
**Applications ferroviaires —
Méthode de calcul de recyclabilité et
valorisabilité pour matériel roulant**

*Railway applications — Recyclability and recoverability calculation
method for rolling stock*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 21106:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c2a0795-c9a4-4033-9737-2dc71c0cbeb0/iso-21106-2019)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c2a0795-c9a4-4033-9737-
2dc71c0cbeb0/iso-21106-2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c2a0795-c9a4-4033-9737-2dc71c0cbeb0/iso-21106-2019)



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 21106:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c2a0795-c9a4-4033-9737-2dc71c0cbeb0/iso-21106-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et termes abrégés	4
5 Processus de traitement de fin vie	6
5.1 Généralités.....	6
5.1.1 Aperçu général.....	6
5.1.2 Prétraitement.....	7
5.1.3 Démontage.....	7
5.1.4 Broyage.....	7
5.2 Efficacité du processus de recyclage.....	8
5.2.1 Généralités.....	8
5.2.2 Recyclage des matériaux.....	9
5.2.3 Valorisation énergétique.....	9
5.3 Documentation des facteurs.....	10
5.4 Répartition des matériaux.....	10
6 Méthodes de calcul	11
6.1 Taux de recyclabilité.....	11
6.2 Taux de valorisabilité.....	11
6.3 Limitation.....	11
Annexe A (informative) Fiche technique	12
Annexe B (normative) Check-list pour chaque étape	14
Bibliographie	16

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 269, *Applications ferroviaires*, sous-comité SC 2, *Matériel roulant*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Les matériels roulants sont généralement conçus pour assurer la sécurité, la disponibilité et la fiabilité de l'exploitation tout en tenant compte de la nécessité de minimiser tout impact sur la société et l'environnement. Le traitement et l'élimination écologiquement rationnelle des produits en fin de vie sont la priorité environnementale souhaitable de l'industrie ferroviaire. Cela nécessite une méthode commune pour décrire le traitement en fin de vie des produits du matériel roulant.

Afin d'évaluer la recyclabilité et la valorisabilité théoriques du matériel roulant, des règles de calcul communes ont été introduites dans ce document, qui a été élaboré en tenant compte des travaux du groupe thématique de l'analyse du cycle de vie de l'UNIFE entre 2009 et 2011.

L'approche de calcul est basée sur la pratique courante de recyclage. Tout au long du cycle de vie, la méthode adopte des exigences spécifiques aux chemins de fer pour l'information nécessaire sur les matériaux.

Les procédés de traitement en fin de vie sont divisés en trois étapes: prétraitement, démontage et broyage. Les calculs de prétraitement et de démontage tiennent compte des propriétés de recyclage et de valorisation des matériaux spécifiques à ces étapes. A chaque étape, les flux individuels de matériaux sont divisés en matériaux à recycler et en matériaux à valoriser, en fonction de la disponibilité de la technologie appropriée pour le recyclage et/ou la valorisation. Par conséquent, la connaissance des matériaux et le démontage du matériel roulant ou de l'équipement sont essentiels. L'ensemble de la chaîne d'approvisionnement doit être impliqué, car les informations sur les matériaux utilisés sont cruciales pour l'application de cette méthode de calcul. Elle est harmonisée pour la recyclabilité et la valorisabilité du matériel roulant vise à prévenir les lacunes et les contradictions dans les données trompeuses.

(standards.iteh.ai)

L'objectif principal de cette méthode de calcul est pour le domaine du matériel roulant et d'autres interfaces connexes avec d'autres sous-systèmes.

La méthode de calcul introduite par le présent document prend en compte les différentes possibilités de fin de vie des produits comme la réutilisation, le recyclage et la valorisation ainsi que l'efficacité du traitement de chaque étape. Cela signifie que cette méthode est développée afin de prendre en compte les efficacités des technologies de recyclage et de valorisation pour chaque matériau aux différentes étapes du traitement de fin de vie. Les taux de recyclabilité et de valorisabilité du matériel roulant sont chacun exprimés comme un pourcentage de masse (fraction massique, en pour-cent) après l'application des facteurs d'efficacité pour chaque matériau du matériel roulant, qui peut potentiellement être réutilisé, recyclé ou valorisé

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21106:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c2a0795-c9a4-4033-9737-2dc71c0cbeb0/iso-21106-2019>

Applications ferroviaires — Méthode de calcul de recyclabilité et valorisabilité pour matériel roulant

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode pour le calcul du taux de recyclabilité et de valorisabilité du matériel roulant.

