

Audi A8.



LA RÉVOLUTION DE L'ALUMINIUM - 1ère partie

La course au confort et à la sécurité active et passive sur les véhicules de prestige, se solde par une augmentation de leur poids et des énergies mises en jeu aussi bien pour les produire que les utiliser. La grande voiture débouche ainsi sur une double impasse énergétique et écologique. Pour lui conserver un potentiel de développement, il faut désormais éviter qu'un plus au niveau de l'offre, se traduise par un plus en énergie consommée. Fidèle à son slogan "La technique est notre passion", Audi inverse la tendance et révolutionne une fois de plus l'automobile avec le concept ASF de la carrosserie tout en aluminium.

UNE DÉMARCHÉ NOVATRICE

L'aluminium est le matériau privilégié de l'aéronautique et de l'espace ! En automobile, on l'utilise surtout pour la fabrica-

tion de composants moteurs (carters-cylindres, carters de boîte, culasses, collecteurs, etc...). Ce matériau 3 fois plus léger que l'acier, a aussi tenté certains constructeurs, qui ont vu en lui une solution pour réduire le poids de leurs modèles. Mais ce qui a toujours manqué jusqu'alors, et qui constitue la richesse du concept ASF (Audi Space Frame), c'est d'avoir, au moyen d'un outil informatique spécifique, réussi à optimiser la carrosserie aluminium en fonction des caractéristiques de ce matériau.

Pour réaliser ce programme, il fallait un ordinateur ultra performant capable de simuler le comportement des pièces et de mettre en évidence les limites de la technologie de l'aluminium ainsi que ses réserves. Un modèle mathématique comptant environ 38000 éléments a été créé pour la simulation des collisions frontales à 50% de recouvrement et 55 km/h, et les tests effectués ont confirmé sa validité.

La carrosserie tout aluminium Audi n'a plus rien à voir avec le modèle monococque classique tout acier.

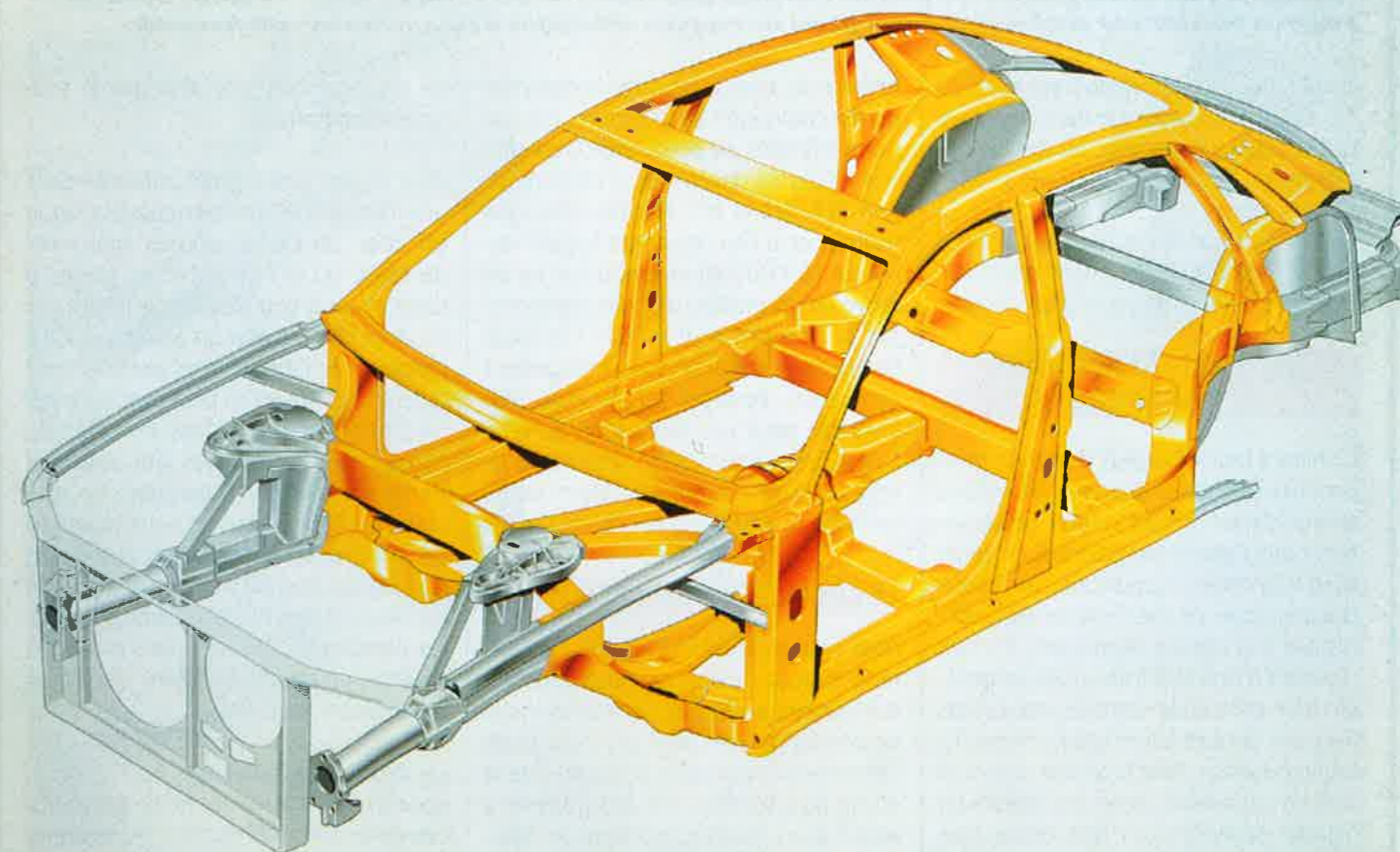
L'Audi Space Frame se compose de profilés extrudés réunis par des noeuds coulés, permettant une utilisation optimale des caractéristiques de l'aluminium pour la réalisation d'une coque d'automobile.

