

Congrès international de géographie, La Haye, 1996

Le Rhin, voie navigable

Évolution depuis la révolution industrielle et perspectives

Traduction : Karen Bissel (avec nos remerciements).

Titre original : The Rhine as a shipping route – changes since the industrial revolution and perspectives for the future.

Texte intégral

Le titre, l'introduction et les résumés dans les marges sont du CLAC.

Congrès international
de géographie
La Haye, 1996

Communication de
Eugen Wirth
dans le cadre
du guide régional :

« La vallée du Rhin,
Développement urbain,
portuaire et industriel
et problèmes liés
à l'environnement »

Editeurs : Heinz Heineberg,
Norbert de Lange, Alois Mayr

1996

SOMMAIRE

- Le Rhin, un fleuve aux dimensions modestes mais adapté à la navigation p. 3
- Modifications structurelles et évolution de la navigation rhénane aux XIX^e et XX^e siècles p. 6
- La navigation rhénane dans la course aux parts de marché p. 10
- Développements récents p. 11
- Perspectives p. 15
- Bibliographie p. 16

(SOMMAIRE DÉTAILLÉ EN PAGE 2)

Le Rhin concentre à lui seul plus de la moitié du trafic fluvial de l'Europe des Quinze, sans compter ses affluents (Main, Neckar, Moselle).

Cela est dû à des causes naturelles d'abord. Le Rhin

est un fleuve au débit régulier et à la pente faible. Mais c'est aussi parce qu'il dessert des régions très peuplées et de grands bassins industriels que le Rhin connaît un tel trafic.

Eugen Wirth, universitaire allemand spécialisé dans la navigation fluviale et maritime, dresse ici un tableau très complet du rôle du Rhin comme grand axe européen de navigation.

C'est aussi pour lui l'occasion de mettre en évidence les caractéristiques essentielles qui avanta-

gent nettement quelques grands fleuves européens (Rhin et Danube principalement) par rapport au reste du réseau navigable : absence d'écluses, très grand gabarit, rapidité et régularité de la navigation, tirant d'air sous les ponts permettent par exemple le transport de conteneurs dans des conditions optimales... Autant d'atouts que n'ont justement pas les canaux interbassins, tels que Rhin-Main-Danube, feu le projet Rhin-Rhône et tous les grands projets français de liaisons fluviales.

Beiträge zur Regionalen Geographie

Herausgeber: Alois Mayr
Frank-Dieter Grimm

Schriftleitung: Isolde Brade

Heinz Heineberg, Norbert de Lange, Alois Mayr (Eds.)

The Rhine Valley

Urban, harbour and industrial development
and environmental problems

A regional guide dedicated to the
28th International Geographical Congress
The Hague 1996

EUGEN WIRTH

The Rhine as a shipping route – changes since the
Industrial Revolution and perspectives for the future

41

Institut für Länderkunde Leipzig

1996

Les dossiers du CLAC, Comité de liaison pour des alternatives aux canaux interbassins

CLAC, 6 avenue Andrée Yvette, 92700 Colombes, Tél. 01 41 19 08 06, fax 01 41 19 07 68. [A*8MD=D.Wirth3 96 Rhin]

Le CLAC est associé au programme "Transports durables" du World Wildlife Fund (WWF)



Plan de l'article

I. - Le Rhin, un fleuve aux dimensions modestes mais adapté à la navigation	p. 3
II. - Modifications structurelles et évolution de la navigation rhénane aux XIX^e et XX^e siècles	p. 6
III. - La navigation rhénane dans la course aux parts de marché	p. 10
IV. - Développements récents	p. 11
L'optimisation du transport de vrac	p. 11
Des temps de transport courts et compétitifs	p. 12
Le trafic de conteneurs sur le Rhin	p. 12
Le "transroulage" (roll on / roll off) sur les bateaux fluviaux	p. 13
De vastes bâtiments aux performances élevées	p. 14
Combinaison du trafic Rhin-mer sur les grandes unités fluvio-maritimes	p. 14
Le trafic voyageurs sur le Rhin	p. 15
V. - Perspectives	p. 15
Bibliographie	p. 16

Le Rhin, un fleuve aux dimensions modestes, mais adapté à la navigation

L'Europe, partie occidentale du vaste continent eurasiatique, est divisée en plusieurs petits compartiments distincts. La côte présente également cette caractéristique, parsemée d'îles et de presqu'îles relativement étendues, ainsi que de mers épicontinentales avançant profondément dans les terres. Enfin, la structure fondamentale du réseau hydrologique suit le même schéma. En Europe centrale et occidentale, les précipitations résultent en un nombre assez élevé de cours d'eau de taille moyenne qui parcourent une distance relativement constante jusqu'à leurs estuaires respectifs dans la Baltique, la mer du Nord, l'Atlantique ou la Méditerranée. Leurs bassins hydrographiques définissent des zones bien séparées les unes des autres. Étant au nombre de ces fleuves, le Rhin présente des paramètres hydrologiques relativement modestes : avec une longueur de 1 326 km, un bassin de 224 000 km² et un débit annuel moyen de 2 260 m³/s, il ne peut en aucun cas être compté parmi les grands fleuves des autres continents (cf. Tab. 1). Même en Europe, il est largement dépassé par la Volga et le Danube.

Cependant, si nous considérons le nombre de bateaux parcourant le Rhin et la quantité de marchandises qu'ils transportent, c'est une toute autre dimension. Le Rhin est en effet la voie navigable intérieure la plus active au monde et, en ce qui concerne le volume de marchandises, il arrive en deuxième position, juste après le système navigable du

Mississippi-Missouri. Plus de 200 000 bateaux fluviaux traversent chaque année la frontière germano-néerlandaise à Emmerich, dans le cours inférieur du Rhin. Sur l'ensemble du trafic fluvial allemand, le Rhin représente à lui seul 85 % (cf. Fig. 1).

Cette concentration d'activités, tout à fait unique pour un bassin fluvial, l'est d'autant plus que la zone proche du lit présente une population très dense et une importante richesse économique, l'ensemble formant l'axe rhénan (« Rheinschiene »). Dans cette région vivent plus de 90 millions de personnes bénéficiant d'un niveau de vie beaucoup plus élevé que la moyenne et d'une productivité économique élevée. À Rotterdam, dans le delta du Rhin, le trafic de marchandises s'élève à 294 millions de tonnes (pour 1994), ce qui fait de ce port le plus important au monde. Si l'on prolonge l'axe rhénan au-delà de la mer du Nord jusqu'à Londres et le sud-est de l'Angleterre, en passant par l'agglomération urbaine du bassin parisien, l'ensemble de cette concentration d'activités humaines et économiques peut être considéré comme le « noyau dur de l'Europe ». Cette « mégalopole rhénane » revêt des aspects si divers qu'il serait difficile de dresser une liste exhaustive de ses caractéristiques.

Même si les données fondamentales – longueur, bassin hydrologique et débit – restent relativement modestes, les cours principal et secondaire du Rhin sont caractérisés par des paramètres très propices à la navigation. La

Le Rhin présente des paramètres hydrologiques relativement modestes

Cependant, il est la voie navigable la plus active du monde

Dans l'axe rhénan vivent plus de 90 millions de personnes

Les paramètres hydrologiques sur les cours principal et secondaire du Rhin sont très propices à la navigation

	Longueur en km	Débit annuel moyen en m ³ /s	Bassin-versant en km ²
Amazone	6 200	110 000	7 050 000
Congo	4 200	39 000	3 690 000
Yang-Tsé Kiang	5 200	30 000	1 775 000
Mississippi-Missouri	6 530	18 000	3 250 000
Iénisseï	5 200	18 000	2 590 000
Lena	4 600	18 000	2 385 000
Paraná La Plata	4 700	17 000 *	3 105 000
Niger	4 160	15 000	2 090 000
Ob	5 200	11 000	2 950 000
Nil	5 760	2 300	3 007 000

Volga	3 700	8 300	1 480 000
Danube	2 850	6 450	817 000
Rhin	1 326	2 260 **	224 400 ***