La méthode définie dans le présent document s'applique à la conception du matériel roulant neuf. Toutefois, elle peut être appliquée à d'autres matériels roulants existants en fonction des informations disponibles. Si le calcul du taux de recyclabilité et de valorisabilité s'applique à des pièces et/ou produits séparés utilisés dans le matériel roulant et qu'il existe une norme ou une méthode de calcul spécifique pour les pièces et/ou produits, cette norme ou méthode peut-être appliquée, le cas échéant.

La méthode de calcul décrite dans ce document est applicable quelle que soit la zone géographique concernée.

Cette méthode de calcul est applicable à toutes les étapes du cycle de vie du matériel roulant. Les taux calculés de recyclabilité et de valorisabilité sont valables au moment de la livraison du matériel roulant ou de l'équipement. Les technologies de recyclage futures ou les tendances prévues en ce qui concerne l'industrie du recyclage sont exclues de toute considération pour cette méthode de calcul.

Cette méthode de calcul tient compte des quatre principaux procédés de traitement, à savoir la réutilisation, le recyclage, la valorisation énergétique et l'élimination (Figure 1). Les pertes dues au processus de recyclage sont traitées au cours de la phase d'élimination. Les substances résiduelles de l'étape de valorisation énergétique (principalement les cendres et les scories) et les résidus du processus d'incinération de l'étape d'élimination sont très probablement mis en décharge.