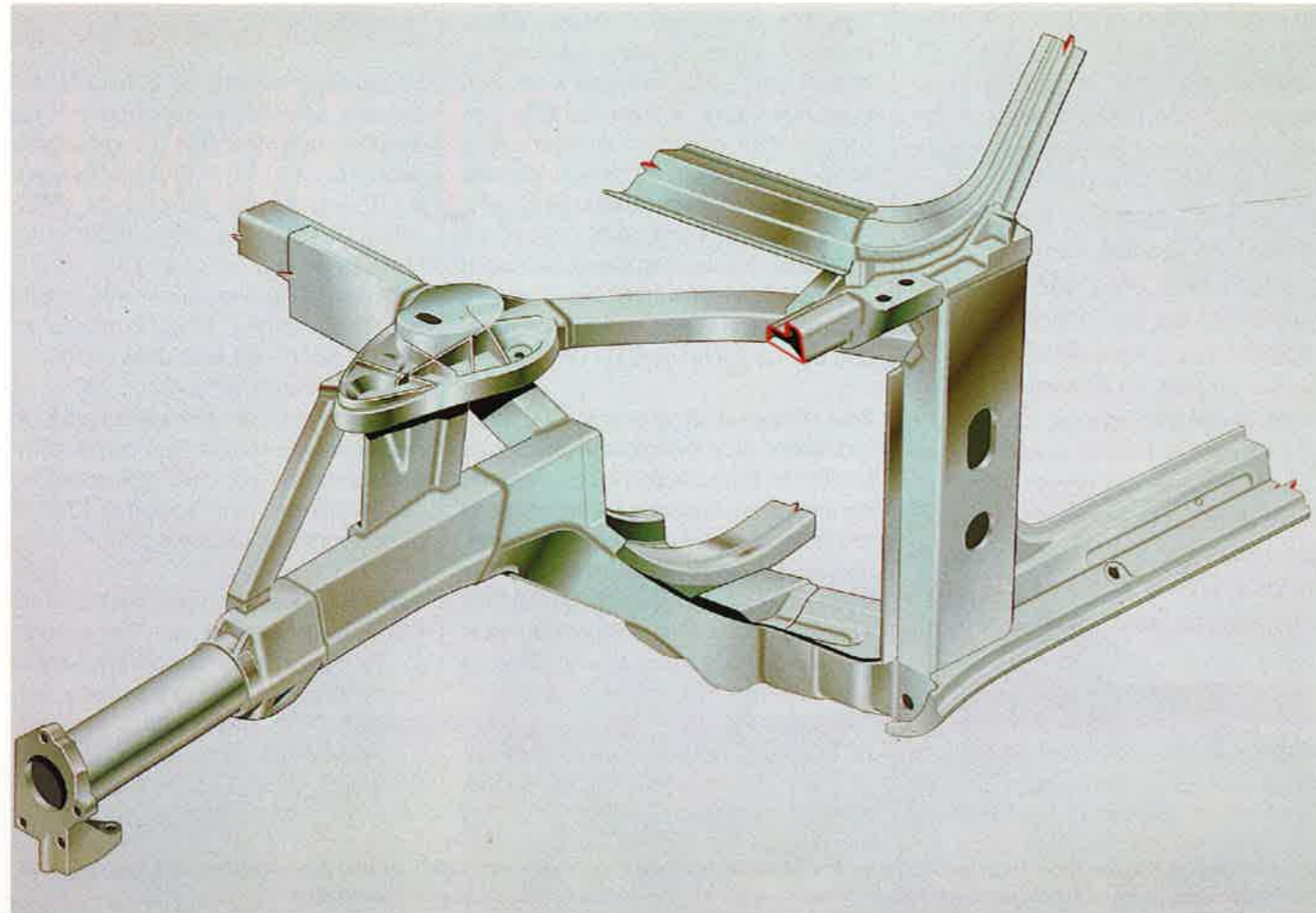
UN MÉTAL ABONDANT

L'aluminium est issu de la bauxite qui contient selon les endroits où elle est extraite, entre 50 et 60% d'alumine pure (AL2O3), 20 à 30 % d'oxyde ferrique (Fe2O3) et pour le reste, de la silice (SiO2), de l'oxyde de titane (TiO2) et de l'eau. Le procédé de production consiste d'abord à extraire l'alumine pure de la bauxite. Concassé et broyé, le minerai est attaqué par de la soude dans un four, à une température de quelque 200°C, et sous forte pression. On obtient ainsi de l'aluminate de sodium que l'on décompose en hydroxyde d'aluminium qui est brûlé dans des fours rotatifs à 1300°C pour donner de l'alumine pure.

L'alumine pure se présente sous la forme d'une poudre blanche, que l'on va transformer en aluminium pur par électrolyse. La première étape de sa transformation consiste à la rendre liquide.

L'alumine a une température de fusion très élevée (2050 °C). Pour l'abaisser, on lui ajoute un agent spécial (la cryolithe)





Passage de roue avant gauche. Les profilés extrudés sont reliés par des parties coulées. La partie avant du longeron possède une section circulaire offrant un rapport absorption d'énergie/masse très favorable.

qui va réduire cette température à 900 °C. L'hydrolyse s'effectue dans une cuve qui sert de cathode avec au dessus des anodes en carbone.