* Wundt 1950 : 32 000

** À Emmerich (frontière germano-néerlandaise)

*** Sans le bassin de la Meuse : 189 700 km²

Tab. 1 : les plus grands fleuves du monde

Source : W. Wundt 1950, 1953

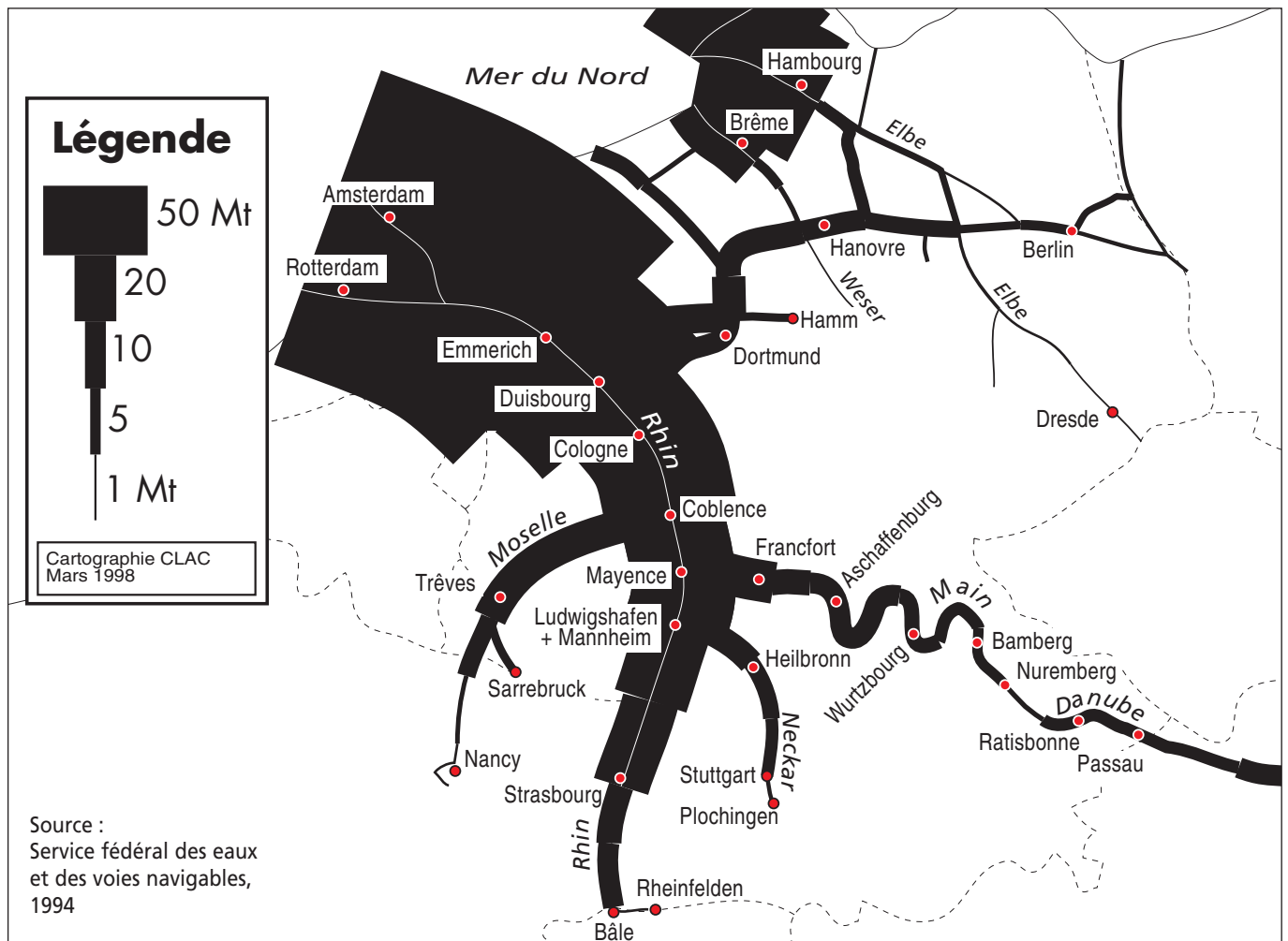


Fig. 1. Trafic de marchandises sur les voies navigables du système rhénan en 1993

Seules de rares portions du Rhin moyen connaissent un fort courant

Son débit est relativement bien équilibré

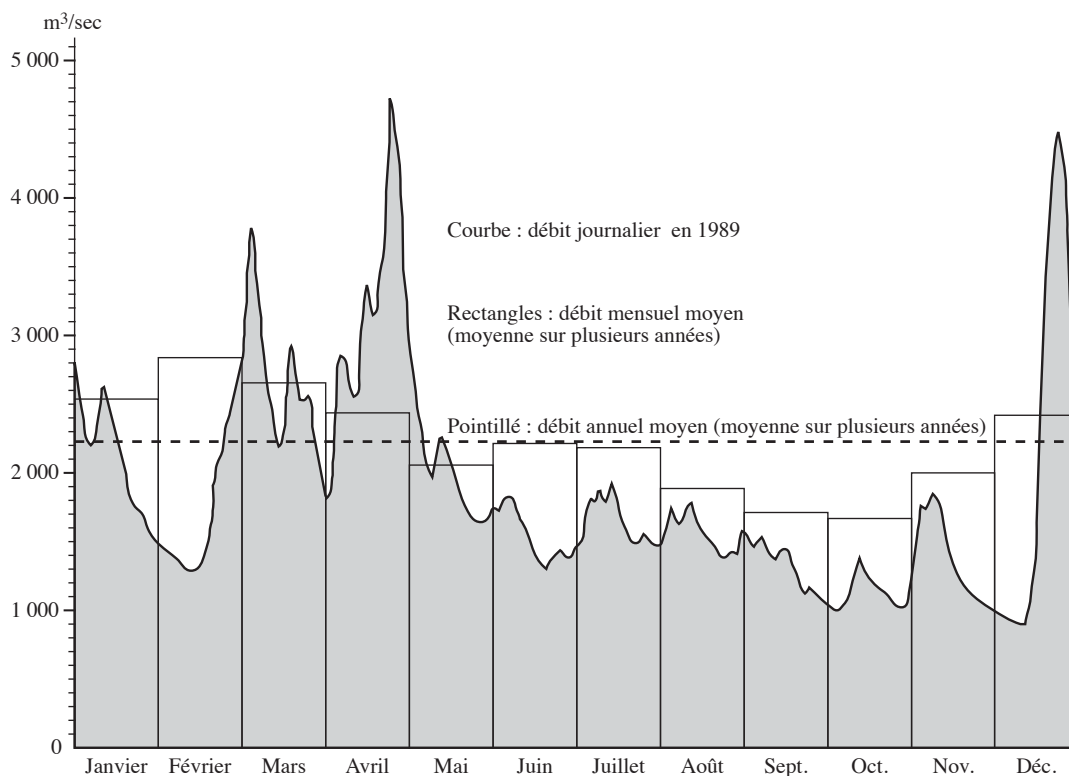
partie navigable qui s'étend sur 875 km entre Rheinfelden, près de Bâle, et l'embouchure du fleuve dans la mer du Nord ne présente aucune chute d'eau ni rapides infranchissables susceptibles d'empêcher la navigation. Seules de rares portions du Rhin moyen connaissent un fort courant (jusqu'à 10 km/h), qui s'avère difficile à surmonter. En hiver, la quantité de glace atteint rarement un niveau suffisant pour stopper la navigation, à l'inverse du fleuve Saint-Laurent, par exemple, dont la voie navigable est bloquée quatre à cinq mois par an.

Par ailleurs, en comparaison avec d'autres fleuves, le Rhin possède un débit annuel relativement bien équilibré (cf. Tab. 2). En effet, le Lac de Constance joue un rôle régulateur sur les fluctuations du niveau d'eau dans la partie alpine du Rhin. Puis le Rhin supérieur, en aval du lac, reçoit un apport d'eau important de l'Aare, du Neckar, du Main et de la Moselle. Affluents majeurs du Rhin, ces rivières connaissent leurs hautes eaux et basses eaux en des périodes de l'année distinctes, ce qui engendre pour le Rhin un flux remarquablement équilibré et constant.

Prenons par exemple le cas de l'année 1989, légèrement trop sèche, et observons les conditions réelles en hautes eaux et en basses eaux : on a relevé un débit maximum de 4 870 m³/s et un débit minimum de 911 m³/s, soit un rapport de seulement 1/5 (cf. Fig. 2). Par conséquent, les années ordinaires, la navigation n'est interrompue que quelques jours, soit lorsque les basses eaux constituent pour les bateaux un risque d'échouage, soit lorsque les hautes eaux rendent le courant trop fort ou laissent trop peu de hauteur libre sous les ponts.

Comme tous les grands fleuves d'Europe, le Rhin offre à l'homme toute une gamme d'utilisations et d'avantages. Citons en particulier, en dehors de la navigation :

- les terres inondables, qui drainent en principe le surplus d'eau résultant de précipitations trop abondantes ou de la fonte des neiges ;
- l'utilisation de la force hydraulique par le biais des barrages ;
- l'approvisionnement en eaux sanitaires destinées à des zones d'habitation situées le long du fleuve, le prélèvement d'eau pour les



Source : Programme hydrologique international, Yearbook RFA 1989, p. 61

Fig. 2. Le Rhin inférieur vers Rees Débit 1989 en m³/s

systèmes d'irrigation agricoles et d'eau de refroidissement pour les industries et les centrales électriques ;

- la dilution d'effluents de toutes sortes permettant d'obtenir des concentrations non toxiques ;
- les loisirs nautiques en tous genres ;
- plus récemment, la sauvegarde du patrimoine naturel (écomusée ou réserve pour la flore et la faune menacées).

Certaines de ces fonctions sont en compétition les unes avec les autres. En cas de conflit, l'importance accordée à la navigation sur le Rhin est telle que les autres fonctions doivent s'incliner. En aval de l'écluse la plus septentrionale du Rhin supérieur, à Iffezheim, le Rhin s'écoule librement, et la navigation n'est entravée par aucune écluse ni barrage. De plus, tous les ponts situés en aval de Strasbourg laissent une hauteur libre d'au moins 9 mètres. De telles dimensions assurent un passage non seulement aux bateaux de navigation intérieure, mais aussi à la plupart des cargos fluvio-maritimes à moteur et des navires côtiers pour le trafic Rhin-mer.

Même si le Rhin occupe une place modeste parmi les grands fleuves de la planète, ses paramètres physico-géographiques et le développement de ses techniques hydrauliques lui confèrent des propriétés de navigation quasiment idéales. En outre, depuis 1869, la navigation rhénane n'est plus soumi-

se à aucune limite d'ordre administratif, aucun droit de port, aucun droit de navigation lié à des corporations de bateliers, ni aucun droit de douane. En effet, le 17 octobre 1868, tous les pays riverains du Rhin signèrent la Convention de Mannheim. Depuis lors, la navigation est totalement exemptée de taxes entre Bâle et l'estuaire, les signataires ayant accepté l'obligation de développer à leurs frais le réseau de navigation et d'aménager les portions dangereuses. Cet engagement est d'ailleurs reflété par l'augmentation quasi-constante du tirant d'eau des navires rhénans. En ce qui concerne la profondeur du canal, qui doit atteindre un

	Débit (m ³ /s)	Dmax/ Dmin
Rhin à Kaub	1 590	14,5
Neckar à Rockenau	132	117,4
Main à Kleinheubach	160	163,6
Moselle à Cochem	296	205,0
Elbe à Dresde	325	193,3
Oder à Finow	543	57,0
Weser à Hann. Münden	113	98,0

Première colonne : débit moyen annuel
Dmax : plus haut débit connu (maximum absolu)
Dmin : plus bas débit connu (minimum absolu)

Tab. 2. Variations du débit
(SOURCE : LIEDTKE-MARCINEK 1994)

En cas de conflit entre la fonction de navigation et les autres fonctions du fleuve, l'importance accordée à la navigation est telle que les autres fonctions doivent s'incliner

En aval d'Iffezheim (40 km au nord de Strasbourg), la navigation n'est entravée par aucune écluse ni barrage

De plus, tous les ponts situés à l'aval de Strasbourg laissent une hauteur libre d'au moins 9 mètres

Depuis 1869, la navigation rhénane n'est plus soumise à aucune limite d'ordre administratif, aucun droit de port ni de douane

Au cours des siècles qui ont précédé l'invention du chemin de fer, la navigation sur le Rhin surpassait tous les modes de transport terrestres

La relative lenteur du courant sur le Rhin inférieur permit dès le Moyen Âge un transport intense de marchandises variées dans le sens montant jusqu'aux environs de Cologne et de Bonn

La construction des premières voies ferrées de part et d'autre du Rhin marqua le début d'une crise de la navigation fluviale qui allait s'étendre sur plusieurs décennies

minimum de 2,50 m par basses eaux, seule la portion comprise entre Iffezheim et Cologne reste à niveler (2,10 m actuellement).

