

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 111 (1985)  
**Heft:** 18

## Vereinsnachrichten

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Nous avons effectué un calcul simple négligeant l'effet des haubans. Soit une poutre encastrée à une extrémité, ayant pour portée la demi-envergure et pour section celle du longeron, nous en avons calculé la flèche pour deux cas différents :

- une peau en carbone isotrope de 0,23 mm d'épaisseur, une peau en toile de Kevlar du type 120 ;
- deux toiles de fibres de graphite avec 39 fibres dans le sens longitudinal et 8 fibres dans le sens transversal.

Nous avons obtenu :

- une flèche de 24,69 m pour un poids total de l'appareil de 46 kg ;
- une flèche de 2,91 m pour un poids total de l'appareil de 50,65 kg.

Les valeurs de ces flèches n'ont aucune signification en soi. Ce qui est intéressant c'est le gain de rigidité en regard de l'augmentation de poids de l'avion, de 88% pour une augmentation de poids de 10%. Dans ce calcul, nous n'avons pas tenu compte de la diminution de poids due à la disparition d'un certain nombre de haubans rendus inutiles par l'augmentation de la rigidité du longeron. Des calculs plus sérieux devraient être entrepris pour optimiser le rapport qualités de vol-poids de l'appareil.

### 5. Conclusion

Le vol à propulsion musculaire n'a pas suivi la même évolution que le reste de l'aviation. Cela est dû au fait que les moyens mis à disposition n'ont évolué que très lentement. Ce n'est qu'après la guerre que des équipes pluridisciplinaires, soutenues financièrement par de

grandes universités ou fondations, purent mener à bien les premières recherches, en poursuivant les travaux et essais qui avaient été entrepris en Allemagne et en Italie pendant l'entre-deux-guerres.

Mais seul l'apport de matériaux nouveaux, tels la fibre de carbone ou le Kevlar, qui remplacèrent la toile et le balsa, a permis au vol à propulsion musculaire de réaliser des exploits, telle la traversée de la Manche.

Ces matériaux nouveaux, utilisés de manière performante, grâce aux plus récents développements du calcul des structures et de la mécanique des matériaux, rendent réalisable le vol d'avions à propulsion musculaire, et surtout permettront le développement de toutes sortes de constructions qui allieront légèreté, rigidité et sécurité.

#### Bibliographie

- [1] MORTON GROSSER : *Gossamer Odyssey*. Houghton Mifflin Company, Boston, 1981.
- [2] *Man Powered Flight, the Channel Crossing and the Future*, Third Man Powered Aircraft Groupe Symposium, 6 February 1979. The Royal Aeronautical Society, 4 Hamilton Place, London W1VOB.
- [3] REAY D. A. : *The History of Man Powered Flight*, Pergamon Press, Oxford, 1977.
- [4] SCHULZE H.-G., STIASNY W. : *Flug durch Muskelkraft*. Verlag Fritz Knapp, Frankfurt am Main, 1936.

#### Adresse des auteurs :

Pascal Bovey, ing. EPFL  
Vermont 20  
1006 Lausanne

François Petriccioli, ing. EPFL  
Av. de l'Europe 97  
1870 Monthey

## Protection du tracé des voies navigables

### Réponse de la SVIA à une consultation

**Le 21 décembre 1984, le Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie s'adressait aux organismes concernés, dont la SIA, pour obtenir leur avis sur l'opportunité des mesures de protection des voies navigables et sur la forme des mesures légales et réglementaires.**

**La SVIA, Société vaudoise des ingénieurs et architectes, a constitué une commission dont les conclusions font l'objet du présent article.**

#### 1. Intérêt pour la Suisse du développement des voies navigables

Les voies navigables présentent un intérêt pour le transport des pondéreux dont les combustibles solides et liquides, les matériaux de construction, les minerais, les ferrailles et les céréales constituent actuellement près de 95% des marchandises transportées.

Pour ce qui concerne la Suisse, importatrice de produits de base et exportatrice de produits finis à haute valeur ajoutée, l'intérêt d'une voie navigable ne se justifie a priori que pour faciliter les importations de marchandises, accessoirement pour les exportations ou comme attrait pour le tourisme et les loisirs.

Le rôle des voies navigables pour les transports intérieurs peut être considéré comme négligeable en raison de la taille limitée du pays et de la grande dissémination des centres de transformation

(industrie, aménagements énergétiques) et de distribution. La voie d'eau ne se prête pas, économiquement, au transport de petites quantités sur de petites distances. Seuls peuvent parfois s'avérer intéressants les transports de matériaux de construction ou de déchets, notamment sur les lacs ou sur les portions navigables de fleuves ou de rivières.

