

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 078 938**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **18 52153**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 61 L 25/02 (2018.01), B 61 L 29/00, E 01 B 26/00**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 **Date de dépôt** : 13.03.18.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 20.09.19 Bulletin 19/38.

⑤6 **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦1 **Demandeur(s)** : SNCF RESEAU Etablissement public
— FR.

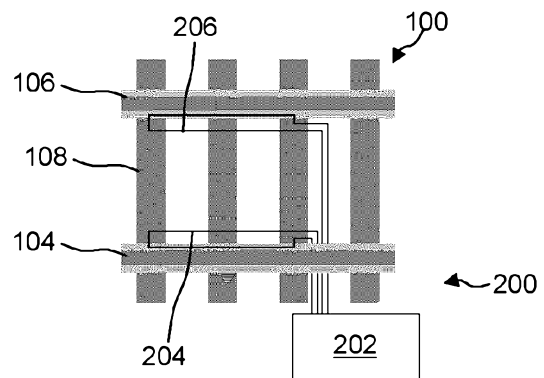
⑦2 **Inventeur(s)** : CALDIN SEBASTIEN.

⑦3 **Titulaire(s)** : SNCF RESEAU Etablissement public.

⑦4 **Mandataire(s)** : IPAZ.

⑤4 **DISPOSITIF ET PROCEDE DE DETECTION DE VEHICULES FERROVIAIRES SUR UNE VOIE FERREE, ET VOIE FERREE EQUIPEE D'UN TEL DISPOSITIF.**

⑤7 L'invention concerne un dispositif (200) de détection de véhicules sur une voie ferrée (100) comprenant :
- au moins un capteur de courant (204,206) mesurant le courant circulant dans au moins une file de rail (104,106) de ladite voie ferrée, et
- un module d'analyse (202) configuré pour détecter la présence ou non d'un véhicule (102) sur ladite voie ferrée en fonction dudit courant mesuré.



FR 3 078 938 - A1



« Dispositif et procédé de détection de véhicules ferroviaires sur une voie ferrée, et voie ferrée équipée d'un tel dispositif »

La présente invention concerne un dispositif et un procédé de
5 détection de véhicules ferroviaires sur une voie ferrée. Elle concerne également une voie ferrée équipée d'un tel dispositif de détection.

Le domaine de l'invention est le domaine ferroviaire, et plus
particulièrement le domaine des dispositifs de détection de circulation de
10 véhicules ferroviaires sur une voie ferrée.

Etat de la technique

La détection des positions des véhicules ferroviaires sur une voie
15 ferrée est essentielle pour assurer une circulation en toute sécurité des véhicules sur ladite voie ferrée.

Actuellement, la détection d'un véhicule sur une voie ferrée peut être réalisée par différents dispositifs.

On connaît par exemple les compteurs d'essieux qui détectent la
20 présence d'un véhicule ferroviaire par comptage d'essieux. Cependant, le compteur d'essieu ne permet pas de garantir l'intégrité de la voie ferrée, et ne permet pas, non plus, d'assurer un cadencement important à une voie ferrée. C'est pourquoi le compteur d'essieux est généralement utilisé sur des voies ferrées peu fréquentées.

On connaît aussi les circuits de voie qui détectent la présence d'un
25 véhicule ferroviaire par court-circuit d'une boucle électrique utilisant les deux files de rail. Les deux files de rail sont isolées l'une de l'autre, et le véhicule ferroviaire présent au niveau du circuit de voie forme un court-circuit entre les deux files de rail. Cependant, l'utilisation de circuits de voie
30 nécessite de segmenter électriquement une ferrée pour isoler un circuit de voie des circuits de voie adjacents, par exemple par des joints isolants ou par des impédances accordées. De plus, tout dépôt présent sur les files de rail, ou toute diminution de l'impédance du ballast, dégrade le bon fonctionnement du circuit de voie. Enfin, la nécessité d'isoler un circuit de

voie des circuits de voie adjacents nécessite l'utilisation, dans la voie ferrée, de connexions inductives et de mises à la terre, ce qui complexifie l'architecture électrique de la voie ferrée.

