

Dr. Frank Werner

**Umwelt & Entwicklung**

Waffenplatzstrasse 89

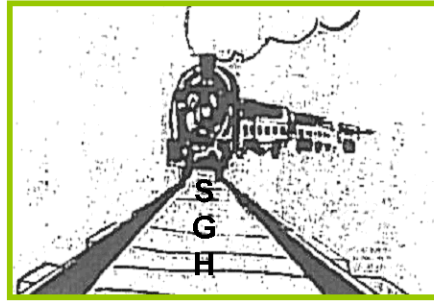
CH-8002 Zürich

Schweiz

Tel.: ++41-(0)44-241 39 06

e-mail: frank@frankwerner.ch

Web: www.frankwerner.ch



## Bilan écologique de traverses

Comparant de traverses en

béton, en hêtre, en chêne ainsi qu'en acier

Une étude faite sur l'ordre de

**Studiengesellschaft Holzschwellenoberbau e.V.**

Avec une contribution de texte sur l'utilisation légale des traverses de réemploi du

**Dr. Rainer Schrägle, Technologica GmbH**

Examen critique externe conformément aux normes EN/ISO 14040:

**Dr. K. Richter, Abteilung Holz, Empa Dübendorf**



dernier mise à jour le novembre 2008

Traitement du matériel: Dr. F. Werner, Umwelt & Entwicklung, Zürich

Contribution de texte : Dr. Rainer Schrägle, Technologica GmbH., Leonberg (D)

Accompagnement du projet: Uwe Halupczok, Studiengesellschaft Holzschwellenoberbau e.V., Bingen (D)  
Rainer Schimmelpfennig, RS Consult/THP Neumarkt (D)  
Hubertus Willeke, DB Infrastruktur, Schwandorf (D)  
Hartmut Brieke, Rütgers Chemicals GmbH, Castrop-Rauxel (D)  
Dr. Matthias Levering, Rütgers Chemicals GmbH, Castrop-Rauxel (D)  
Marc-André Vuilleumier, SBB Infrastruktur, Basel (CH)  
Sven-Dirk Richtberg, Karl Richtberg GmbH & Co KG, Neuenburg/Rhein (D)  
Josef Dummer, Karl Richtberg GmbH & Co KG, Verkaufsbüro Bingen/Rhein (D)  
Oliver Arlt, Imprägnierwerk Wülknitz GmbH., Wülknitz (D)  
Peter Nowaczyk, Holz-Fehlings, Gleistechnik und Entsorgung GmbH, Marl-Sinsen (D)  
Dr. Rainer Schrägle, Technologica GmbH, Leonberg (D)

**L'exploitation, la publication et l'utilisation de cette étude ou d'extraits ne sont admises que pour les utilisateurs autorisés. L'utilisation non autorisée est interdite.**

## Synthèse

Le présent bilan écologique fournit un calcul de l'impact environnemental lié à l'utilisation de traverses en béton, en hêtre, en chêne ainsi qu'en acier (plusieurs types considérés), assorti d'un comparatif. Les flux de matières et d'énergie sont analysés sur l'ensemble du cycle de vie des traverses: de la fabrication des matériaux principaux et des matériaux de fixation jusqu'au démantèlement et à l'élimination des traverses ou à leur recyclage, en passant par la phase d'utilisation. La réfection des voies – y compris la pose des traverses ainsi que l'entretien des voies et la maintenance – est également prise en compte, dans une certaine mesure, car l'armement varie en fonction du type de traverses.

Le comparatif est établi sur la base de l'unité fonctionnelle décrite ci-après:

1 traverse de voie, y compris le matériau de fixation avec, à proportion, la pose du ballast pour une double voie sur une longueur de 63 cm pendant 1 an, en tenant compte de la durée de service moyenne de la traverse.

Le présent bilan écologique a été réalisé en conformité avec les normes internationales EN/ISO 14040 et suivantes ad hoc. Il a ensuite été examiné d'un œil critique par K. Richter, du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa) à Dübendorf (Suisse), intervenant en qualité d'externe, conformément à la norme EN/ISO 14040, et peut ainsi être utilisé publiquement à des fins de comparaison.