En l'absence d'études actualisées sur l'intérêt pour la Suisse du développement des voies navigables, la commission s'est basée, dans son approche, sur des études antérieures (étude Battelle 1969, message du Conseil Fédéral 1971, rapport CGST, étude Baumgartner 1977) et sur les données récentes fournies par la statistique suisse des transports (voir annexe en fin d'article).

##### 1.1 Intérêt économique

L'intérêt économique pour la Suisse d'un développement des voies navigables est directement lié à l'évolution des

La commission de consultation de la SVIA était constituée de MM. Philippe Blanc, ing. civil, Frank Dolci, arch., Rémy Jaquier, ing. génie rural/géomètre, Jean-Daniel Marchand, ing. civil, Francis-Luc Perret, ing. civil, et Bernard Saugy, ing. civil.

importations de marchandises et, pour ce qui concerne le Rhin, à la capacité des ports de transbordement de Bâle et à celle des infrastructures routières et ferroviaires nécessaires au transport des marchandises en Suisse. A ce sujet, deux réflexions méritent d'être formulées :

- Le volume futur des marchandises parvenant en Suisse par le Rhin, lié à la croissance économique de la Suisse, ne devrait pas atteindre la limite de capacité des ports de Bâle avant la fin du siècle.
- Une part importante du transport fluvial de produits pétroliers (actuellement 50% du transport total) pourrait parvenir en Suisse par oléoduc, allégeant ainsi les ports de Bâle, déchargeant les voies routières et ferroviaires et limitant les risques de pollution.

Il convient également de se préoccuper des développements économiques régionaux induits par la présence d'une voie navigable. Ces développements peuvent concerner aussi bien l'industrie que le commerce, sans oublier le tourisme :

*L'importance de l'industrie* en Suisse a tendance à diminuer. Actuellement, seul 38% de la population active suisse travaille dans le secteur industriel (Allemagne : 42% ; Japon : 35% ; Grande-Bre-

tagne : 34% ; France : 34% ; Suède : 30% ; Etats-Unis : 28%). De plus, les phénomènes liés à la division internationale du travail font que l'avenir de l'industrie des pays développés repose de plus en plus sur la forte valeur ajoutée aux produits de base (matières premières ou produits semi-manufacturés). Il en résulte que les volumes de matières premières à transporter auront probablement tendance à diminuer à l'avenir. Cette tendance est relativement marquée dans le canton de Vaud, où l'on constate depuis 1960 une diminution du secteur industriel au profit du secteur des services :

	1960	1970	1980
Secteur primaire	13%	8%	6,5%
Secteur industriel	41%	42%	32%
Secteur des services	46%	50%	61,5%

Ainsi, il apparaît que l'évolution vers le secteur tertiaire est nettement plus rapide dans le canton de Vaud qu'en Suisse. Il semble que la vocation de ce canton, et peut-être de la Suisse romande, soit plutôt orientée vers les services (tourisme, commerce, banque, recherche) et qu'en conséquence les raisons susceptibles de justifier la prolongation des voies navigables sur la base d'un développement du secteur industriel tendent à s'affaiblir.

*Le volume du commerce* en Suisse est lié à la taille du pays. Avec une population de 6 millions d'habitants (l'équivalent d'une grande ville étrangère), répartis sur 41 000 km<sup>2</sup>, la dispersion est telle que l'intérêt des voies d'eau pour aboutir à des centres de distribution ne se justifie pas, tout au moins pour des convois de fort tonnage. On pourrait, à la rigueur, imaginer qu'il puisse y avoir tout de même un intérêt pour les très grandes chaînes de distribution, ainsi que pour les transports de produits pétroliers et éventuellement de céréales.

*Le tourisme* a, en principe, tout à gagner de la mise à disposition de vastes plans d'eau qui agrémentent le paysage et peuvent être utilisés pour des sports nautiques actuellement en plein développement. L'utilisation d'une voie d'eau navigable par des plaisanciers est un apport indéniable à l'activité touristique de la région concernée. D'autre part, la possibilité de passer d'un lac à l'autre et d'offrir ainsi une diversification des lieux de navigation est, en soi, attractive. Cependant, il paraît a priori difficile de justifier un développement important d'une voie navigable à des fins prioritairement touristiques ou de loisir.

La commission est toutefois d'avis que, même si la justification économique d'une prolongation de la navigabilité du Rhin fait défaut à moyen terme, il serait imprudent de rejeter la possibilité d'y

recourir à plus long terme, pour des raisons de protection de l'environnement ou d'autres raisons telles que, par exemple une forte variation dans la nature des marchandises transportées, une restructuration drastique des moyens de transport, etc.