En terme d'utilisation réelle, ces excellentes conditions de navigation dépendent de trois aspects fondamentaux liés aux conditions géographiques du transport :

1. des autres moyens de transport, qui agissent de façon complémentaire avec la voie d'eau pour le chargement et l'acheminement des marchandises ;

2. du développement technique des bateaux utilisés sur le Rhin, en particulier depuis le début de la révolution industrielle ;

3. des marchandises transportées sur le fleuve et des variations à long terme des besoins et de l'approvisionnement.

Dans une brève introduction historique, nous allons tenter de dresser un aperçu de la navigation sur le Rhin, ainsi que du volume et de la nature du fret, en tenant compte des trois points évoqués ci-dessus. Il est clair que les conditions générales des 120 dernières années n'ont pas été défavorables au trafic

rhénan (cf. Tab. 3). En dehors d'une certaine stagnation, quoique à un niveau élevé, observée pendant la décennie entourant la première guerre mondiale, le trafic de marchandises entre Rheinfelden et Emmerich n'a cessé d'augmenter.

1785	0,1
1821	0,3
1840	0,4
1873	3,3
1913	54,6
1925	55,7
1937	89,9
1960	133,0
1970	195,0
1980	198,0
1990	202,0 *

Tab. 3. Trafic de marchandises sur le Rhin (en millions de tonnes) entre Rheinfelden et Emmerich

* 1990, de Rheinfelden à la mer du Nord : 290 Mt.
Source : Livre statistique de l'Allemagne

Modifications structurelles et évolution de la navigation rhénane aux XIX^e et XX^e siècles

Au cours des siècles qui ont précédé l'invention du chemin de fer, la navigation sur le Rhin surpassait tous les modes de transports terrestres, qu'il s'agisse du chariot, de la charrette ou des bêtes de somme. La navigation aval permettait de transporter une grande variété de biens. Les producteurs de vin, aristocrates ou religieux basés dans le Rhin supérieur, faisaient ainsi parvenir à leurs clients de la région du Rhin inférieur (en particulier à Cologne), mais aussi autour de l'embouchure du fleuve, des quantités considérables de boisson. En deuxième position arrivait le transport de troncs d'arbres et de bois de construction en provenance des régions montagneuses du Rhin supérieur, en particulier de la Forêt Noire. Les villes prospères des Flandres et des Pays-Bas connurent en effet, du XVII^e au XIX^e siècle, une très forte demande en bois pour construire les bateaux et les maisons d'une part, et d'autre part pour récupérer des terres sur la mer et protéger la côte. Des écrits contemporains rapportent que ces grumes descendaient une partie du Rhin sur d'immenses radeaux : « Certains radeaux atteignaient 517 m de long et 76 m de large. Ils portaient chacun 14 000 m³ et étaient manœuvrés par 500 rameurs logeant dans des cabanes à même le radeau » (REDLHAMMER 1993 (20), p. 23).

La relative lenteur du courant sur le Rhin inférieur permit, au Moyen Âge et au début des temps modernes, un transport intense de marchandises variées dans le sens montant jusqu'aux environs de Cologne et de Bonn : épices de toutes sortes et produits tropicaux, poisson séché, fromage et textiles flamands. Cependant, à cette même époque, il s'avérait autrement plus difficile de remonter le Rhin entre Coblenze et Bingen. Seules les embarcations légères de taille réduite, dotées d'une capacité de chargement maximale de 150 t, pouvaient être remorquées à bras d'hommes, à grand peine toutefois. Comme les chemins de halage ne se mirent en place qu'à partir du XIX^e siècle, il arrivait souvent que les bateaux soient tirés par 60 à 90 hommes, qui devaient par endroit avancer dans des eaux profondes. De même, sur le Rhin supérieur, le halage d'un bateau à contre-courant nécessitait l'intervention de 60 à 90 hommes, ou de six à douze chevaux. La plupart des bâtiments rhénans ont certes été très tôt équipés de voiles pour faciliter la remontée du fleuve, mais celles-ci ne s'avéraient utiles que par vent favorable.

La construction des premières voies ferrées, de part et d'autre du Rhin, marqua le début d'une crise de la navigation fluviale qui allait s'étendre sur plusieurs décennies. Le volume

des marchandises transportées par voie d'eau chuta brusquement. Pendant quelques temps, l'on crut que le transport par le rail était non seulement plus rapide, mais aussi beaucoup plus économique que le transport fluvial. C'est seulement lorsque la Ruhr devint la zone industrielle la plus puissante de l'ex-Allemagne de l'Ouest que s'accumulèrent des quantités nettement supérieures de vrac pondéreux : charbon, coke, minerai de fer, plaques de tôle, lamelles et barres en acier, scories et vrac de substances chimiques, etc. Comme l'illustre le tableau 3, on réalisa que le transport de telles quantités de pondéreux pouvait revenir moins cher sur un réseau de navigation intérieure bien développé que par la voie ferrée, dans le cadre du transport de porte à porte, par exemple des principaux producteurs ou ports d'importation jusqu'aux principaux consommateurs ou ports d'exportation. Au même moment, la révolution industrielle apporta des améliorations techniques essentielles à la navigation et à l'organisation du transport fluvial. Ainsi, les coûts de transport par tonne kilomètre diminuèrent considérablement. Voici résumées en quelques points les principales étapes de cette évolution :

Au XIX^e siècle, les bateaux rhénans étaient encore exclusivement construits en bois, et offraient au mieux une capacité de charge comprise entre 100 et 200 tonnes. Ce n'est qu'aux alentours de 1840 qu'apparurent les premiers navires de fret en métal. Peu à peu, leur gabarit augmenta : de 250 tonnes en

1845, la capacité passa à plus de 700 tonnes au cours de la deuxième moitié du siècle, pour atteindre 1 800 tonnes en 1914. Après cette date, l'usage fut de limiter la charge à 1 350 t ; en effet, les bateaux de cette taille pouvaient emprunter le canal Rhin-Herne qui, inauguré à cette époque, demeura pendant des décennies la voie d'eau artificielle la plus fréquentée d'Europe.

La deuxième innovation pionnière fut l'invention de bateaux de marchandises dotés d'une énergie propre fournie par une machine à vapeur. C'est en 1816 que le premier bateau de navigation intérieure à vapeur emprunta les eaux du Rhin. Et en 1829, un atelier de construction navale, ouvert par Franz Haniel à Ruhrort, commença à fabriquer des bateaux à vapeur. À l'origine, les vapeurs étaient mus par des roues à aube qui, autour de 1880, furent remplacées par des hélices. À la fin du siècle dernier, les cargos à vapeur furent utilisés pour les cargaisons mixtes urgentes ; à cette époque en effet, le transport de vrac était beaucoup plus rentable sur les convois de barges. De plus, l'usage de la grue fonctionnant à la vapeur et la mécanisation de la manipulation des marchandises contribuèrent à accélérer considérablement le trafic des marchandises et à en diminuer notablement le coût.

Les bateaux à vapeur construits en plaques métalliques fournirent les bases techniques préliminaires à l'essor triomphant du convoi de barges dans la navigation rhénane à la fin du XIX^e siècle. Un convoi est formé de l'asso-

Au XIX^e siècle, les bateaux rhénans étaient encore exclusivement construits en bois, et offraient au mieux une capacité de charge de 100 à 200 tonnes

Aux alentours de 1840 apparurent les premiers navires de fret en métal

Autour de 1880, les roues à aube des bateaux à vapeur furent remplacées par des hélices

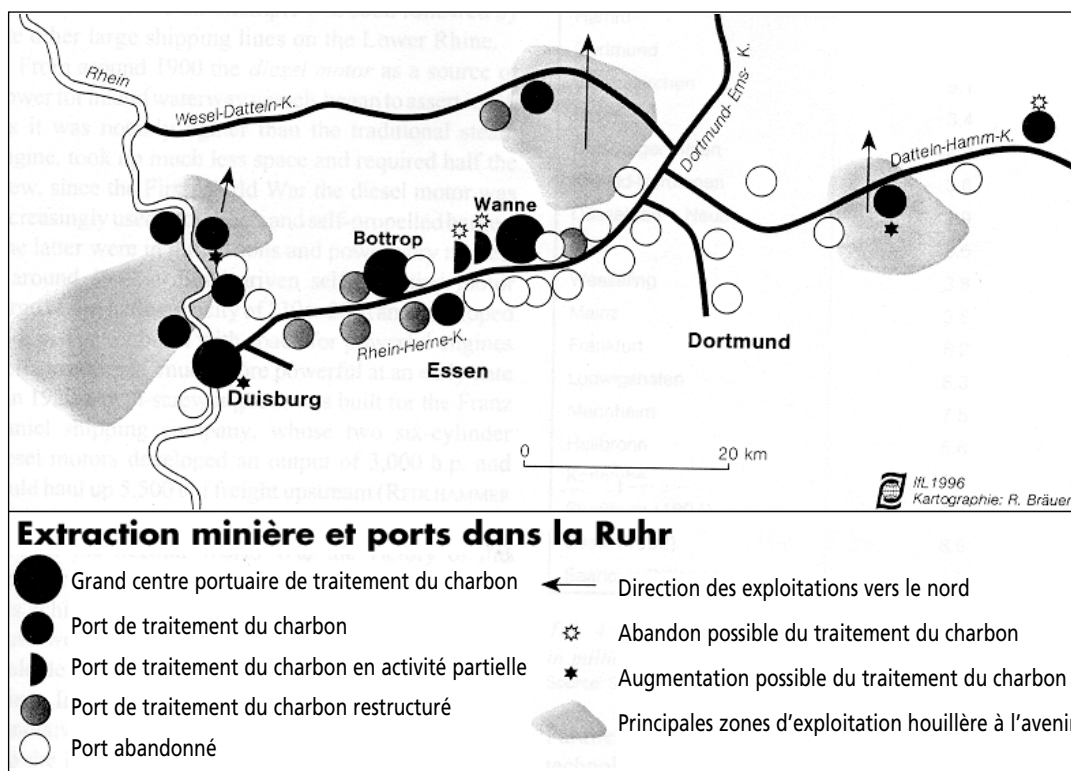


Fig. 3. Extraction du charbon et ports dans la Ruhr

Source : ACHILLES 1985a

**Vers 1900,
le moteur diesel
commença
à s'imposer dans
la navigation
fluviale**

**Les remorqueurs
acquissent
rapidement
une grande
puissance**

**Les convois
poussés ont
pris le relais.
C'est aux
convois poussés
qu'est
aujourd'hui
confié
le transport de
la quasi-totalité
du minerai
de fer entre
le port de
Rotterdam
et les aciéries
de la Ruhr**