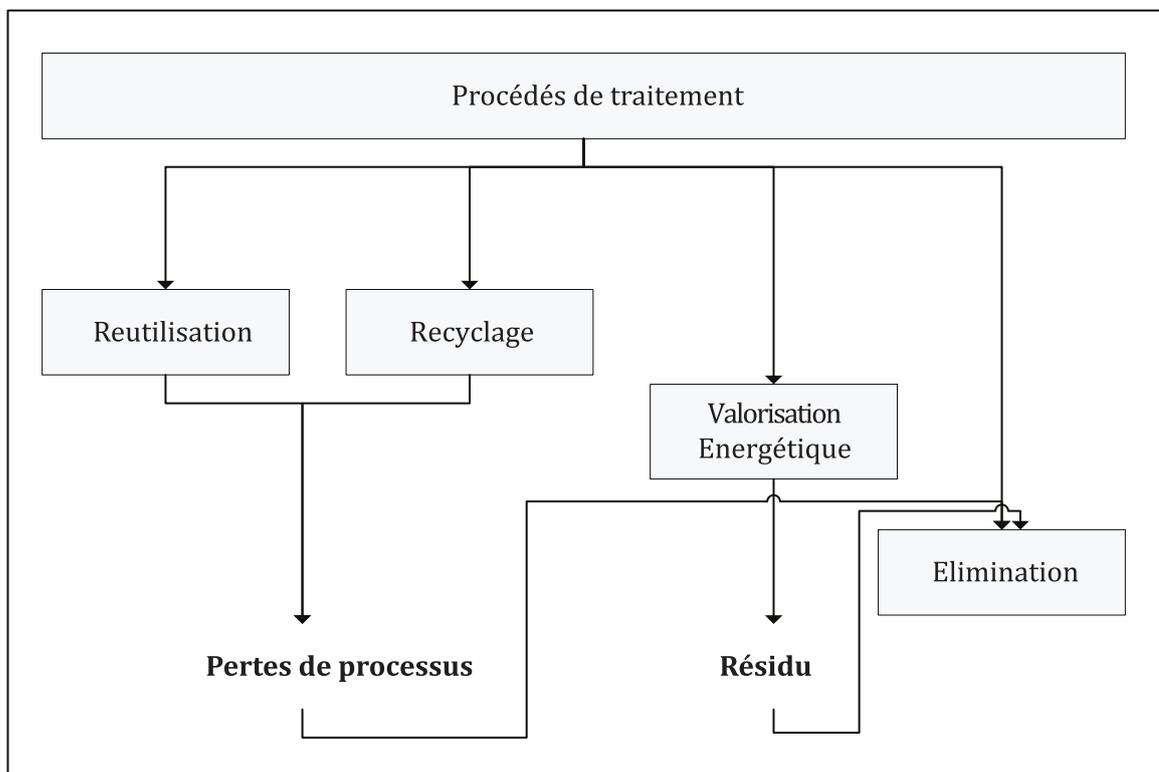


Figure 1 — Traitement de fin de vie

L'application de cette méthode de calcul considère le matériel roulant ou l'équipement à l'état de livraison. Les pièces de rechange et/ou les pièces d'entretien nécessaires pour maintenir le matériel roulant en service tout au long de son cycle de vie, par exemple les garnitures de frein, ne sont pas prises en compte. En outre, les systèmes d'infrastructure tels que les stations, l'électrification, les unités de signalisation et de contrôle, etc. sont exclus du calcul (voir [Figure 2](#)).

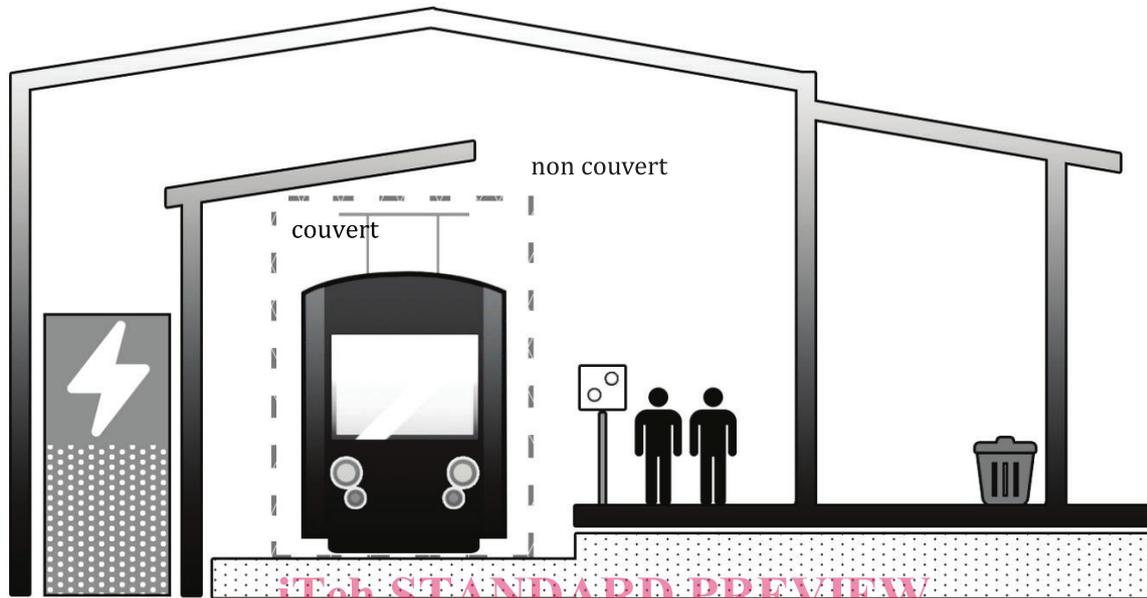


Figure 2 — Domaine d'application du calcul

ISO 21106:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c2a0795-c9a4-4033-9737-2dc71c0cbeb0/iso-21106-2019>

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1 masse de conception en ordre de marche

m_V
état de masse complète du véhicule doté de tous ses consommables (par exemple, le carburant, l'huile, l'eau, etc.) et sans personnel, voyageurs et charge

[SOURCE: EN 15663:2017, 2.1.2.1, modifiée — Le symbole a été modifié et la masse du personnel n'est pas incluse dans la définition.]

3.2**réutilisation**

toute opération par laquelle des composants du matériel roulant en fin de vie sont utilisés pour le même usage pour lequel ils ont été conçus

Note 1 à l'article: Voir ISO 22628.