Le présent bilan écologique s'adresse:

1. aux décideurs stratégiques qui formulent les concepts directeurs pour les achats;
2. aux décideurs politiques qui posent un certain nombre d'exigences aux exploitants de chemins de fer;
3. aux acheteurs de traverses ferroviaires;
4. aux spécialistes de la fabrication, de la pose et de l'élimination des traverses.

Le présent rapport actualise les données du bilan écologique sur les traverses ferroviaires établi par l'Empa en 1998<sup>1</sup>. La mise à jour porte essentiellement sur les éléments suivants:

- Données des processus, en particulier pour les traverses en bois (cf. ci-dessous);
- Utilisation de la base de données ecoinvent 2.0., actualisée en novembre 2007. La présente étude s'intéresse notamment aux processus relatifs à la fabrication du ciment et de l'acier, aux transports, aux mix énergétiques, aux processus d'élimination, etc.
- Utilisation de méthodes d'évaluation actualisées pour toutes les catégories d'impacts. L'accent est notamment mis ici sur les catégories d'impacts relatives à la toxicité pour l'homme et l'environnement. Contrairement à l'étude de l'Empa, ces catégories d'impacts tiennent explicitement compte de la répartition des émissions et de l'exposition à ces dernières (angl. «fate and exposure»). Ceci permet de mieux illustrer l'impact des pollutions chroniques dans les bilans écologiques.
- Adaptation de l'étude au contexte allemand. L'étude s'appuie ainsi sur le mix énergétique allemand, et la durée de maintien en voie des traverses est fonction des spécificités de la Deutsche Bahn.
- Actualisation du calcul des charges d'entretien pour toutes les traverses.

Les données relatives aux traverses en acier et en béton proviennent en grande majorité de l'étude de l'Empa. Les éventuelles optimisations du processus de fabrication ou de la conception de ces traverses ne sont donc pas prises en compte. On peut toutefois supposer

---

<sup>1</sup> Künniger et Richter (1998)

que leur impact sur le bilan écologique est d'une importance secondaire comparé à l'impact des données de base, telles que celles relatives à la fabrication du ciment ou de l'acier.

Pour les traverses en bois, les données du bilan écologique ont été actualisées sur l'ensemble du cycle de vie. Ceci a permis d'améliorer la qualité des données de l'étude Empa, qui laissait en partie à désirer, et de prendre en compte des optimisations substantielles au niveau des processus. L'actualisation concerne notamment les éléments suivants:

- Bilan des processus sylvicoles pour les hêtres et les chênes, sur la base d'études réalisées par l'université de Hambourg;
- Données relatives à la préparation de créosote et à l'application du processus de distillation, sur la base des données économiques actuelles d'un fabricant;
- Données relatives à l'application du processus de cokéfaction pour la production de goudron brut, sur la base des données économiques actuelles d'une cokerie allemande;
- Utilisation exclusive de créosote de type C, conformément à la norme EN 13991;
- Diminution des quantités de créosote injectée, conformément aux données des fabricants concernant la mise en application de la norme DIN 68811:2007-01;
- Estimation des émissions pendant la durée de maintien en voie des traverses en bois, sur la base des quantités injectées (données actualisées) et en tenant compte du fait que la créosote de type C selon la norme EN 13991 a nettement moins tendance à s'évaporer;
- Utilisation thermique, conforme à la législation, des traverses usagées et exploitation de données actualisées sur les émissions qui en résultent;
- Prise en compte de l'effet de substitution lié à l'utilisation thermique de traverses en bois, autrement dit à la combustion de traverses en bois en lieu et place de sources d'énergie fossiles, sur la base d'examen réalisés en laboratoire pour la présente étude et portant sur le pouvoir calorifique des traverses usagées.