### 1.2 Sécurité d'approvisionnement

Pour la sécurité d'approvisionnement de la Suisse en matières premières, il conviendrait de prendre en considération les risques liés à une unique liaison fluviale avec le reste du monde. Les importations empruntant le Rhin représentent tout de même plus de 20% des importations suisses. Il paraît nécessaire à la commission que d'autres voies d'approvisionnement fassent l'objet d'études et en particulier les liaisons avec le Pô (en Italie) et avec le Rhône (de Genève à Lyon).

Dans la perspective d'une éventuelle réalisation d'une voie navigable sur le Rhône jusqu'à Genève, il paraîtrait peu raisonnable de ne pas envisager une liaison entre le Léman et les lacs du pied du Jura.

Dans cette vision prospective, il apparaît peu judicieux de restreindre, dans le règlement d'application, une prolongation de la navigation fluviale en Suisse, jusqu'à Orbe. La commission est d'avis que, pour une part non négligeable, l'intérêt des voies navigables réside dans leur continuité et, en l'occurrence, dans une liaison complète Rhin-Rhône.

### 1.3 Protection de l'environnement

Il est prouvé qu'un transport par voie d'eau est moins polluant que par voie routière et qu'il mérite, de ce fait, d'être étudié en incluant le coût social d'une telle réalisation. Cependant, la taille des convois a une influence directe sur le réaménagement des cours d'eau empruntés et, par ce fait, une voie navigable perturbe l'équilibre naturel existant. Cette atteinte est d'autant plus forte que les convois sont plus importants. A ce jour, aucune étude sérieuse n'a été entreprise pour définir le gabarit le plus judicieux pour un transport fluvial en Suisse.

Toutefois, la commission est d'avis que les développements induits par une voie navigable sont probablement déterminants en regard de l'environnement et de l'aménagement du territoire. En effet, le nombre et la dimension des places de transbordement, avec leur infrastructure routière ou ferroviaire, ne manqueront pas d'avoir un impact certain, de même que le développement, sur les rives de la voie navigable, d'aménagements industriels, énergétiques et commerciaux. Aussi, l'intérêt de la moindre pollution atmosphérique entraînée par une voie navigable peut être en grande partie contrebalancé par les atteintes aux rives des voies d'eau et des lacs, consécutives à un développement important d'infrastructures.

### 1.4 Aménagement du territoire

Pour l'aménagement du territoire, les voies d'eau constituent des éléments structurants qu'il est de la plus haute importance de conserver. Les rivières et les fleuves, avec leurs berges préservées, constituent des réserves naturelles de grande qualité et des lieux de détente pour la population. Les réservations proposées dans le projet de la loi fédérale sur la protection des voies navigables peut constituer un moyen judicieux de préserver, à moyen terme, des espaces importants. Ceux-ci ménagent la possibilité, à long terme, de permettre la réalisation d'une voie navigable, si cela s'avère nécessaire, ou d'autres types d'aménagements tels que des installations de loisir, des infrastructures de transport terrestre ou des couloirs d'échanges terrestres ou souterrains pour le transport d'énergie (gaz, électricité, chauffage à distance) et la télétransmission d'informations.

## 2. Réponse aux questions posées

*Est-il, à votre avis, nécessaire de prendre des mesures propres à permettre une réalisation future des voies navigables ?*

Oui, il est nécessaire de prendre des mesures, même si actuellement l'intérêt économique du développement des voies navigables en Suisse n'est pas démontré, car nul ne peut préjuger de l'avenir.

De plus, les mesures propres à permettre la réalisation future de voies navigables contribuent à préserver des espaces qui constituent l'un des éléments structurants de l'aménagement du territoire. Elles concourent à la préservation de la nature, à la mise à disposition de zones de détente et, par continuité des voies d'eau, conduisent une planification à l'échelon régional ou national.

Enfin, ces mesures permettent de réserver des terrains et leur sous-sol qui, s'ils ne sont pas utilisés à l'avenir pour une voie navigable, permettront peut-être de les affecter à d'autres aménagements d'intérêt régional ou national.

*Le cas échéant, considérez-vous l'adoption d'une loi et d'un arrêté fédéral dans le sens des avant-projets ci-joints comme nécessaire et adéquate ?*

Oui, l'adoption d'une loi et d'un arrêté fédéral dans le sens des avant-projets proposés peut être considérée comme nécessaire et adéquate.