**Le spectre des
marchandises
transportées
sur le Rhin
a lui aussi
évolué**

ciation d'un remorqueur et d'une ou plusieurs barges non motorisées amarrées les unes aux autres par des câbles. Ce mode de transport fut introduit sur le Rhin par Mathias Stinnes. À la fois négociant en charbon et navigateur averti, il souhaitait vendre le charbon de la Ruhr aux Pays-Bas. Or, pour rivaliser avec les bas prix proposés par l'Angleterre et la Belgique, il fallait absolument diminuer au maximum les coûts de transport. En 1844, Stinnes mit au point un puissant remorqueur de 350 chevaux conçu pour halier les barges de charbon enchaînées les unes aux autres, d'une manière économique et rapide, dans le sens avalant (REDLHAMMER 1993 (20), p. 23). Son affaire prospéra, et l'exemple fut bientôt suivi par les autres grandes lignes de navigation du Rhin inférieur.

À partir de 1900 environ, une nouvelle source d'énergie, le moteur diesel, commença à s'imposer dans la navigation fluviale. Sensiblement plus léger que le traditionnel moteur à vapeur, moins encombrant et réduisant l'équipage de moitié, le moteur diesel fut de plus en plus utilisé après la première guerre mondiale dans les remorqueurs et les barges autopropulsées. La taille et la puissance de ces dernières étaient très modestes : en 1912, une péniche pouvait transporter 130 à 200 tonnes et développer une puissance de 25 chevaux. En revanche, les remorqueurs, suffisamment spacieux pour héberger de gros moteurs, acquissent rapidement une grande puissance, puisqu'en 1922, un remorqueur à double hélice construit pour la compagnie de Franz Haniel, développait à l'aide de ses deux moteurs diesel six cylindres une puissance de

Hamm	3,3
Dortmund	5,1
Gelsenkirchen	5,1
Essen	3,4
Ports de Duisbourg	44,9
Krefeld-Uerdingen	3,6
Düsseldorf + Neuss	7,9
Cologne	9,5
Wesseling	3,8
Mayence	3,8
Francfort-sur-le-Main	5,2
Ludwigshafen	8,3
Mannheim	7,5
Heilbronn	5,8
Karlsruhe	11,9
Strasbourg (1994)	9,4
Bâle (1992)	8,5
Saarlouis-Dillingen	3,9

Tab. 4. Trafic fluvial de marchandises dans les ports intérieurs en 1992 (en millions de tonnes)

Source : Livre statistique, 1994

3 000 chevaux et s'avérait capable de tirer un volume de marchandises allant jusqu'à 5 500 t dans le sens montant (REDLHAMMER 1993 (222), p. 21).

Après la Seconde Guerre mondiale, la victoire du bateau de navigation intérieure autopropulsé au diesel devint complète lorsqu'un grand nombre de barges non motorisées furent peu à peu transformées en automoteurs. Ces bateaux à moteurs réduisaient en effet considérablement les temps de trajet par rapport aux convois. De plus, dans les terminaux intérieurs, ils étaient plus faciles à manœuvrer et ainsi s'adaptaient plus aisément à la logistique du transport. De nos jours, les convois de barges se sont raréfiés sur le Rhin. Pour transporter de grosses cargaisons de charbon et plus encore de minerai de fer, les convois poussés ont pris le relais. Le premier convoi poussé apparut sur le Rhin en 1957 : le pousseur développait une puissance de 1 260 chevaux tandis que les quatre barges reliées ensemble pouvaient déplacer 5 000 tonnes de fret vers l'amont.

C'est aux convois poussés qu'est aujourd'hui confié le transport de la quasi-totalité du minerai de fer entre le port de Rotterdam et les aciéries du Rhin et de la Ruhr. Les coûts d'investissement et d'entretien moindres, ainsi que la réduction des équipages, ont fait du convoi poussé un outil beaucoup plus économique que le convoi de barges. Depuis ces dernières années, les pousseurs de 6 000 chevaux et les barges de poussage d'une capacité maximale de 2 800 tonnes sont devenus la règle sur les eaux du Rhin inférieur. Avec six barges, la charge de minerai atteint 16 000 tonnes (cf. Fig. 7).

À côté des convois poussés, disposant d'un puissant pousseur et de barges amarrées ensemble, la navigation rhénane utilise à présent diverses combinaisons de ces éléments. Par exemple, on rencontre des ensembles formés d'une barge non motorisée placée à l'avant d'un automoteur, ou encore d'une barge attachée le long du bateau motorisé. Aucune écluse n'existant sur le Rhin en aval d'Iffezheim, ces formations en couplage peuvent atteindre des dimensions considérables, tant en largeur qu'en longueur (cf. Fig. 7). En fait, même en amont d'Iffezheim, les écluses sont si larges (24 m sur le Rhin supérieur et le grand canal d'Alsace) que deux bâtiments de 11 m de large amarrés l'un à l'autre ou un convoi poussé de quatre éléments peuvent circuler sans aucune difficulté.

Parallèlement au rapide essor des techniques de navigation et de l'organisation du trafic sur le Rhin au cours des XIX^e et XX^e siècles, le spectre des marchandises transpor-

tées a lui aussi évolué. La révolution industrielle ayant engendré une forte croissance de l'industrie lourde dans le Rhin et la Ruhr, le charbon, le coke et les minerais acquièrent autant d'importance que les produits traditionnellement transportés par voie fluviale - sable, graviers et matériaux de construction. Afin d'assurer des livraisons à bas prix auprès des aciéries éloignées du fleuve, des canaux à grand gabarit furent assez tôt construits entre le Rhin inférieur et les grandes zones industrielles de la Westphalie : canal Rhin-Herne (1914), Wesel-Datteln (1931) et Dortmund-Ems (1899). En 1990, leur trafic s'élevait à 33 millions de tonnes par an (cf. Fig. 1).

Certains des principaux ports fluviaux du Rhin inférieur comportent une partie spécialisée dans la manutention du charbon ou du minerai (cf. Fig. 3). D'autres accueillent une plus grande diversité de marchandises : ciment, matériaux de construction, engrais artificiels, produits chimiques, grains, etc. Mais d'autres ports, situés en amont des ports modernes à grand trafic associés à l'industrie lourde du bassin Rhin-Ruhr, ont émergé : Düsseldorf/Neuss, Cologne, Wesseling, Mayence, Ludwigshafen, Karlsruhe, Strasbourg, Bâle (cf. Tab. 4), ainsi que Francfort et Heilbronn. À partir de ces ports, les biens envoyés à bas prix vers l'amont par voie fluviale permettent d'approvisionner les centres urbains et sites industriels de l'Allemagne du sud, pouvant être transférés au chemin de fer ou, depuis la deuxième guerre mondiale, au transport routier. Par opposition, la distribution de marchandises de l'Allemagne du sud vers l'aval fut toujours extrêmement moindre.

Pour tous les vracs dont la livraison n'est pas urgente, le transport par voie fluviale demeure aujourd'hui nettement plus économique que le transport par voie ferrée ou par route. C'est pourquoi le fret est confié au Rhin le plus en amont possible; ainsi, depuis la première guerre mondiale, tout a été mis en œuvre pour adapter les trois grands affluents (Neckar, Main et Moselle) au transit de bateaux fluviaux volumineux et puissants, et étendre ainsi l'axe rhénan. L'aménagement du Neckar commença en 1921, atteignant Heilbronn en 1935, Stuttgart en 1958 et Plochingen en 1968. Des travaux sur le Main, jusqu'à Francfort, avaient déjà eu lieu de 1883 à 1886. En 1942, ils se poursuivirent jusqu'à Würzburg, puis Bamberg en 1962 et Nuremberg en 1972. Le développement de la Moselle prit beaucoup moins de temps, à savoir 6 ans (1958-1964), entre Thionville et Coblenche. Enfin, l'aménagement de la Sarre s'acheva en 1989.

Aujourd'hui, les canaux très usités entre le Rhin inférieur et les centres industriels de la Westphalie, ainsi que le Neckar en aval de Plochingen, la Moselle en aval de Metz et le Main (y compris la Regnitz) en aval de Nuremberg, font partie des voies navigables intérieures de la classe V (cf. Fig. 7). Ils peuvent être empruntés par des automoteurs de 11,4 m de large et des convois poussés d'une longueur maximale de 185 m. Par la liaison Rhin-Main-Danube, dont les écluses sont également adaptées à la classe V, les bateaux et convois poussés de taille adéquate peuvent rejoindre depuis 1992 le système de navigation intérieure du Danube. En Figure 4, la carte montre clairement que l'axe rhénan, avec tous ses embranchements, est devenu l'une des principales artères du transport fluvial en Europe (cf. Tab. 5 également).