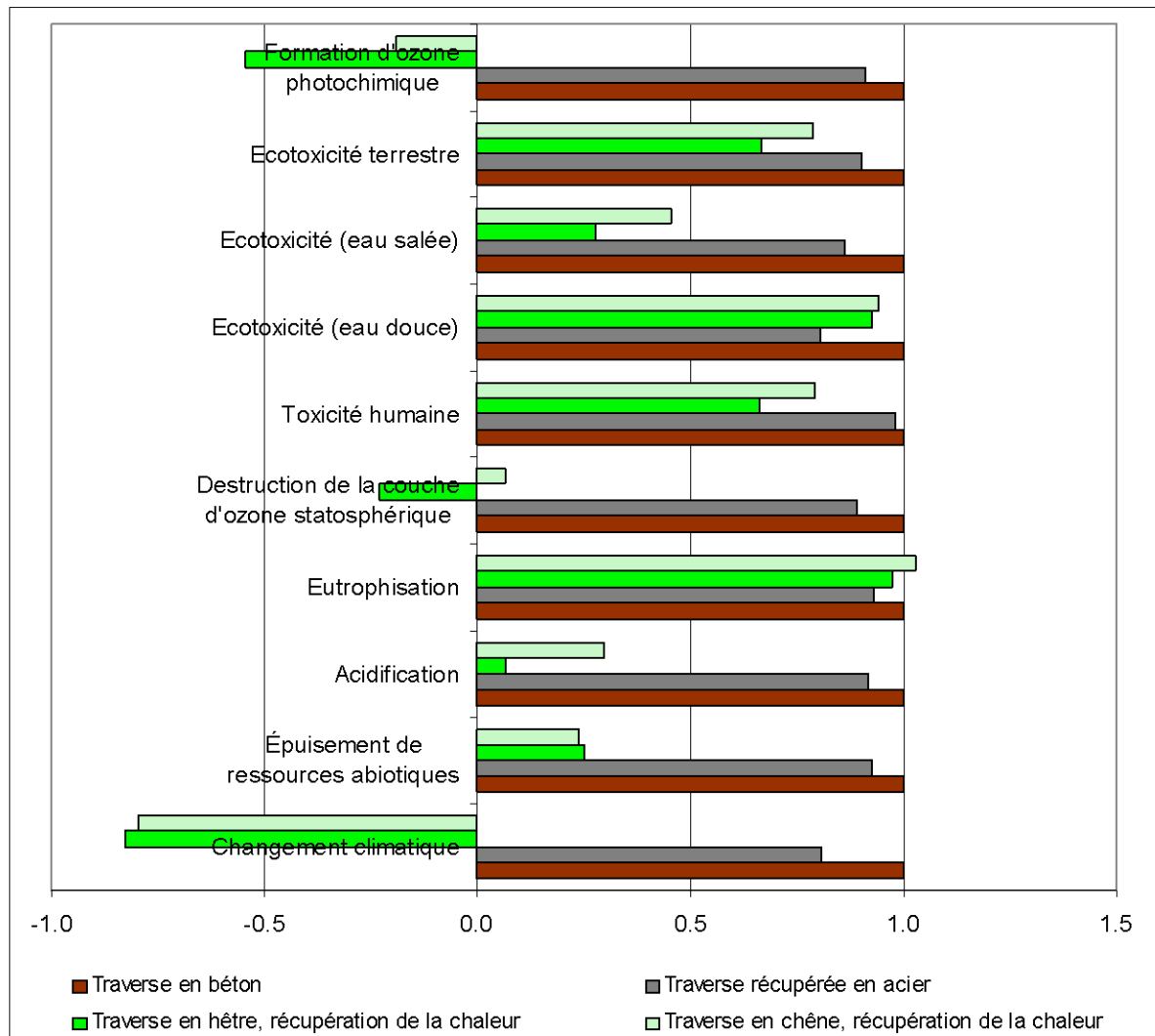
L'illustration 0-1 met en parallèle les différents profils écologiques des traverses étudiées. L'impact environnemental de ces traverses est comparé à celui de traverses en béton. Pour les traverses en bois, on s'appuie sur la valorisation énergétique généralement pratiquée aujourd'hui conformément à l'ordonnance allemande sur le bois usagé. Les valeurs négatives signifient ainsi que la valorisation énergétique des traverses en bois permet non seulement d'éviter la combustion de sources d'énergie fossile mais aussi de réduire de moitié les émissions (en effet, les émissions ainsi évitées sont supérieures à celles générées durant le cycle de vie des traverses).