L'oxygène brûle le carbone des anodes pour donner du CO₂, tandis que l'aluminium pur (Al) reste au fond de la cuve.

UN BILAN ÉNERGÉTIQUE FAVORABLE

Comme il faut 4 fois plus d'énergie pour produire une tonne d'aluminium qu'une tonne d'acier, on en déduit généralement que l'emploi de l'aluminium serait bien trop onéreux pour une carrosserie d'automobile, ce que l'histoire de l'automobile a d'ailleurs démontré. Il s'agit pourtant d'une idée totalement erronée. Un bilan comparatif entre ces deux matériaux ne peut se baser uniquement sur leur production. Pour fabriquer une Audi 100 en aluminium, avec des critères de rigidité équivalents, il faut certes plus d'énergie qu'avec l'acier, mais cette dif-

férence se trouve ensuite compensée durant l'utilisation de la voiture, par son poids inférieur. Le poids exerce en effet une influence directe sur la consommation (0,5 L/100 km, en moyenne normalisée) et si l'on considère le gain réalisé sur 150 000 kilomètres (cycle de vie moyen d'un modèle de cette catégorie) par un modèle tout alu, le handicap énergétique initial se trouve largement compensé. Le bilan sera encore plus favorable pour une fabrication du véhicule à base d'aluminium secondaire (le recyclage de l'aluminium étant nettement moins coûteux que celui de l'acier).

