deux portes d'une écluse où doivent entrer les bateaux pour passer du bief aval au bief amont et inversement.</p>
Écluse à nacelles	Écluse destinée aux menues embarcations d'une longueur inférieure à 18,00 m, d'une largeur inférieure à 3,30 m et d'un tirant d'eau inférieur à 1,50 m.
Étiage	<p>Débit exceptionnellement faible d'un cours d'eau, qu'il ne faut pas confondre avec les basses eaux saisonnières.</p> <p>Une période d'étiage risque d'engendrer des niveaux d'eau critiques pour la navigation (les niveaux d'eau requis ne pouvant plus être assurés).</p>
Étiage absolu journalier	C'est le débit moyen journalier le plus faible de l'année hydrologique.
Étiage absolu	C'est le débit instantané le plus faible de l'année hydrologique.
Lège	Désigne un bateau à marchandises vides (navigant sans chargement).
Limnimètre	Équipement de mesure permettant l'enregistrement (limnigraphe) et la transmission des données de hauteur d'eau (en un point donné). De nos jours, les limnimètres sont en règle générale couplés à un système de mesure et de télétransmission automatique des données.
Lit majeur et lit mineur	<p>Le lit mineur est le lit ordinaire où l'écoulement s'effectue la majeure partie du temps.</p> <p>Lors des crues, la Moselle déborde du lit mineur et commence à inonder les espaces géographiques adjacentes. À ses plus hautes eaux, la Moselle occupe son lit majeur. Cet espace peut être fort vaste et s'étendre très loin du cours habituel de la rivière. L'implantation d'habitations et d'industries n'y est pas exempte de risques.</p>
Menue embarcation	Tout bateau dont la longueur maximale de la coque est inférieure à 20 m, à l'exception des bacs, des barges de poussage, des bateaux pouvant transporter plus de 12 personnes et des bateaux servant à remorquer ou pousser autre chose que des menues embarcations.
Niveau d'eau de référence (retenue normale)	C'est une notion théorique correspondant au niveau de retenue du barrage à débit nul pour lequel la profondeur d'aménagement reste garantie dans le chenal navigable. Sauf circonstances exceptionnelles, la surface du plan d'eau ne descendra pas sous ce niveau en cas de faible débit. Ce niveau encore appelé niveau hydrostatique, est représenté par une ligne droite horizontale théorique entre l'aval du barrage amont et l'amont du barrage aval.





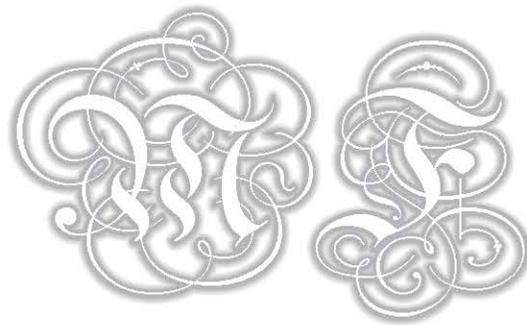
Déni de responsabilité

Les informations fournies dans le cadre de la présente publication proviennent de différentes sources considérées comme fiables.

Le Service de la Navigation s'est efforcé de fournir les informations les plus récentes, correctes et intelligibles possible, mais ne peut en aucun cas être considéré comme responsable du fait d'éventuelles inexactitudes ou omissions, les renseignements fournis n'ayant qu'une valeur indicative, sans aucune valeur juridique.

Remerciements

Que soient ici remerciées toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, permis, par leur contribution, collaboration et soutien, de mener à bien ce travail.



Le contenu de la présente publication peut être cité ou reproduit sans autorisation préalable, sous réserve qu'il soit fait mention et qu'un justificatif soit adressé au secrétariat du Service de la Navigation.

Pour en savoir plus sur les aménagements hydrauliques de la Moselle, les techniques de navigation, le cadre juridique ou sur l'histoire, vous pouvez vous référer aux autres publications de la série „La Moselle - voie navigable“.

Pour plus d'informations:

Service de la Navigation
36, rue de Machtum
L-6753 Grevenmacher

Personne de contact: Michel Schmitz

Adresse postale:
B.P. 8
L-6701 Grevenmacher

Tél.: (+352) 75 00 48 – 0
Fax.: (+352) 75 88 22
Cél.: Service.Navigaion@sn.etat.lu



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Service de la navigation