5 Un but de la présente invention est de remédier à au moins un de ces inconvénients.

Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de détection de véhicules ferroviaires sur une voie ferrée plus robuste, et plus simple à installer et à utiliser.

10 Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de détection de véhicules ferroviaires sur une voie ferrée simplifiant l'architecture mécanique et électrique de la voie ferrée.

Il est aussi un autre but de l'invention de proposer un dispositif de détection de véhicules ferroviaires sur une voie ferrée fournissant plus
15 d'informations comparé aux dispositifs actuels.

Exposé de l'invention

L'invention propose un dispositif de détection de véhicules sur une
20 voie ferrée.

Le dispositif selon l'invention présente deux versions qui peuvent être mises en œuvre indépendamment ou en combinaison.

Suivant une première version, le dispositif de détection selon
25 l'invention peut comprendre :

- au moins un capteur de courant mesurant le courant circulant dans au moins une file de rail d'une voie ferrée, et
- un module d'analyse configuré pour détecter la présence ou non d'un véhicule sur ladite voie ferrée en fonction dudit courant
30 mesuré.

Ainsi, l'invention propose d'utiliser un capteur de courant pour mesurer le courant circulant dans une file de la voie ferrée, et interpréter le

courant mesuré pour en déduire la présence ou non d'un véhicule sur ladite voie ferrée.

Le dispositif comprenant un ou plusieurs capteurs de courant, il est possible de détecter la présence d'un véhicule de manière sûre. De plus, le
5 fonctionnement du dispositif est indépendant de la présence de dépôt sur les fils de rails, ou de l'impédance du ballast. Par conséquent, le dispositif selon l'invention est plus robuste que les circuits de voie contre les événements environnants et météorologiques.

Par ailleurs, le dispositif de détection selon l'invention n'est pas basé
10 sur une utilisation des circuits de voie. Cela simplifie l'architecture électrique et mécanique de la voie ferrée, mais aussi l'installation et l'utilisation du dispositif selon l'invention. De plus, le dispositif selon l'invention ne vient pas perturber les signaux électriques déjà présents dans la voie ferrée, par exemple le retour du courant de traction.

En outre, comme détaillé ci-dessous, les caractéristiques du courant
15 mesuré, à savoir l'amplitude et/ou la phase, permettent de connaître le sens de circulation du véhicule ferroviaire et sa vitesse, ce qui n'est pas possible avec les dispositifs de détection actuels.

En effet, sur une voie ferrée électrifiée, il a été remarqué qu'à
20 l'approche d'un véhicule ferroviaire, le courant circulant dans une file de rail augmente jusqu'à atteindre un maximum, puis diminue. Ainsi, en un point de mesure le long de la voie ferrée, la valeur du courant, ainsi que son évolution dans le temps, permet de déterminer d'une part la présence du véhicule audit point, mais aussi le sens de circulation dudit véhicule.

De plus, la valeur du courant permet de déterminer le régime de
25 fonctionnement du véhicule, à savoir si le véhicule est :

- dans une phase d'accélération correspondant à une phase de consommation de courant : dans ce cas la valeur maximale du courant mesurée est au moins 10% supérieure au courant
30 nominal mesuré sur la voie ;
- dans une phase de freinage, ou de « marche sur l'erre », c'est-à-dire d'avancement du véhicule sans propulsion, celui-ci se déplaçant uniquement par son énergie cinétique : dans ce cas la

valeur maximale du courant mesurée est équivalente ou inférieure à 10% du courant nominal mesuré sur la voie.

Par ailleurs, dans le cas où le véhicule ferroviaire est équipé d'un système de freinage régénératif, la valeur du courant permet en plus de
5 discriminer une phase de freinage d'une phase de « marche sur l'erre », en fonction de la valeur, et/ou de la polarité, du courant mesuré. Dans ce cas, la valeur du courant permet de déterminer si le véhicule est dans une phase :

- d'accélération ; ou
- 10 - de freinage ; ou
- de marche sur l'erre.