Par rapport au lit du Rhin, qui s'écoule librement, les cours du Neckar, du Main et de la Moselle sont plus délicats à emprunter, de même que la liaison Rhin-Main-Danube. Les écluses de 12 m de large seulement, et la hauteur libre de 6 m sous les ponts, qui empêchent les larges navires rhénans à cargaison élevée de circuler, ne sont pas les seuls obstacles. La succession des écluses ralentit considérablement la progression, excluant le transport des cargaisons urgentes. Par exemple, le cours du Neckar comporte 27 barrages à deux écluses, la Moselle 12 le long de la frontière allemande et 28 jusqu'à Neuves-Maisons, tandis que le Main et la liaison Rhin-Main-Danube totalisent 50 écluses. Par conséquent, un porte-conteneurs fonctionnant sur une ligne régulière met 14 jours de Rotterdam à Budapest.

Rhin de Strasbourg à Neuburgweier	31,8
Rhin de Bingen à Lülldorf	74,6
Rhin d'Orsoy à la frontière néerland.	142,1
Mittelland Kanal	13,6
Rhin-Herne Kanal	23,7
Wesel-Datteln Kanal	15,3
Dortmund-Ems Kanal	20,6
Moselle	13,8
Main en aval d'Offenbach	18,8
Neckar	11,9
Canal Main-Danube (1994)	3,3
Canal Main-Danube (1997)*	3,5
En comparaison : Seine en aval de Paris	21,0

Tab. 5. Trafic de marchandises sur les voies navigables intérieures en 1992 (en millions de tonnes)

Source : Livre statistique, 1994

Afin d'assurer des livraisons à bas prix auprès des aciéries éloignées du fleuve, des canaux à grand gabarit furent assez tôt construits entre le Rhin et les grandes zones industrielles de la Westphalie

Pour tous les vracs dont la livraison n'est pas urgente, le transport fluvial demeure aujourd'hui plus économique que le transport par voie ferrée ou par route

Par rapport au lit du Rhin, qui s'écoule librement, les cours du Neckar, du Main et de la Moselle sont plus délicats à emprunter, de même que la liaison Rhin-Main-Danube

* NDLR : trafic de 1997 ajouté par le CLAC.

La navigation rhénane dans la course aux parts de marché

Bien que le volume de marchandises n'ait cessé de s'accroître en Allemagne pour tous les produits, seul le transport par route a profité, de manière quasi exclusive, de cette augmentation, pendant que la navigation fluviale stagnait, voire rétrogradait

Revenons à la navigation rhénane. La structure du fret qui existait entre 1860 et 1960, principalement composée de charbon, de coke et de minerai, appartient définitivement au passé. Le développement du pétrole au détriment du charbon et la crise des industries du fer et de l'acier, ainsi que l'essor de technologies modernes de fusion nécessitant des quantités bien moindres d'énergie et de matières premières, ont fait chuté les besoins en charbon et minerais. D'autres marchandises en vrac, telles que grains, fourrages, oléagineux, produits pétroliers et fuel, produits chimiques, engrais artificiels, matériaux de construction et ciment, ont permis de contrebalancer en partie seulement le déclin (cf. Tab. 6). Par exemple, sur le canal Rhin-Herne, le trafic de marchandises a diminué de 25 % au début des années 1970 suite à la fermeture des puits. De 1963 à 1973, le transport de charbon et de coke sur les fleuves allemands a radicalement évolué, passant de 31 à 20,9 millions de tonnes par an. À l'inverse, le transport de pétrole et de produits de raffinerie a augmenté dans la même période de

26 à 47 millions de tonnes. De nombreux ports intérieurs situés le long des canaux du Rhin et de la Westphalie, qui dépendaient exclusivement du trafic de charbon et de minerai, ont dû fermer et être abandonnés, ou ont reçus de nouveaux équipements (cas des ports de Herne ou de Bottrop; cf. Fig. 3).

La croissance économique de l'Allemagne engendra une augmentation des besoins de transport de certaines catégories de marchandises, dont le monopole était jusqu'alors détenu par les transports routiers. En revanche, le volume des produits traditionnellement expédiés par voie d'eau chuta (cf. Tab. 7). Bien que le volume de marchandises n'ait cessé de s'accroître en Allemagne pour tous les produits, seul le transport par route a profité, de manière quasi exclusive, de cette augmentation, pendant que la navigation fluviale stagnait, voire rétrogradait. Les conséquences de cette évolution du trafic est connue dans tous les milieux; même le lobby des routiers, d'ordinaire assez obtus, ne peut nier qu'une projection dans le futur proche de la croissance des dernières années aboutit

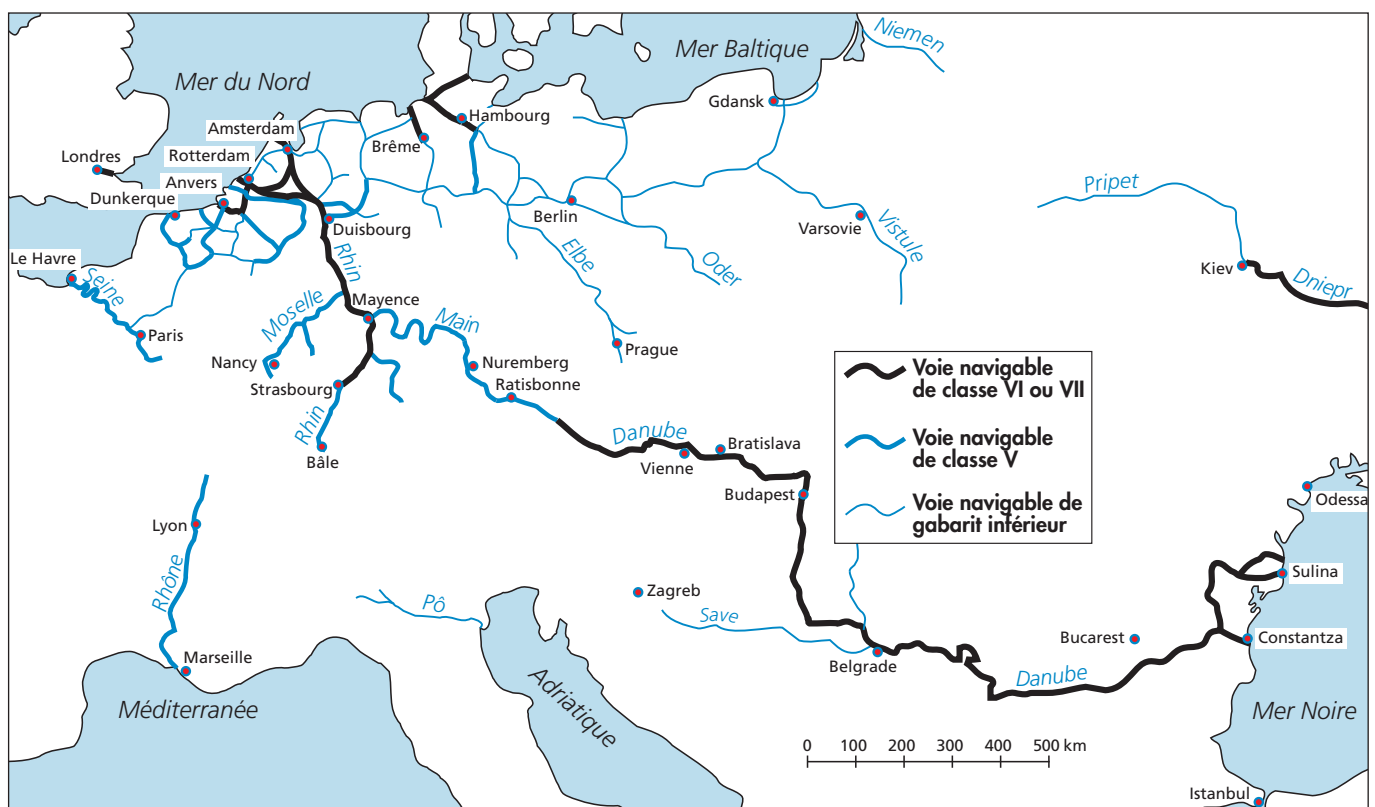


Fig. 4. Principales voies navigables d'Europe de l'ouest

Source : BMV BW 27 Bonn 1992. Cartographie CLAC.

Sable, graviers, argiles et scories	44,8
Produits pétroliers	43,5
Minerais et déchets pour la métallurgie	40,3
Charbon, lignite et coke	26,3
Fer, acier et autres alliages	11,2
Produits chimiques de base	9,3
Céréales	8,0
Terres rares	7,7
Sel, pyrites, ciment, calcaire	6,8
Engrais	6,6
Fourrages	5,7
Huiles et graisses végétales et animales	5,1

Tab. 6. Principales marchandises transportées sur les voies navigables allemandes en 1992 (en Mt)

Source : Livre statistique 1994

inéluçtablement à une congestion totale du transport routier. De nombreuses pressions se font jour pour obtenir un transfert massif du fret de la route au chemin de fer ou à la navigation fluviale. Même si le Rhin constitue déjà la voie d'eau la plus exploitée d'Europe, ses capacités lui permettraient d'accueillir un trafic encore plus grand.

Le passage de grands volumes de fret de la route à la voie ferrée, à court et à moyen terme, va engendrer d'énormes problèmes d'organisation. À première vue, la transition de la route à la voie d'eau paraît encore moins probable. Le Tableau 7 met en évidence la différence de spécialisation entre le transport routier et fluvial, en terme de type de marchandises. Ainsi, les navires intérieurs sont peu adaptés aux cargaisons autrefois réservées à la route, telles que journaux, fleurs coupées, lait frais, pièces détachées à caractère urgent, prêt-à-porter féminin ou animaux vivants. Cependant, il existe de nombreux produits parfaitement compatibles avec le transport par l'eau, même s'ils ne sont pas véhiculés de la sorte habituellement ou si les structures logistiques sont conçues pour l'utilisation majoritaire des transports routiers.

Depuis quelques années, la volonté de repenser et de réorienter la question a été clairement manifestée. Les acteurs de la navigation rhénane, adoptant de nouvelles vues,

se refusent à accepter plus longtemps le facteur composition du fret et le facteur logistique comme des handicaps sans évolution possible. Le facteur composition du fret implique que la demande de transport de vrac pondéreux va continuer à décliner, alors que la demande de produits prêts à l'usage et de biens de consommation va augmenter. Le facteur logistique implique que la demande pour le simple transport de biens sans gestion de la part des transitaires ne va cesser de diminuer.