LE CONCEPT AUDI SPACE FRAME

Audi a mené depuis 1985 avec son partenaire Alcoa, le plus grand producteur d'aluminium américain, un intense travail de développement de la technologie de l'aluminium appliquée à la carrosserie d'une automobile. Ce programme a abouti à un nouveau concept de fabrication, de nouveaux alliages et procédés

de coulage sous vide ainsi que le soudage automatisé.

Pour obtenir une rigidité suffisante dans une carrosserie auto porteuse classique en acier, on utilise diverses épaisseurs de tôles, ou on assemble les pièces à partir de deux coquilles de tôle jointes par soudure pour réaliser un profilé creux. Le processus de fabrication en aluminium est différent, puisque l'on peut avec ce matériau disposer de profilés extrudés de formes très complexes qui auraient demandé plusieurs éléments de tôle d'acier. Il n'existe aucun autre matériau de construction métallique autorisant une extrusion d'aussi bonne qualité que l'aluminium pour la fabrication de profilés complexes. D'autre part, grâce au coulage, on peut aussi obtenir des pièces d'épaisseurs variables.

La structure adoptée par Audi se compose d'une cage réalisée en profilés extrudés de sections très diverses, réunis entre eux par des pièces coulées. Cette ossature

se trouve habillée d'éléments en tôle d'aluminium, assemblés selon diverses techniques.

Les noeuds d'assemblage sont coulés selon le procédé Vacural (le moule est sous vide avant de verser l'aluminium). Ils sont réalisés dans un alliage spécial très ductile et offrant une grande capacité de déformation en cas de collision. Leur assemblage avec les profilés s'effectue exclusivement par soudage sous argon.

En ce qui concerne les tôles, le rivetage par poinçonnage prédomine (pas besoin de percer). C'est d'ailleurs la première fois que cette technique est utilisée en construction automobile. Elle consomme moins d'énergie que le soudage par point et présente une rigidité supérieure de 30 %. Autre technique, le clinching

(montage de deux tôles par matage) est utilisé au niveau des renforcements du capot avant par exemple. Le collage enfin est retenu pour les portières et les capots.

Une fois montée, la carrosserie est soumise à un traitement thermique (210 °C durant 30 mn), qui lui donne la rigidité requise.

La préparation avant peinture est différente de l'acier, mais la peinture par cathorèse en bain avec couche d'apprêt et de finition est identique, et les mêmes installations sont utilisées. Les éventuelles retouches peuvent donc être effectuées de la même manière.