Ainsi, le module d'analyse peut être configuré pour déterminer :

- un sens de circulation d'un véhicule, et/ou
- 15 - une phase de roulage dudit véhicule ;

en fonction du courant mesuré.

Suivant un mode de réalisation avantageux, le dispositif selon l'invention peut comprendre deux capteurs de courant, l'un pour une file de
20 rail de la voie ferrée et l'autre pour l'autre file de rail de ladite voie ferrée, lorsque ladite voie ferrée comprend deux files de rail.

En effet, lorsque la voie ferrée comprend deux files de rail, un capteur de courant peut être prévu pour chaque file de rail. Ainsi, le passage du véhicule ferroviaire peut être détecté sur chaque file de rail, de manière
25 indépendante.

Les deux capteurs peuvent être disposés en regard l'un de l'autre, c'est-à-dire à la même position le long de la voie ferrée, ou du moins comporter une zone recouvrement dans la direction définie par la voie ferrée.

30 Alternativement, les deux capteurs de courant peuvent être décalés dans la direction définie par la voie ferrée, en particulier de sorte qu'il n'existe pas de zone recouvrement entre les deux capteurs de courant.

Les deux capteurs de courant peuvent être associés à un unique module d'analyse.

Alternativement, il peut être prévu un module d'analyse dédié à chaque capteur de courant.

5

Suivant un autre mode de réalisation, le dispositif selon l'invention peut comprendre un capteur de courant commun aux deux files de rail de la voie ferrée.

10 Au moins un, en particulier chaque, capteur de courant peut être choisi dans la liste suivante :

- une pince ampéremétrique,
- une boucle inductive.

15 Le module d'analyse peut être configuré pour analyser l'amplitude du courant mesuré, et/ou la phase du courant mesuré, et optionnellement l'évolution de la valeur pour au moins l'une de ces grandeurs :

- dans le temps, et/ou
- pour plusieurs points de mesure distribués le long de la voie ferrée.

20

Suivant une caractéristique particulièrement avantageuse, le dispositif selon l'invention peut en outre comprendre au moins un capteur de tension mesurant la tension circulant dans au moins une file de rail de la voie ferrée.

25 En particulier, le dispositif selon l'invention peut comprendre pour chaque file de rail, un capteur mesurant la tension de ladite file de rail.

Le module d'analyse peut être configuré pour vérifier, en fonction de la tension et du courant mesurés :

- l'intégrité de la, ou de chaque, file de rail ; et/ou
- 30 - l'intégrité du véhicule détecté sur la voie ferrée.

La vérification de l'intégrité d'une, ou de chaque, file de rail peut être réalisée de différentes manières.

Suivant un exemple de réalisation, il est possible de détecter la cassure d'une file de rail en fonction du courant et de la tension de chaque file de rail. Pour ce faire, le module d'analyse peut être configuré pour déterminer l'impédance de chaque file de rail en fonction du courant et de la tension mesurée pour ladite file de rail. Si les impédances mesurées pour chacune des files de rail sont identiques à +/-10%, alors on peut supposer qu'il n'y a pas de cassure d'une des files de rail. Dans le cas contraire, on peut supposer qu'une des files de rail est cassée.

Suivant un autre exemple de réalisation, il est possible de détecter la cassure d'une file de rail en fonction du déphasage entre le courant et la tension mesurés pour ladite file de rail. En effet, lorsqu'une file de rail est cassée, elle aura un comportement à priori capacitif, ce qui engendrera un déphasage entre le courant et la tension mesurés pour cette file de rail.

Suivant encore un autre exemple mettant en œuvre un unique capteur de courant, mesurant le courant asymétrique des files de rail :

- une file de rail qui n'est pas cassée se traduira par un courant mesuré nul, ou quasi-nul avec une tension identique pour chaque file de rail ;
- une file de rail cassée se traduira par une asymétrie des tensions, permettant de détecter et d'identifier une file de rail cassée.

La vérification de l'intégrité du véhicule détecté peut être réalisée de différentes manières.