Le trafic rhénan a évolué pour faire face à l'utilisation de conteneurs pour divers produits. « Le succès n'est pas venu pour ce secteur de marché tant que l'offre des transports fluviaux se limitait au simple transport entre les ports de l'embouchure et les ports intérieurs. C'est seulement lorsque les transporteurs évoluèrent en opérateurs, proposant à leurs clients une solution globale, qu'ils furent en position de concurrencer le rail et la route. Cette offre comprend notamment, outre le transport, le transbordement, le stockage, le camionnage, l'entretien des conteneurs, les échanges d'informations, l'emportage et le dépotage. » (cité dans Z.F.B. 1993, N°15/16, p. 10). La navigation sur le Rhin, qui possède en réserve d'immenses capacités, est également vouée à d'extraordinaires perspectives d'avenir, que nous allons à présent exposer.

Voies navigables	Transport routier
Sable, graviers	Fruits et légumes frais
Déchets pour la métallurgie	Produits alimentaires réfrigérés
Minerai de fer	Viande, poisson et lait
Charbon	Livres et journaux
Produits pétroliers	Animaux vivants
Fourrages	Boissons et aliments
Céréales	Articles électriques et machines
Engrais chimiques	Pièces détachées
Ordures et déchets	Maroquinerie

Tab. 7. Répartition du fret entre les transporteurs

Source : Wirth 1995

Les développements récents

L'optimisation du transport de vrac

Comme nous l'avons déjà évoqué, la division croissante des tâches, la spécialisation et les progrès techniques en Europe, ont entraîné un déclin irréversible de la demande en transport de vrac : en particulier les minerais, le pétrole, le charbon et les matières pre-

mières de l'industrie chimique. Toutefois, cette demande atteindra un niveau de base auquel elle se maintiendra : elle consistera à transporter les produits sur de très longues distances à partir des lieux de production ou des centres importateurs. Encore plus que par le passé, il importera de pouvoir fournir les

Même si le Rhin constitue déjà la voie d'eau la plus exploitée d'Europe, ses capacités lui permettraient d'accueillir un trafic encore plus grand

Le trafic rhénan a évolué pour faire face à l'utilisation de conteneurs

La navigation sur le Rhin est vouée à d'extraordinaires perspectives d'avenir

La demande de transport de vrac, même si elle diminue, atteindra un niveau de base auquel elle se maintiendra

En ce qui concerne les camions et les trains, les possibilités d'accroissement des unités de transport sont déjà épuisées depuis longtemps, tandis que la navigation rhénane a connu depuis 20 ans une augmentation constante

Les vastes portions dépourvues d'écluses permettent aux bateaux modernes et puissants de couvrir les distances séparant les principaux ports aussi rapidement que les camions

La hauteur libre sous les ponts autorise l'empilement de trois à quatre couches de conteneurs

plus bas prix possibles. Fondamentalement, les coûts de transport sont minimaux lorsque la charge déplacée et le trajet effectué sont maximaux. En ce qui concerne les camions et les trains, les possibilités d'accroissement des unités de transport sont déjà épuisées depuis longtemps, tandis que la navigation rhénane a connu depuis 20 ans une augmentation constante. Comme indiqué plus haut, le minerai de fer est transporté par des convois poussés de six barges sur le Rhin inférieur, avec une charge de 17 000 tonnes, et est acheminé en 24 heures de Rotterdam à Duisbourg. Les unités employées, composées de 4 à 6 barges poussées, nécessitent un équipage total de sept personnes, soit un homme pour 2 400 t de cargaison. Ces convois ne s'arrêtent pratiquement pas sur le trajet, progressant au maximum 22 heures par jour, et sont réapprovisionnés en carburant, tout en avançant, par des navires-citernes qui viennent se placer à leurs côtés. Les unités poussées circulent 7 000 heures par an, soit 80 % du temps !

Des unités de navigation fonctionnant à des coûts aussi rentables ne peuvent trouver leur place que sur le Rhin, et le chemin de fer se situe alors loin derrière. Les minerais d'outre-mer, qui auparavant voyageaient en partie par le rail et en partie par le canal Dortmund-Ems entre les ports allemands de la mer du Nord et les aciéries de la Ruhr, empruntent à présent presque exclusivement le Rhin à partir de Rotterdam. Ainsi, de 1963 à 1973, décennie marquée par d'importants changements structuraux, le transport de minerai par voie d'eau est passé en Allemagne de 22 à 35,4 millions de tonnes.

Des temps de transport courts et compétitifs

Par rapport au fret par voie d'eau, le transport par camion semble plus puissant. Il dispose en effet d'une grande flexibilité quant à la superficie à couvrir, tandis que la navigation intérieure ne peut desservir que les points situés le long des fleuves. De plus, jusqu'à ces derniers temps, le remorquage par camion atteignait souvent une vitesse nettement supérieure. Cependant, cette situation commence à évoluer : sur le Rhin, les vastes portions dépourvues d'écluses et de barrages permettent aux bateaux à moteur modernes et puissants de couvrir les distances séparant les principaux ports aussi rapidement que les camions. Par exemple, de Mannheim à Rotterdam, de tels vaisseaux ne nécessitent que 30 heures, contre 55 dans le sens inverse ; de Strasbourg à Rotterdam, 40 heures sont nécessaires, contre 70 pour le parcours inverse. Sur la « piste de fond » la plus empruntée

du Rhin, fonctionnent de nombreux services réguliers : rien qu'entre Strasbourg et l'estuaire du Rhin, neuf navettes circulent chaque semaine, à heures de départ et d'arrivée garanties, permettant aux expéditeurs et aux destinataires de planifier leurs activités avec exactitude.

La société actuelle tend à rentabiliser au maximum l'utilisation du temps, privilégiant même le service 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. En raison de la fixation des coûts, qui sont calculés en fonction du temps et non de la distance couverte, un parcours sans encombre et rapide est essentiel : de ce fait, le Rhin devrait connaître un trafic supérieur dans les prochaines années. Les coûts fixes comprennent notamment les gages et salaires des équipages, le paiement des intérêts et des remboursements, ainsi que les investissements en bateaux (à titre indicatif, un cargo fluvial motorisé coûte actuellement 4 à 5 millions de deutschemarks, soit 14 à 18 millions de francs).

Le trafic de conteneurs sur le Rhin

Comme l'indique la courbe de la Figure 5, le nombre de bateaux fluviaux chargés de conteneurs a augmenté d'une façon spectaculaire ces dernières années, et la tendance semble devoir se poursuivre. Le port de Rotterdam approvisionne les terminaux à conteneurs de Duisbourg, Düsseldorf, Dormagen, Mayence, Germersheim et Wörth. Plus en amont, le trafic de conteneurs peut se poursuivre sur les parties rectilignes du Rhin et, sur le Danube, entre Passau et Linz. Dans ces portions, la hauteur libre sous les ponts autorise un empilement de trois à quatre couches de conteneurs. En revanche, sur la Moselle, le Neckar, le Main et la liaison Rhin-Main-Danube, seuls trois conteneurs peuvent être placés côte à côte, et deux l'un sur l'autre. Les bateaux à moteur modernes, à une seule cale, qui sont utilisés pour les lignes rapides sur le Rhin, peuvent d'ores et déjà transporter 224 EVP (Équivalent vingt pieds).

Rotterdam et l'axe rhénan tirent déjà avantage de la stratégie et de la logistique de transport des grandes compagnies à conteneurs qui relient les continents. Le trafic conteneur intercontinental tend actuellement à focaliser ses activités sur un nombre réduit de grosses artères de navigation et quelques ports majeurs. Enfin, les porte-conteneurs de la nouvelle génération peuvent charger plus de 4 000 EVP et empruntent préférentiellement le trajet suivant : New York - Détroit de Gibraltar - Canal de Suez - Océan Indien - Océan Pacifique - Côte ouest des États-Unis (cf. Fig. 6).

Pour desservir l'Europe entre New York et

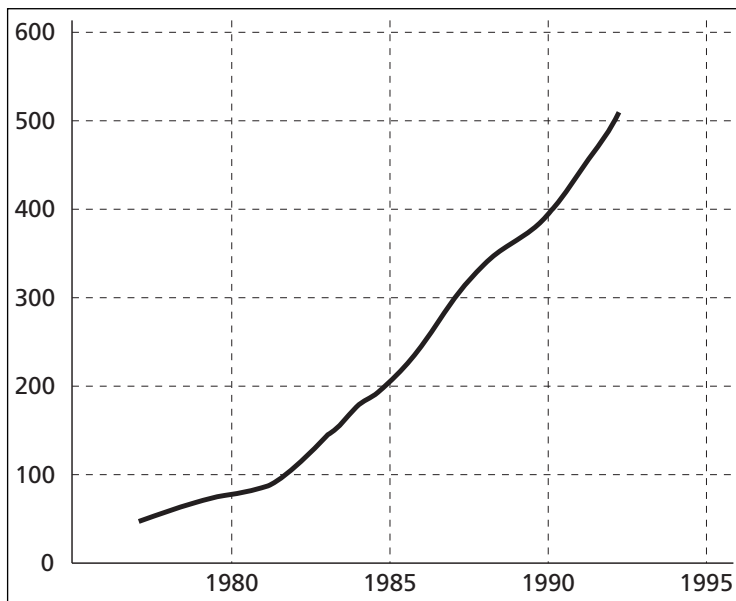


Fig. 5. Transport de conteneurs sur les voies navigables allemandes
(en milliers d'EVP)

Source : HEUSER 1993

Gibraltar, un détour par Rotterdam est nécessaire. En effet, les ports méditerranéens situés le long du trajet sont trop peu reliés aux grandes concentrations urbaines. De plus, les dockers de Marseille, Gênes et Venise se mettent fréquemment en grève, ce qui a pour effet de retenir les bateaux à quai pendant de longues périodes. Parmi les ports de la mer du Nord (le "range" Hambourg - Le Havre, par exemple) Rotterdam représente le plus grand potentiel en terme de trafic. De nos jours, 43% des marchandises importées en Europe par voie maritime transitent par Rotterdam. Grâce à son terminal mixte européen, son importance en tant que grand centre de distribution pour le trafic conteneurisé ne cesse de croître (il atteignait 4,1 millions d'EVP en 1992), ce qui par la même

occasion stimule la navigation rhénane : en 1995, quelque 600 000 EVP furent transportés sur le Rhin.