UN POTENTIEL INTACT

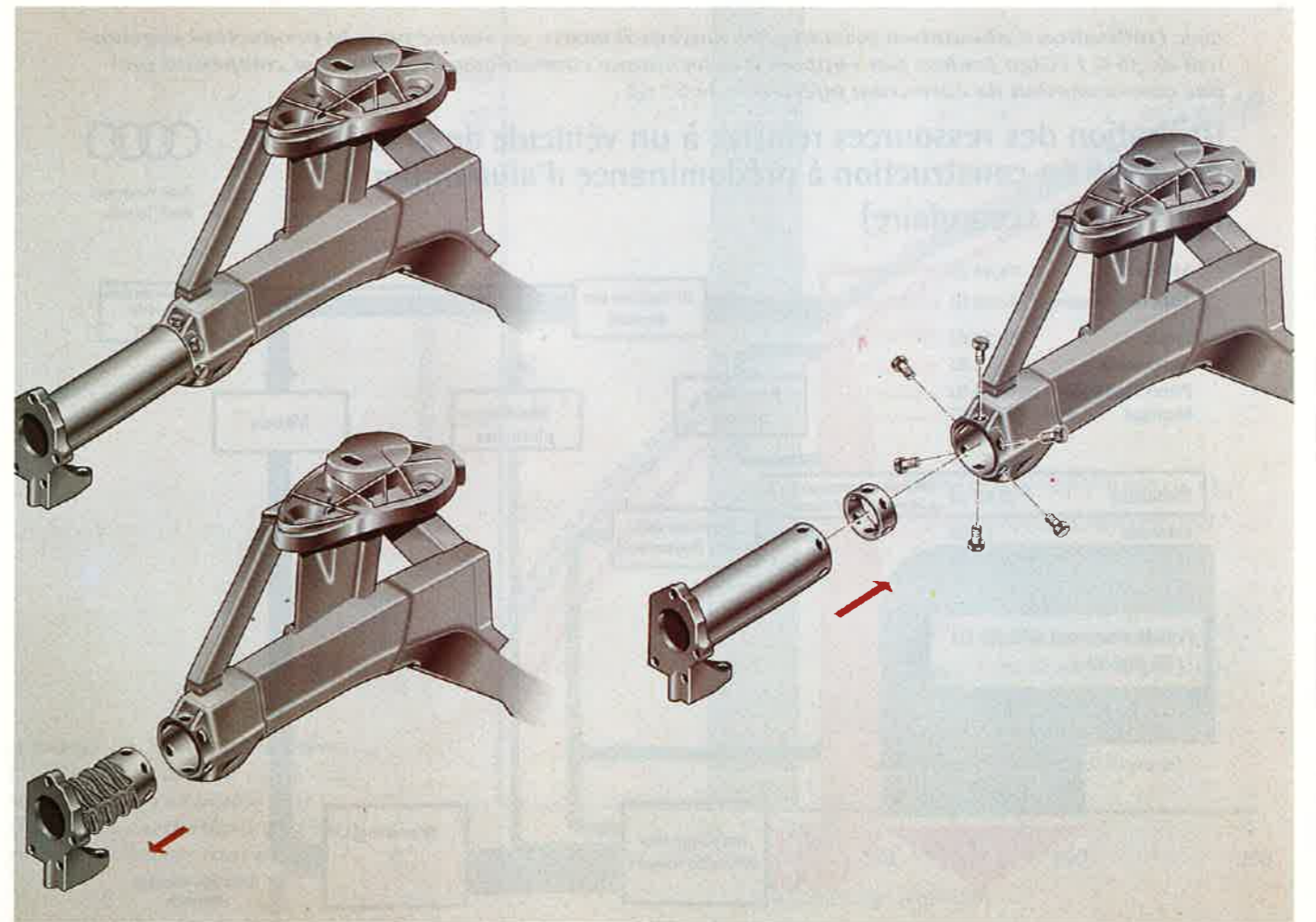
La carrosserie aluminium autorise une réduction de poids de 40 % et sa rigidi-

té torsionnelle statique est supérieure d'environ 40 % par rapport à celle d'un Audi 100 tout acier. D'autre part, la coque absorbe mieux l'énergie d'un impact, du fait de ses nombreuses sections cylindriques, cette énergie se trouvant par ailleurs réduite, du fait d'un poids inférieur de la voiture.