*Éventuellement, quelles autres mesures proposez-vous ?*

Si la loi, dans sa généralité, est adéquate, il n'en est pas de même du règlement qui est trop limitatif. Il ne prend en considération que la prolongation de la navigation du Rhin par l'Aar et les lacs du pied du Jura. Il devrait également porter sur la liaison entre les lacs de Neuchâtel et le Léman, sur les réservations en territoire genevois, en prévision de l'éventuelle

navigabilité du Rhône à l'aval de Genève et sur les réservations similaires au Tessin, dans la perspective d'une éventuelle liaison avec l'Adriatique.

D'autre part, il semblerait judicieux d'examiner les incidences sur les réservations du choix d'un matériel flottant différent de celui imaginé avec les répercussions qui pourraient en résulter sur les gabarits et la géométrie du tracé.

*Si l'on devait renoncer à protéger le tracé des voies navigables, faudrait-il abroger les dispositions actuellement en vigueur ?*

Non, ces réservations constituent un moyen, souvent satisfaisant, de protéger les cours d'eau à vocation de voie navigable. Elles contribuent à la protection de la nature et à la préservation d'espaces de loisirs et de détente.

## ANNEXE

### 1. Généralités

Le commerce extérieur de la Suisse est passé de 30 Mt/an, en 1970, à environ 40 Mt/an dans la première moitié de la présente décennie. Le commerce extérieur de la Suisse est donc en progression de 1,5 à 2% en moyenne. Les importations en représentent environ 90% et les exportations environ 10%.

Les ports de Bâle contribuent actuellement pour 20% au volume des importations de la Suisse (25% il y a 15 ans) et pour 5% environ aux exportations.

On tient compte du volume des marchandises en transit, le volume passant par les ports de Bâle est actuellement de l'ordre de 9 Mt/an, soit autant qu'en 1974. Même en admettant une progression du volume transporté sur le Rhin, on peut estimer que la capacité des ports de Bâle, évaluée à 13 Mt/an, ne sera pas atteinte avant l'an 2000. Les liaisons escomptées à l'étranger (Rhin-Main-Danube et Rhône-Saône-Rhin) ne seront très vraisemblablement pas réalisées avant la fin du siècle.

### 2. Volume et type des marchandises transportées par le Rhin

Plus de la moitié des marchandises importées, transbordées aux ports de Bâle, est constituée de produits pétroliers bruts ou raffinés. Le reste, soit 3,5 Mt de marchandises, est principalement constitué de minéraux et de ferraille (1 Mt), de métaux (0,8 Mt), de pro-

	a) Suisse occidentale Romandie + Berne + Bâle campagne + Soleure	b) Suisse orientale sauf le Tessin	Rapport a/b
Population <sup>1</sup>	2 881 000	3 276 000	0,88
Recettes fiscales <sup>1</sup>	1 170 Mfr.	1 830 Mfr.	0,64
Volume transport sur le Rhin <sup>2</sup>	2 Mt	4,7 Mt	0,42

<sup>1</sup> Valeur 1981.

<sup>2</sup> Valeur 1983.

duits chimiques (0,5 Mt), de céréales (0,5 Mt) et de charbon (0,3 Mt).

Les volumes exportés de l'ordre de 0,3 à 0,4 Mt ont une importance très marginale.

### 3. Origine et destination des marchandises passant par le Rhin

A l'échelle de la Suisse, on constate que sur 35 Mt d'importations globales, 8,0 sont destinées à la Suisse romande, pour 27 Mt au reste de la Suisse. Si l'on enlève les importations de pétrole brut et raffiné qui parvient de toute façon à Cressier (NE), Colombey (VS), Vernier (GE) et Sennwald (GR), les importations restantes, directement liées au poids démographique et industriel, sont limitées aux volumes suivants :

Suisse romande : 3 Mt, soit 2 t/hab.

Reste de la Suisse : 21,7 Mt, soit 4,4 t/hab. Si l'on compare les lieux actuels d'origine et de destination des marchandises passant par les ports de Bâle, on constate que seuls 0,4 à 0,45 Mt (soit 0,3 Mt/hab) ont leur origine ou destination en Suisse romande, alors que 6,5 à 7,0 Mt (soit env. 1,5 Mt/hab) sont destinés au reste de la Suisse. Pour la Suisse romande, l'importance de la voie rhénane est donc faible.

### 4. Volume susceptible d'être transporté sur la voie navigable pour aboutir en Suisse romande

En tenant compte d'une augmentation sensible des échanges entre la Suisse romande et le Rhin, occasionnée par une voie navigable jusqu'à Yverdon et une croissance économique réelle de l'ordre de 2%, le volume des marchandises susceptibles d'être transportées ne dépassera probablement pas 0,6 à 0,8 Mt/an, au maximum 1 Mt/an, ce qui représente en moyenne un convoi de 3000 t par jour.