3.3**recyclage**

utilisation des déchets pour le même usage initial ou pour d'autres, à l'exclusion de l'utilisation comme moyen de production d'énergie

3.4**valorisation**

toute opération par laquelle les matériaux de déchets sont utilisés pour le même usage initial ou pour d'autres, y compris comme moyen de production d'énergie

Note 1 à l'article: La «valorisation énergétique» est différente de la «valorisation» dans le sens où elle inclut uniquement l'utilisation des matériaux de déchets pour la production d'énergie.

3.5**réutilisabilité**

aptitude des composants à être retirés du traitement de fin de vie pour être *réutilisés* (3.2)

3.6**recyclabilité**

aptitude des composants, des matériaux ou des deux à être retirés du traitement de fin de vie pour être *recyclés* (3.3)

Note 1 à l'article: Voir ISO 22628.

3.7**taux de recyclabilité**

R_{cyc}

pourcentage de la masse de conception (fraction massique, en pour-cent) du matériel roulant qui peut potentiellement être *recyclé* (3.3), *réutilisé* (3.2) ou les deux

Note 1 à l'article: Voir ISO 22628.

3.8**valorisabilité**

aptitude des composants ou des matériaux à être retirés du traitement de fin de vie pour être *valorisés* (3.4)

Note 1 à l'article: Voir ISO 22628.

3.9**taux de valorisabilité**

R_{cov}

pourcentage de la masse de conception (fraction massique, en pourcent) du matériel roulant qui peut potentiellement être *valorisé* (3.4), *réutilisé* (3.2) ou les deux

Note 1 à l'article: Voir ISO 22628.

3.10**résidu**

mélange des matériaux qui restent après le traitement de fin de vie et qui ne sont pas *réutilisés* (3.2), ni *recyclés* (3.3) ni *valorisés* (3.4)

3.11

facteur de perte de broyage

F_{SL}
 efficacité du processus de broyage, indiquant les pertes en masse des matériaux, lors du processus

3.12

fraction lourde de broyage

fraction métallique provenant du processus de broyage qui peut être divisée en fraction de métal ferreux ou fraction ferreuse composée de matériaux ferreux purs comme l'acier et le fer et ses alliages et d'une fraction de métal non ferreux ou fraction non ferreuse contenant différents métaux comme l'aluminium, le cuivre, le laiton, etc.

3.13

fraction légère de broyage

résidu (3.10) non métallique provenant du broyage, composé de matières plastiques, de caoutchouc, de mousse, de résidus métalliques, de papier, de tissu, de verre, de sable, etc.

3.14

facteur de recyclage des matériaux

MRF (material recycling factor)

F_{MR}
 aptitude des matériaux à être recyclés en tant que matériaux pour les produits secondaires en fonction de disponibilité des processus de *recyclage* (3.3)

3.15

facteur de valorisation énergétique

ERF (energy recovery factor)

F_{ER}
 efficacité du procédé en fonction de la masse du matériau à récupérer comme énergie utilisable

Note 1 à l'article: La récupération d'énergie à partir d'un matériau est la conversion de matériaux en chaleur utilisable, l'électricité ou en combustible, par divers procédés dont la gazéification, la pyrolyse, la digestion anaérobie et la récupération de gaz d'enfouissement.

Note 2 à l'article: Le [Tableau 1](#) démontre que le *taux de recyclabilité* (3.7) englobe le pourcentage de la masse de conception du matériel roulant qui peut potentiellement être réutilisé et recyclé, tandis que le *taux de valorisabilité* (3.9) comprend le pourcentage de la masse de conception du matériel roulant qui peut être réutilisé, recyclé et récupéré comme énergie

Tableau 1 — - Aperçu des termes clés

	Valorisation		Résidu
(Composants)	(Matériaux)	(Matériaux)	(Matériaux)
Réutilisation	Recyclage	Valorisation énergétique	Élimination
Taux de recyclabilité ^a			
Taux de valorisabilité ^a			
Masse de conception du matériel roulant			
^a En pourcentage de la masse du matériel roulant.			

4 Symboles et termes abrégés

Le [Tableau 2](#) décrit les symboles des variables de masse utilisés pour le calcul des taux de recyclabilité et de valorisabilité.