Le trafic de conteneurs offre au Rhin l'opportunité de saisir des parts de marché sur divers produits et les expéditions de détail. Ces dernières désignent des envois s'échelonnant de 30 kg à 8 tonnes. Récemment encore, elles étaient presque exclusivement envoyées par la route : en Allemagne, elles représentaient en 1993 30 millions de tonnes transportées par camions et 2 millions de

tonnes par le rail. Cette nouvelle fonction s'appuie également sur une logistique moderne propre aux grosses compagnies de navigation; mais, comme nous l'avons déjà noté, celles-ci ont tendance à privilégier, pour des raisons d'ordre pratique ou douanier, le transport par camions au détriment des autres moyens d'expédition.

Le "transroulage" (roll on / roll off) sur les bateaux fluviaux

Dans les prochaines années, on devrait assister à une augmentation du convoyage de camions et de semi-remorques sur des bâtiments fluviaux spécialement conçus à cet effet. Ces transbordeurs sont déjà en fonctionnement sur le Rhin, assurant des services réguliers entre Rotterdam et Mannheim/Karlsruhe; ils peuvent transporter 70 semi-remorques et effectuent le trajet en 30 à 36 heures dans le sens avalant, soit un temps très légèrement supérieur à celui d'un camion sur

43 % des marchandises importées en Europe par voie maritime transitent par Rotterdam

Dans les prochaines années, on devrait assister à une augmentation du convoyage de camions et de semi-remorques sur des bâtiments fluviaux spécialement conçus à cet effet

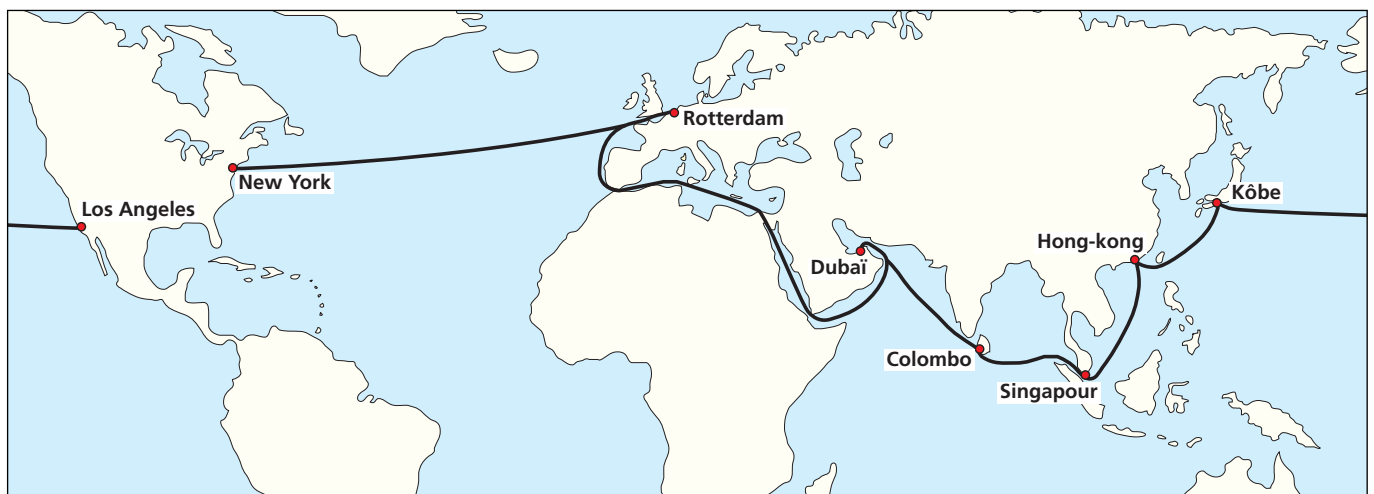


Fig. 6. Principaux itinéraires et ports de la navigation conteneurisée intercontinentale

Source : Wirth 1995. Cartographie CLAC.

La navigation fluviale arrive en tête du transport de matières dangereuses en Allemagne

Le transport de véhicules automobiles augmente depuis peu

Le trafic par navires fluvio-maritimes est sans doute appelé à connaître un formidable développement

Les grands cargos motorisés adaptés à la navigation maritime, qui offrent une capacité de 1 800 à 3 500 tonnes sont déjà utilisés sur le Rhin, qu'ils remontent jusqu'à Cologne, et pour certains jusqu'à Mannheim et Karlsruhe

la route. Lorsqu'aucun accompagnement n'est nécessaire, le transport de camions et semi-remorques constitue en soi une économie importante, dans la mesure où les gages et salaires des conducteurs et de leurs assistants sont épargnés au cours du voyage. Toutefois, pour le transport avec chauffeur, les partenaires s'arrangent souvent pour que les heures passées à bord coïncident avec l'interdiction faite aux camions de circuler le week-end sur les autoroutes ou avec les périodes de repos préconisées.

De vastes bâtiments aux performances élevées

Sur le Rhin inférieur, moyen et supérieur, jusqu'à la frontière française, différents types de bateaux spéciaux sont utilisés qui ne peuvent circuler que sur le Rhin en raison de leur largeur et de leur hauteur. Ils sont employés pour le transport de substances chimiques, de certains dérivés du pétrole et de gaz liquides notamment. Parmi eux figurent les modèles de l'Institut expérimental de la navigation fluviale de Duisbourg : ces grandes unités sont formées d'un pousseur et de deux barges et économisent de l'énergie. Elles peuvent déplacer au maximum 8 400 tonnes, leur largeur atteignant 14 mètres. Par rapport aux convois poussés de 4 barges transportant chacune 2 000 tonnes, de telles unités représentent une économie d'énergie de 30 % (HEUSER 1993, p. 9).

Pour le transport de matières dangereuses solides ou liquides comme les produits inflammables, corrosifs ou toxiques, on utilise des bateaux de construction particulièrement résistante à double coque. Ainsi, la navigation fluviale arrive en tête du transport de matières dangereuses en Allemagne, avec un volume de 50 millions de tonnes en 1990, contre 46 millions pour la route, 44 millions pour les navires maritimes et 43 millions pour le rail. Dans ce domaine, la part détenue par la navigation rhénane a affiché une nette tendance à la hausse.

Depuis peu, on constate une augmentation du nombre de véhicules automobiles sortant de l'usine qui sont envoyés aux principaux centres de distribution ou aux ports destinés à l'exportation. Par exemple, les usines Daimler-Benz et Ford utilisent des bateaux pouvant transporter jusqu'à 650 véhicules. Ces expéditions s'effectuent sur des lignes régulières et offrent des horaires précis et des départs fréquents entre les ateliers Ford basés à Cologne et le port exportateur de Flessingue : le trafic se chiffre à quelques 50 000 véhicules par an. Du côté de l'import, les voitures Nissan sont chargées dans les ports de la mer du Nord et

expédiées à Wörth, près de Karlsruhe. À Wörth et sur le port rhénan de Neuss sont implantés d'immenses installations de transbordement et un centre de contrôle logistique. Par ailleurs, ce sont environ 15 000 tracteurs John Deere neufs qui transitent chaque année sur des unités couplées de 24 mètres de large pour 108 de long, de Mannheim à Rotterdam. Enfin, le transport concerne également des automobiles neuves à partir du Rhin inférieur et des ateliers Daimler-Benz de Wörth près de Karlsruhe.

Combinaison du trafic Rhin-mer sur les grandes unités fluvio-maritimes

Le trafic par navires fluvio-maritimes, qui relie sans interruption les ports du Rhin et les ports de la Baltique ou de la mer du Nord, est sans doute appelé à connaître un formidable développement. Après la Seconde Guerre mondiale furent construits les premiers bateaux fluvio-maritimes. Mais leur taille était si réduite qu'ils ne pouvaient circuler qu'à condition d'un déchargement partiel sur le réseau de canaux ouest-allemands, dont la taille standard atteint 12 mètres et la hauteur libre 5,40 mètres sous les ponts. La charge de ces bateaux est tellement minime que leur utilisation de façon économique relève aujourd'hui de circonstances exceptionnelles.

À l'opposé, les grands cargos motorisés adaptés à la navigation maritime, qui offrent une capacité de 1 800 à 3 500 tonnes, représentent une extraordinaire opportunité pour l'avenir. Ils sont déjà utilisés sur le Rhin, qu'ils remontent jusqu'à Cologne, et pour certains jusqu'à Mannheim et Karlsruhe. Le trafic Rhin-mer du port de Duisbourg, par exemple, s'élève à 1,5 à 2 millions de tonnes par an. Or les lignes régulières entre Duisbourg ou Cologne et Stockholm ou Londres, voire de Cologne au Saint-Laurent (via les ports de Montréal, Toronto, Detroit et Chicago), sont rares. On peut donc s'attendre à ce que le trafic et le volume de transport Rhin-mer augmentent sur le long terme.

Comme nous l'avons déjà mentionné, nos capacités routières pour le trafic des camions seront bientôt totalement dépassées. Le transport routier pourrait être grandement allégé si les marchandises étaient véhiculées beaucoup plus loin à l'intérieur des terres par des navires fluvio-maritimes, par exemple jusqu'à Duisbourg, Cologne ou Mannheim, voire Karlsruhe. En ce qui concerne la composition du fret, cette solution offre de belles perspectives au trafic Rhin-mer, avec plus de petites expéditions acheminées vers un plus grand nombre de destinations. Au cours des der-

nières décennies, le flux de marchandises en vrac était essentiellement constitué d'expéditions massives en nombre réduit, destinées à un ou quelques réceptionnaires. Actuellement, et encore davantage dans les années à venir, le fret est livré sous formes de nombreuses petites expéditions se répartissant entre différents destinataires. Cette situation profite aux unités fluvio-maritimes, dont la capacité de charge est moindre.