## 5. Considérations économiques

Les conventions internationales garantissent la libre circulation sans péage sur le Rhin, de Bâle à Rotterdam. On peut donc être assuré que, par réciprocité, la portion du Rhin comprise entre Bâle et Klingnau devra également être mise gratuitement à la disposition des utilisateurs. Il est probable que l'Aar rendu navigable sera soumis aux mêmes exigences. Cette gratuité d'utilisation ne peut être permise que si l'infrastructure est mise à disposition par la collectivité. Au cas où, comme les infrastructures ferroviaires, la voie d'eau était réalisée par la Confédération, une charge complémentaire frapperait les contribuables. Cette charge serait compensée, il est vrai, par des frais de transport réduits et une moindre pollution.

Cependant, les études ont montré que la prolongation de la voie navigable jusqu'à l'embranchement de l'Aar n'apportait d'amélioration qu'à la partie orientale de la Suisse (ligne de séparation nord-sud passant par Aarau).

La prolongation de la navigation sur l'Aar jusqu'à Yverdon-Orbe permettrait d'y intéresser l'ensemble de la Suisse (à l'exception du Tessin). Toutefois, l'intérêt pour l'ouest de la Suisse est plus faible que pour la partie orientale et cela dans une proportion qui dépasse notablement les rapports de population ou même les rapports entre les poids économiques (mesurés par référence aux recettes de l'impôt fédéral direct) entre les deux régions concernées.

Il ressort donc que la prolongation des voies navigables jusqu'à Klingnau favorise exclusivement la Suisse alémanique et que la réalisation de la voie Klingnau-Yverdon entraînerait, pour le contribuable romand, une charge proportionnellement plus lourde que pour son collègue alémanique, en regard des avantages escomptés.

## Bibliographie

### Le microprocesseur MC 68000

Contrôle et mise au point des composants associés par James W. Coffron. — Un vol. 16 × 24 cm, 180 pages, Editions Masson, Paris, 1985. Prix broché : 125 FF.

La révolution de la micro-informatique avance à pas de géant, nul ne peut plus prétendre l'ignorer aujourd'hui. Aux dispositifs 4 bits ont succédé les 8 bits puis les 16 bits, tel par exemple le MC 68000 de Motorola. Leur utilisation se généralise. Sur les machines à laver comme sur les satellii-

tes, dans le domaine médical comme en aéronautique, à la maison comme à l'usine ou dans les bureaux, les systèmes pilotés par microprocesseur deviennent monnaie courante.

Si leur conception et leur mise en œuvre ne posent pratiquement plus de problème au technicien « hardware » moyen, il en va tout autrement pour ce qui est de leur mise au point ou de leur maintenance, surtout lorsque celles-ci doivent être assurées sans connaissances logicielles.

Comment, pourrait-on se demander en effet, effectuer la mise au point et le contrôle d'un système articulé autour d'un micro-

processeur 16 bits sans devoir y faire tourner un diagnostic logiciel? Comment établir, en l'absence de listing logiciel, que le microprocesseur est bel et bien apte à lire des données stockées en mémoire morte, ou que les voies empruntées par les données et les adresses seront bien fonctionnelles au moment du déroulement du programme, ou que les signaux émis par les périphériques parviendront bien jusqu'aux broches du microprocesseur? Comment s'assurer que les lignes de signal du système changeront d'état logique au moment voulu? En bref, comment assurer la maintenance du matériel sans recourir au logiciel?

Demeurée longtemps sans réponse, cette question est abordée de face dans l'ouvrage de M. Coffron.

Le microprocesseur MC 68000.

Sommaire : Chap. 1: Lecture des données en mémoire ROM par le CPU 68000. — Chap. 2: Utilisation d'une mémoire RAM statique avec le CPU 68000. — Chap. 3: Les opérations d'entrée-sortie du CPU 68000. — Chap. 4: Interfaçage du microprocesseur 68000 à un composant périphérique de la famille 6800. — Chap. 5: Essai par stimulation statique pour le microprocesseur 68000. — Chap. 6: Contrôle du déroulement d'une opération de lecture en mémoire. — Chap. 7: Mise au point d'une mémoire RAM statique à l'aide du testeur par stimulation statique. — Chap. 8: Contrôle des fonctions entrée-sortie. — Chap. 9: Un test diagnostic de la mémoire.