Tableau 2 — Masses - symboles et définitions

Symbole	Description
$m_{AE,i}$	la masse de matériaux de type i disponible pour être valorisée comme énergie
$m_{AR,i}$	la masse de matériaux de catégorie i disponible pour le recyclage
$m_{D,E}$	la somme des masses des matériaux qui peuvent être considérés comme énergétiquement valorisables à l'étape du démontage, compte-tenu du F_{ER} pour la catégorie de matériaux i , $\Sigma m_{D,iE}$
$m_{D,R}$	la somme des masses des matériaux qui peuvent être considérés comme recyclables à l'étape du démontage, compte tenu du F_{MR} pour la catégorie de matériaux i , $\Sigma m_{D,iR}$
$m_{D,Reuse}$	la somme des masses des matériaux qui peuvent être considérés comme réutilisables à l'étape du démontage pour le type de matériau i , $\Sigma m_{D,iReuse}$
$m_{E,i}$	la masse de matériaux de catégorie i valorisée en tant qu'énergie
$m_{P,E}$	la somme des masses de matériaux considérées comme énergétiquement valorisables au stade du prétraitement, compte-tenu du F_{ER} pour la catégorie de matériaux i , $\Sigma m_{P,iE}$
$m_{P,R}$	la somme des masses de matériaux considérés comme recyclables à l'étape du prétraitement, compte-tenu du F_{MR} pour la catégorie de matériaux i , $\Sigma m_{P,iR}$
$m_{P,Reuse}$	la somme des masses des matériaux qui peuvent être considérés comme réutilisables à l'étape du prétraitement pour le type de matériau i , $\Sigma m_{P,iReuse}$
$m_{R,i}$	la masse de matériau de catégorie i recyclée
$m_{S,E}$	la somme des masses des matériaux qui peuvent être considérés comme énergétiquement valorisables à l'étape du broyage, compte tenu du F_{ER} pour la catégorie de matériaux i , $\Sigma m_{S,iE}$
$m_{S,iS}$	la masse du type de matériau i après application du facteur de perte de broyage au stade du broyage du matériau du type i , $m_{S,iS} = m_{S,i} \times (1 - F_{SL})$
$m_{S,R}$	la somme des masses des matériaux qui peuvent être considérés comme recyclables à l'étape du broyage, compte tenu du F_{MR} pour la catégorie de matériaux i , $\Sigma m_{S,iR}$
$m_{S,S}$	la somme des masses des matériaux disponibles pour l'étape suivant après l'étape de broyage, prenant en compte les facteurs F_{SL} , $\Sigma m_{S,iS}$
m_V	la masse de conception du matériel roulant en ordre de marche
m_W	la somme des masses des matériaux considérés comme du résidu pour la catégorie des matériaux i , Σm_{iW}
$m_{Y,i}$	la masse du type de matériau i^a avant le processus de traitement Y
$m_{Y,iE}$	la masse des types de matériau i après l'application des valeurs d'efficacité de valorisation énergétique du matériau i lors du processus de traitement Y, $m_{Y,iE} = m_{Y,i} \times F_{ER,i}^c$
$m_{Y,iR}$	la masse du type de matériau i après l'application des valeurs de l'efficacité de recyclage du type de matériau i lors du processus de traitement Y, $m_{Y,iR} = m_{Y,i} \times F_{MR,i}^b$
NOTE Toutes les masses sont exprimées en kilogrammes.	
^a La catégorie de matériaux est définie comme un groupe des matériaux ayant des propriétés chimiques similaires, classés en 5.4.	
^b $F_{MR,i}$ définit le rendement du processus de recyclage divisé par la donnée d'entrée, il donne une indication de la proportion des matériaux effectivement recyclés, fournissant ainsi un indicateur plus adéquat de la performance du recyclage $F_{MR,i} = \frac{m_{R,i}}{m_{AR,i}}$	
^c $F_{ER,i}$ pour une matière spécifique peut être obtenue en divisant la quantité de matière effectivement valorisée par la quantité totale de la matière disponible pour la valorisation énergétique. $F_{ER,i} = \frac{m_{E,i}}{m_{AE,i}}$	