A partir du graphique présenté ainsi que des analyses détaillées des profils écologiques des différents types de traverses, les résultats de l'étude peuvent se résumer comme suit:

- De façon générale, le profil écologique de tous les types de traverses est largement fonction de l'impact environnemental des opérations de pose, d'entretien et de maintenance des voies.
- Les nouvelles traverses en acier – toutes catégories d'impacts confondues – ont, de loin, les effets les plus néfastes sur l'environnement. En outre, la recyclabilité de l'acier soulève quelques problèmes.
- Les traverses en acier recyclées, autrement dit réutilisées suite à des travaux de réparation, affichent de meilleurs résultats que les traverses en béton et ce, dans toutes les catégories d'impacts.
- Lorsque l'on prend en compte l'utilisation thermique, les traverses en bois affichent de meilleurs résultats que les traverses en acier recyclées et les traverses en béton

et ce, dans toutes les catégories d'impacts à l'exception de la eutrophisation. Les effets produits dans la catégorie d'impact eutrophisation par les quatre types de traverses étudiés ne présentent pas de différence significative.

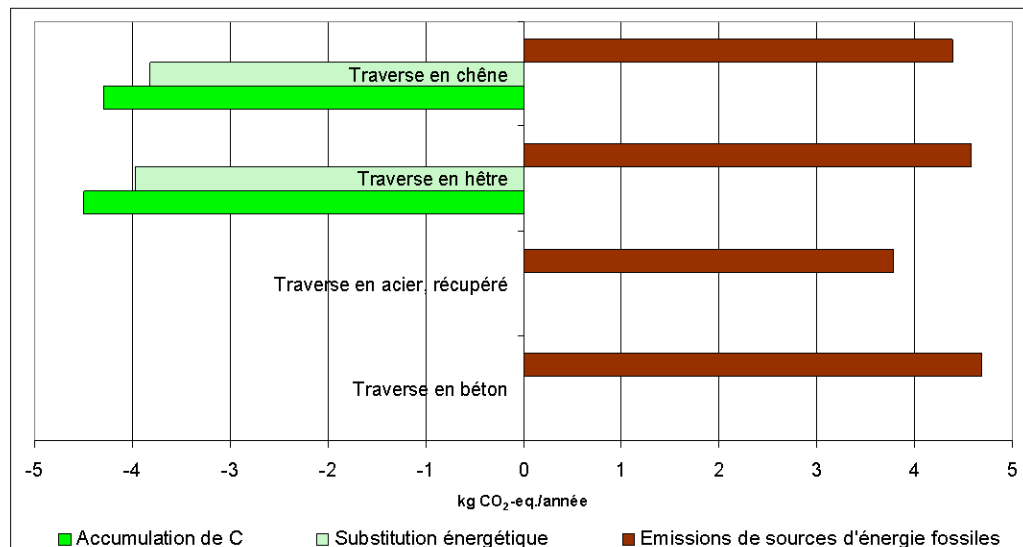
- Dans certaines catégories d'impacts (changement climatique, épaissement de ressources abiotiques, destruction de la couche d'ozone stratosphérique et formation d'ozone photochimique), la valorisation énergétique des traverses en bois – substitution aux sources d'énergie fossiles – permet de réduire de moitié les émissions (en effet, les émissions évitées sont supérieures à celles générées directement durant le cycle de vie des traverses).



**Illustration 0-1: impact environnemental des différents types de traverses par rapport aux traverses en béton; récupération de la chaleur pour les traverses en bois (traverses neuves en acier non prises en compte)**

- Les profils écologiques des traverses en hêtre sont quasiment identiques à ceux des traverses en chêne.
- A l'heure actuelle, la créosote ne joue plus qu'un rôle secondaire dans le profil écologique des traverses en bois, ce qui n'était pas le cas auparavant. Cela est dû à l'utilisation systématique de créosote de type C conformément à la norme EN 13991 et à la réalisation d'injections conformément aux instructions de la norme allemande DIN 68811:2007-01.