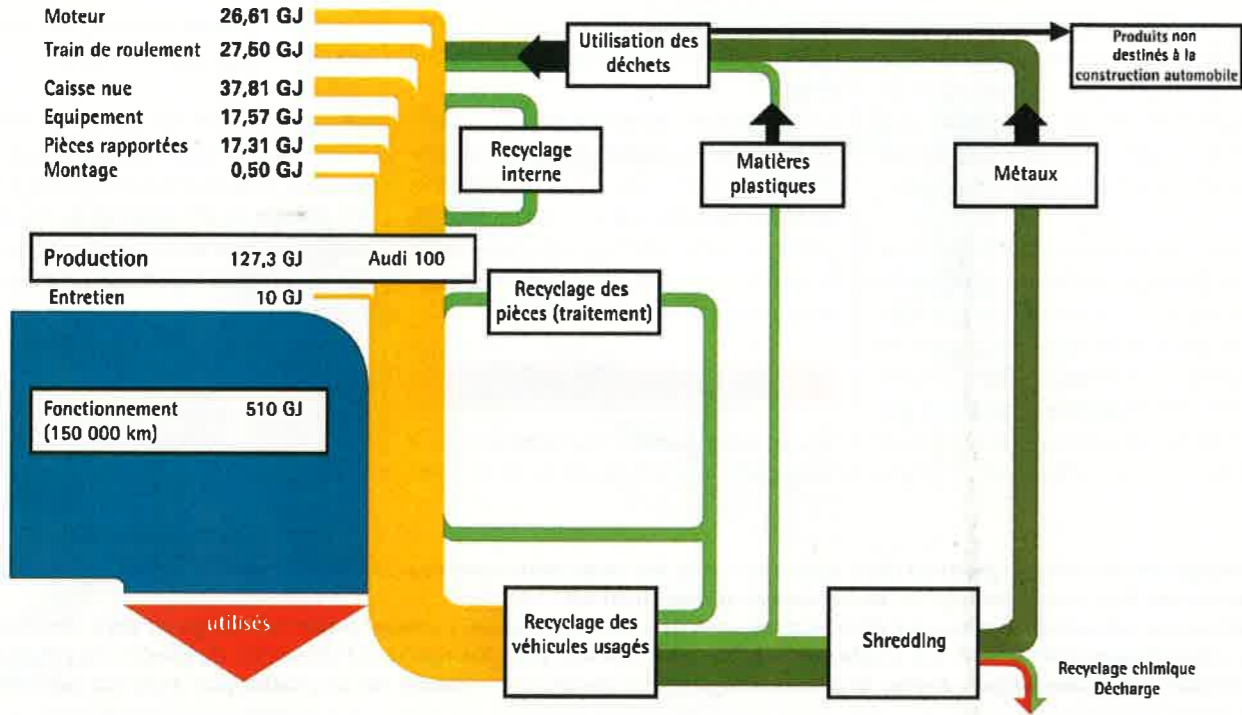
Le nouveau concept de carrosserie Audi ASF démontre non seulement que la carrosserie tout aluminium n'a rien à envier en rigidité et en sécurité au tout acier, mais que cette technologie est aussi plus favorable sur les plans de l'énergie et de l'écologie.

Le rivetage ou le collage pourra être effectué chez les concessionnaires. De même que la réparation des longerons avant par tronçonnage et boulonnage d'une nouvelle section.

Les pièces en aluminium peuvent être redressées et cette opération comme pour l'acier peut être facilitée par le chauffage (250 à 300 °C). L'aluminium ne se colorant pas lorsqu'il est chauffé, il faudra appliquer une peinture pyrométrique. Enfin, le débosselage fera appel à des outils mous plastique, bois ou aluminium.