Le trafic voyageurs sur le Rhin

Peu de temps après leur introduction sur le Rhin, les bateaux à vapeur furent utilisés pour le transport de passagers. En 1832 fut fondée à Cologne la Compagnie de navigation à vapeur de Prusse et de Rhénanie. Celle de Düsseldorf fut fondée en 1834. De leur fusion en 1853 naquit la Compagnie de navigation à vapeur Cologne-Düsseldorf, qui existe encore actuellement. À cette époque, la compagnie possédait déjà 27 bateaux à vapeur, dont la plupart assuraient des services réguliers entre Cologne et Mayence. La fin du siècle dernier marqua le développement des excursions locales à destination de sites touristiques le long du fleuve, à bord de petites embarcations à moteur diesel. Ces «bateaux de plaisance» proposaient diverses destinations, pour un prix et une durée variables, allant d'une ou plusieurs heures à la journée entière. La demande émanait essentiellement des associations, des entreprises désirant organiser des sorties pour leurs employés, de congressistes, etc., mais ces services étaient également destinés aux excursions de groupes, aux soirées ou à des croisières privées.

Les bateaux de croisière (à cabines) sont équipés pour une clientèle radicalement diffé-

rente. Ils disposent de cabines confortables pour la nuit et naviguent en général sur plusieurs jours. Depuis de nombreuses années, des croisières de diverses durées sont proposées sur le Rhin. Les navires de grand luxe, utilisés pour leur superstructure élevée, ne peuvent circuler que sur le Rhin. Par exemple, les bateaux à cabines de la Compagnie de Cologne-Düsseldorf, nommés *Europa*, *Deutschland*, *Austria*, *Italia* et *Britannia*, ont une hauteur totale de 9,3 m au-dessus de la surface de l'eau; ils permettent d'effectuer des croisières sur le Rhin entre Rotterdam et Bâle, avec possibilité d'excursions à terre à volonté.

De telles croisières attirent un large public, sur le Rhin comme sur le Danube. Sur les 180 000 Allemands qui font une croisière chaque année, environ 25% choisissent un circuit fluvial. La clientèle aisée et relativement plus âgée privilégie souvent les parcours fluviaux aux parcours maritimes: le paysage reste toujours à portée de vue, tout en se modifiant constamment, il est inutile de se soucier des tempêtes, de la houle et du mal de mer, et on peut aller à terre chaque jour, à la découverte de sites attrayants pour agrémenter la croisière. Autre avantage – et non des moindres –, en cas de maladie subite, il est facile de contacter un chirurgien-consultant ou un hôpital. La proportion de retraités relativement nantis va continuer d'augmenter dans la population totale, ce qui laisse augurer aux croisières rhénanes de haut standing, voire de luxe, une intensification spectaculaire du trafic dans les prochaines années. Actuellement, la Compagnie Cologne-Düsseldorf accueille au maximum déjà 3 millions de personnes par an sur ses bateaux d'excursion et de croisière.

Perspectives

Cette brève description des diverses fonctions de la navigation fluviale souligne la nécessité d'accroître les réserves en bateaux de forte capacité, dotés d'une grande largeur et d'une haute superstructure. De même que les navires maritimes, les bateaux fluviaux ont connu au cours des cent dernières années une augmentation importante de leur taille, et cela va continuer. Depuis octobre 1995, la longueur maximale autorisée sur le Rhin pour les bateaux à moteur est passée de 110 à 135 mètres. La tendance étant à l'allongement des bâtiments, la navigation fluviale va devoir se concentrer sur le Rhin, puisque seul ce cours d'eau permet à ce type de bateaux de circuler en toute sécurité. De 1969 à 1990, le trafic flu-

vial allemand de marchandises a stagné aux environs de 233 millions de tonnes. Cependant, pendant ces deux décennies, il est passé de 65 à 75 millions sur le Rhin moyen (Bingen-Lülsdorf) et de 120 à 150 millions sur le Rhin inférieur (Orsoy-frontière néerlandaise).

Pratiquement aucune des autres voies navigables intérieures d'Europe (Seine, Rhône, Neckar, Main, Moselle, canal du Mittelland, liaison Rhin-Main-Danube, etc.) ne peut accepter de bateaux dépassant 11,4 mètres de large et 6 mètres de haut. Selon la nouvelle classification européenne des voies navigables intérieures, les voies ci-dessus entrent dans la classe Vb (cf. Fig. 4). La commission de la navigation fluviale de la CEE a décrété, dans sa

Des croisières de diverses durées sont proposées sur le Rhin

Les navires de grand luxe ne peuvent circuler que sur le Rhin, en raison de leur hauteur

Sur les 180 000 Allemands qui font une croisière chaque année, environ 25% choisissent un circuit fluvial

Depuis 1995, la longueur maximale des bateaux à moteur est passée de 110 à 135 mètres

Seul le Rhin permet à ce type de bateaux de circuler en toute sécurité

**La liaison Rhin-
Main-Danube
peut être
considérée
comme une
« sortie de
secours » pour
le système
de navigation
danubien**

résolution n°30 du 12 novembre 1992 : « Les voies navigables pour lesquelles on attend d'importants volumes de conteneurs et un intense trafic par roll on-roll off devraient au minimum remplir les conditions définies pour la classe VI ». Presque tous les nouveaux bateaux possèdent des dimensions de classe VI. Sur les voies d'eau de cette catégorie, c'est-à-dire le Rhin et le Danube, on prévoit donc une augmentation de la proportion du volume transporté en Europe (cf. Fig. 7).

Dans de nombreux discours officiels, le projet de la liaison Rhin-Main-Danube est évoqué en tant qu'axe central reliant les habitants d'Europe centrale et d'Europe occidentale

d'une part, et les habitants de l'Europe du sud d'autre part, comme s'il s'agissait de la « colonne vertébrale » de l'Europe. L'ouverture du canal joignant le réseau du Rhin et celui du Danube, en 1992, est passée pratiquement inaperçue. Toutefois, ces deux systèmes restent relativement séparés, concentrant leurs activités sur leur embouchure respective. Dans une certaine mesure, la liaison Rhin-Main-Danube peut être considérée comme une « sortie de secours » pour le système de navigation danubien du sud-est de l'Europe. Tant que les portions serbes du Danube restent inaccessibles, l'Autriche, la Slovaquie et la Hongrie peuvent profiter du canal.

Type de voie navigable	Classe de voie navigable	Automoteurs et barges					Convois poussés					Hauteur libre sous les ponts
		Type de bateau : caractéristiques générales					Forme du convoi : caractéristiques générales					
1	2	Désignation	Long. max L(m)	Larg. max l (m)	Tirant d'eau d (m)	Tonnage T	Formation (pousseur + barges)	Long. L (m)	Larg. l (m)	Tirant d'eau d (m)	Tonnage T	13
de gabarit international	IV	Johann Welker (R.H.K.)	80-85	9,50	2,50	1 000 - 1 500		85	9,50	2,50 - 2,80	1 250 - 1 450	5,25 ou 7,00
	V a	Grand rhénan	95-110	11,40	2,50 - 2,80	1 500 - 3000		95-110	11,40	2,50 - 4,50	1 600 - 3 000	5,25 ou 7,00
	V b							172-185	11,40	2,50 - 4,50	3200 - 6 000	9,10
	VI a							95-110	22,80	2,50 - 4,50	3200 - 6 000	7,00 ou 9,10
	VI b		140	15,00	3,90			185-195	22,80	2,50 - 4,50	6400 - 12 000	7,00 ou 9,10
	VI c							270-280	22,80	2,50 - 4,50	9600-18 000	9,10
								195-200	33,00-34,20	2,50 - 4,50	9600-18 000	
VII							285	33,00-34,20	2,50 - 4,50	14 500-27 000	9,10	

Fig. 7. Classification des voies navigables européennes

Source : Résolution 30 du groupe de travail sur la navigation intérieure de l'Union européenne

Bibliographie

ACHILLES, F.W. (1967) : *Hafenstandorte und Hafenfunktionen im Rhein-Ruhr-Gebiet.* – Bochumer Geogr. Arbeiten 2, Paderborn.
 ACHILLES, F.W. (1985a) : *Rhein-Ruhr Hafen Duisburg. Größter Binnenhafen der Welt,* Duisbourg.
 ACHILLES, F.W. (1985b) : *Seeschiffe im Binnenland. Der kombinierte Binnen-Seeverkehr in Deutschland.* – Schriften des Deutschen Schiffahrtsmuseums 10, Hambourg.
 DONI, W. (1992) : *Entwicklung der Schiffstechnik im Rhein/Main- und Donauegebiet während der vergangenen 100 Jahre. Eine Skizze.* In : HAUCK, H. (Ed.) : 1892-1992. 100

Jahre Deutscher Kanal- und Schiffahrtsverein Rhein-Main-Donau e.V., Nuremberg, pp. 107-169.
 HEUSER, H.H. (1993) : *Inland navigation in Germany. A contribution to the status quo and prospective developments.* Unpublished manuscript (23.2.1993). Duisbourg.
 LIEDTKE, H. ; MARCINEK, J. (1994) (Eds.) : *Physische Geographie Deutschlands.* Gotha.
 MELLOR, Roy E.H. (1983) : *The Rhine. A study in the geography of water transport.* Depart. of Geogr., University of Aberdeen : O'Dell Memorial Monograph 16, Aberdeen.
 REDLHAMMER, D. (1993/94) : *Der Rhein – seine*

Bedeutung als Verkehrsweg in Vergangenheit und Gegenwart. In : Zeitschrift für Binnenschifffahrt (1993) 20, pp. 20-23 ; 22, pp. 20-23 ; (1994) 4, pp. 31-34.
 WIRTH, E. (1995) : *Die Großschiffahrtsstraße Rhein-Main-Donau. Ein Weg für Südosteuropa ? Kritische Bestandsaufnahme und Zukunftsperspektiven.* – Erlanger Geographische Arbeiten 56, Erlangen.
 WUNDT, W. (1950) : *Rangordnungen bei den Flüssen der Erde.* In : Geogr. Rundschau 2, pp. 305-308.
 WUNDT, W. (1953) : *Gewässerkunde.* Berlin/ Göttingen/Heidelberg.