- La valorisation énergétique des traverses, largement pratiquée de nos jours en application de l'ordonnance allemande sur le bois usagé, a un impact majeur sur le profil écologique des traverses en bois.
- Pendant toute leur durée d'utilisation, les traverses en bois emmagasinent, sous forme de carbone, une quantité de CO<sub>2</sub> qui correspond plus ou moins à la quantité de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation de sources fossiles (durée totale du cycle de vie, y compris pose, maintenance et entretien des voies), cf. illustration 0-2. Chaque traverse en bois emmagasine près de 132 kg de CO<sub>2</sub>, ce qui représente sur l'ensemble du réseau ferroviaire allemand pas moins de 3,78 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.



**Illustration 0-2:** gaz à effet de serre produits par l'utilisation des traverses considérées (traverses neuves en acier non prises en compte); stockage de carbone, substitution énergétique, quantités de matériaux utilisés (données annuelles)

- Si le potentiel thermique des traverses usagées est utilisé de façon systématique (de préférence sous la forme d'une production combinée de chaleur et d'électricité) en lieu et place de sources d'énergie fossiles, cela permet d'éviter le rejet d'une quantité de CO<sub>2</sub> quasi équivalente à celle émise durant tout le cycle de vie des traverses en bois, y compris les opérations de pose et d'entretien des voies. Associée à une gestion durable des forêts, l'utilisation de traverses en bois a donc un effet relativement neutre en termes de CO<sub>2</sub> (dioxyde biogène et sources fossiles).

A partir du bilan écologique effectué, il est possible d'élaborer des stratégies destinées à optimiser le profil écologique des traverses:

- compte tenu de l'importance des opérations de réfection et d'entretien des voies, toute mesure technique tendant à réduire la consommation ou le transport de nouveau ballast permettra d'améliorer le profil écologique des traverses.
- La durée de maintien en voie des traverses est un élément déterminant pour le profil écologique de toute traverse. Le développement et la mise en œuvre de solutions techniques visant à allonger la durée de vie des différentes traverses ainsi que leurs intervalles d'entretien revêtent un caractère stratégique dans le cadre de l'optimisation écologique des différents types de traverses.
- Pour les traverses en bois, plusieurs méthodes d'optimisation des processus ont fait leurs preuves. Ainsi le recours au créosote de type C conformément à la norme EN 13991, la réalisation d'injections selon la norme allemande DIN 68811:2007-01 et

la valorisation énergétique des traverses en bois – généralement pratiquée en application de l'ordonnance allemande sur le bois usagé – sont autant de mesures qui portent leurs fruits. L'impact environnemental des quantités relativement importantes de matériaux de fixation a ainsi été porté au premier plan. Une diminution des quantités d'acier utilisées, une réutilisation accrue des matériaux de fixation ou le développement de matériaux plus à même d'être réutilisés pourraient permettre de continuer à améliorer le profil écologique des traverses en bois.

- Pour les traverses en acier, la question du recyclage est toujours au premier plan. La fabrication de traverses à partir d'acier neuf, ou d'acier recyclé, conduit à une dégradation du profil écologique. Il pourrait être judicieux de modifier la conception des traverses afin de réduire la quantité d'acier requise par unité. Les économies de matériaux ne doivent toutefois pas se faire au détriment de la durée de vie des traverses.
- Pour les traverses en béton, l'étude des possibilités de réduction des quantités de béton et d'acier d'armature utilisées par traverse est également au premier plan. Elle impliquerait une modification de la conception des traverses. Ici aussi, les économies de matériaux ne doivent pas se faire au détriment de la durée de vie des traverses ou de leur possibilité de réutilisation. Il pourrait être judicieux d'envisager, ne serait-ce que dans le cadre d'un bilan écologique, le remplacement du gravier par du béton recyclé et concassé.

Suite à différentes analyses de sensibilité, les présents résultats peuvent être considérés comme des conclusions justes, même si les profils écologiques des traverses en acier et des traverses en béton reposent sur des données de processus déjà anciennes.

Compte tenu des changements fondamentaux qui affectent les processus techniques et économiques sur tout le cycle de vie des traverses en bois, et grâce à la disponibilité de données actualisées sur les émissions générées par l'imprégnation à la créosote, l'utilisation et la valorisation énergétique des traverses en bois, les résultats de l'étude Empa peuvent être considérés comme obsolètes, du moins pour l'Europe centrale.