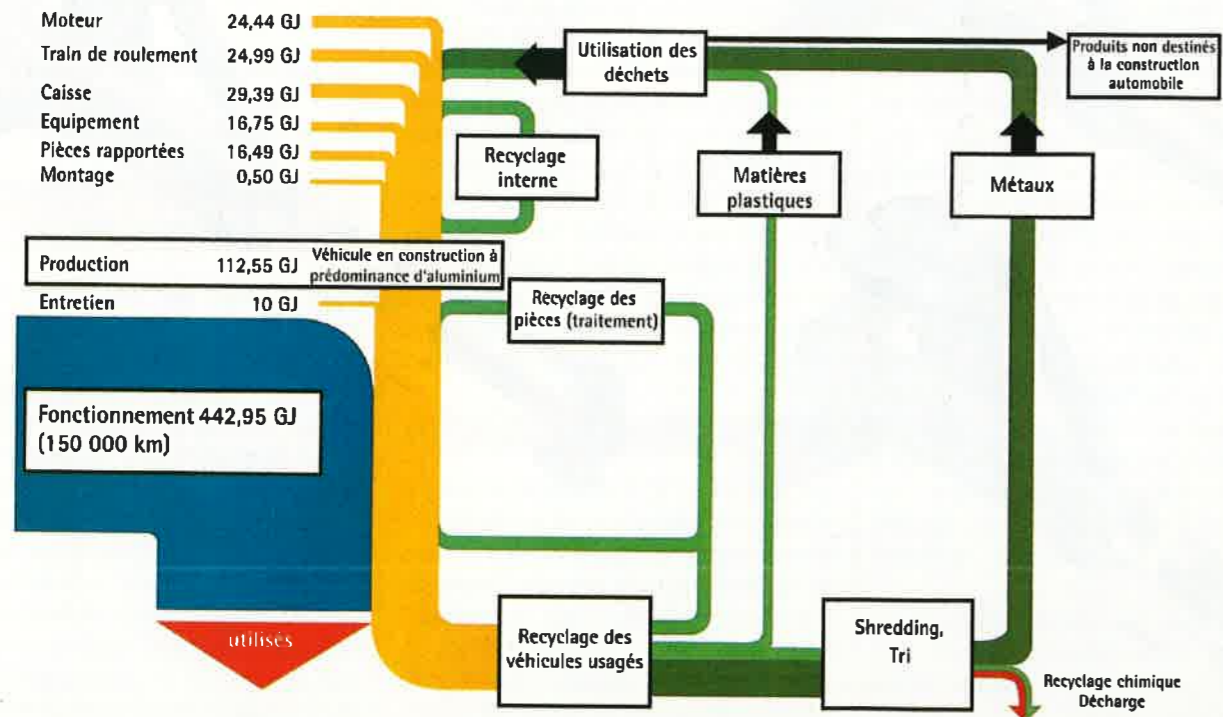


Utilisation des ressources pour un véhicule de la catégorie moyenne en acier

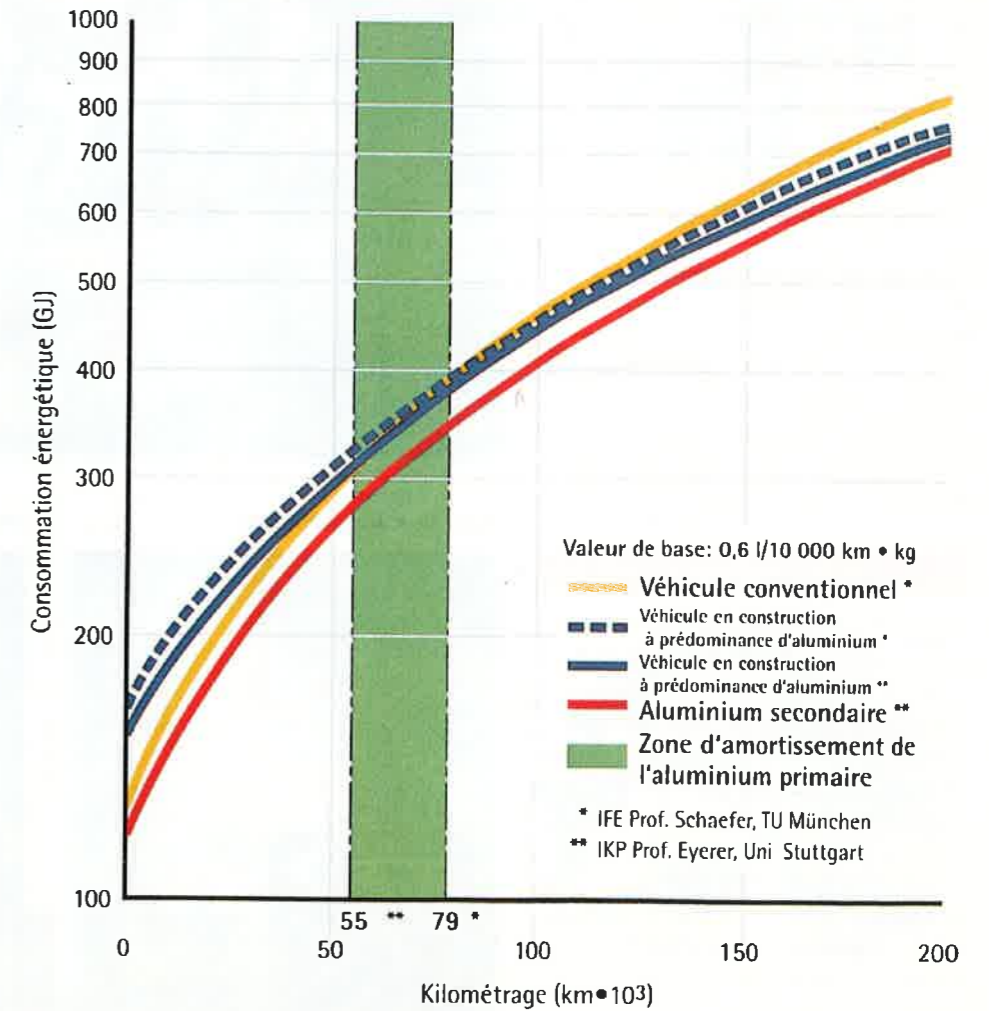
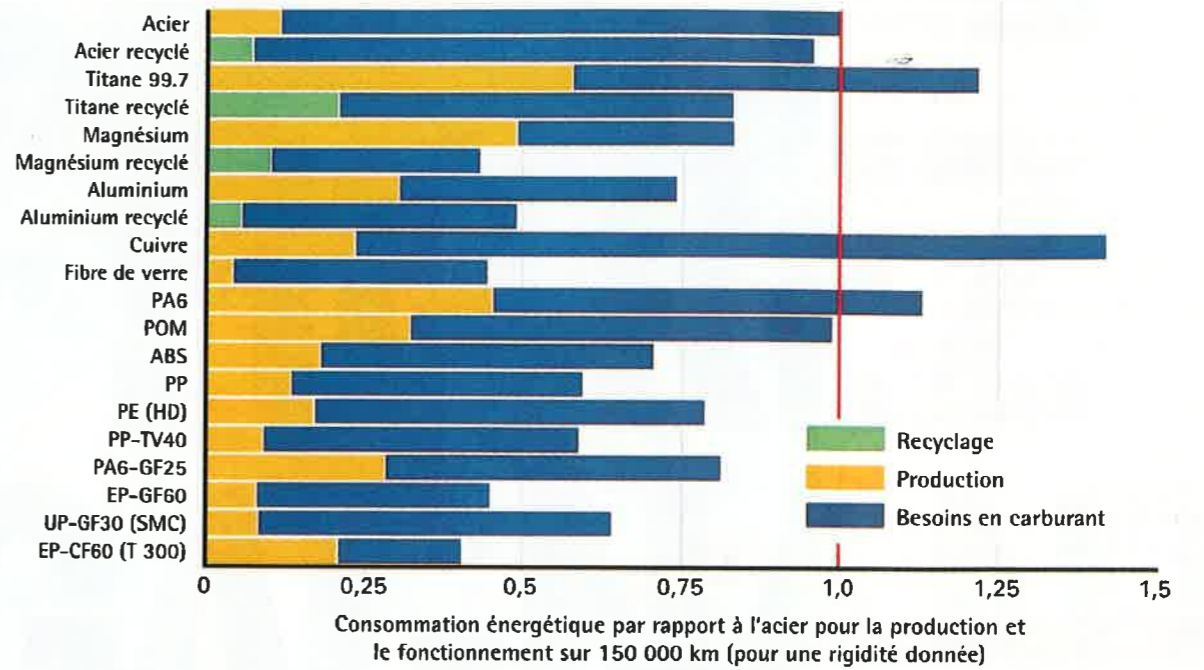


Avec l'utilisation d'aluminium primaire, les moyens à mettre en oeuvre pour la production augmentent de 36 GJ (Giga Joules) par rapport à la technique conventionnelle, mais sont compensés par une consommation de carburant inférieure de 67 GJ.

Utilisation des ressources relative à un véhicule de la catégorie moyenne en construction à prédominance d'aluminium (aluminium secondaire)



Matières compatibles avec l'environnement



A partir de 79 000 kilomètres, le véhicule construit en aluminium primaire comble son handicap énergétique par rapport au véhicule tout acier.