Suivant un exemple de réalisation, il est possible de détecter l'intégrité du véhicule ferroviaire en fonction du déphasage entre le courant et la tension mesurés pour une file de rail. En effet, un véhicule ferroviaire à un comportement :

- inductif s'il comporte seulement une motrice ;
- inductif et résistif s'il comporte à la fois une motrice et des voitures ou wagons ; et
- résistif s'il comporte uniquement des voitures ou wagons.

De plus, l'impédance de la file de rail est plus ou moins diminuée en fonction du nombre de voitures composant le véhicule ferroviaire, et en particulier du nombre d'essieux. Par conséquent, il est possible de vérifier l'intégrité d'un véhicule à partir de la valeur de l'impédance d'une file de rail.

5

Suivant une deuxième version, qui peut être utilisée seule ou combinaison avec la première version, le dispositif de détection selon l'invention peut comprendre :

- 10 - au moins une rangée, dite de détection, comprenant plusieurs capteurs de présence alignés dans la direction de ladite voie ferrée, et réalisant chacun une détection de présence d'un véhicule ferroviaire ; et
- un module d'analyse des signaux émis par lesdits capteurs de
- 15 présence.

Ainsi, dans cette deuxième version, l'invention propose d'utiliser une rangée de capteurs de présence alignés suivant la direction définie par la voie ferrée.

La rangée de détection comportant plusieurs capteurs de présence

20 indépendants, il est possible de détecter la présence d'un véhicule de manière sûre, même lorsqu'un des capteurs est défaillant. De plus, le fonctionnement du dispositif est indépendant de la présence de dépôt sur les fils de rails, ou de l'impédance du ballast. Par conséquent, le dispositif selon l'invention est plus robuste que les circuits de voie contre les événements

25 environnants et météorologiques.

Par ailleurs, le dispositif de détection selon l'invention n'est pas basé sur une utilisation de circuits de voie. Cela simplifie l'architecture électrique et mécanique de la voie ferrée, mais aussi l'installation et l'utilisation du

30 dispositif selon l'invention. De plus, le dispositif selon l'invention ne vient pas perturber les signaux électriques déjà présents dans la voie ferrée, par exemple le retour du courant de traction.

En outre, connaissant la position des capteurs, et/ou la distance entre les capteurs, il est possible de connaître le sens de circulation du véhicule

ferroviaire et sa vitesse, ce qui n'est pas possible avec les dispositifs de détection actuels.

5 Les capteurs de présence formant une rangée de détection peuvent être identiques ou différents.

Le fait d'utiliser des capteurs de présence différents, ou de technologies différentes, permet de réaliser une détection plus robuste.

10 Avantageusement, le module d'analyse peut être configuré pour détecter un sens de circulation d'un véhicule, et/ou une vitesse de circulation d'un véhicule, en fonction des signaux retournés par les capteurs de présence.

15 En effet, en connaissant la position de chaque capteur, il est possible de déterminer le sens de circulation, en déterminant l'ordre dans lequel les capteurs de présence ont détecté un véhicule ferroviaire.

De plus, en déterminant le temps écoulé entre les détections réalisées par les capteurs de présence d'une rangée, et en connaissant la distance entre ces capteurs, il est possible de calculer la vitesse du véhicule ferroviaire.

20 Le dispositif selon l'invention peut avantageusement comprendre deux rangées de détection, l'une desdites rangées étant prévue pour une file de rail de la voie ferrée et l'autre desdites rangées étant prévue pour l'autre file de rail de ladite voie ferrée.

25 En effet, lorsque la voie ferrée comprend deux files de rail, une rangée de détection peut être prévue pour chaque file de rail. Ainsi, le passage du véhicule ferroviaire peut être détecté sur chaque file de rail, indépendamment.

30 Les deux rangées de détection peuvent être disposées en regard l'une de l'autre, c'est-à-dire à la même position le long de la voie ferrée, ou du moins comporter une zone recouvrement dans la direction définie par la voie ferrée.

Alternativement, les deux rangées de détection peuvent être décalées dans la direction définie par la voie ferrée, en particulier de sorte qu'il n'existe pas de zone de recouvrement entre les deux rangées.

5 Les deux rangées de détection peuvent être associées à un unique module d'analyse.

Alternativement, il peut être prévu un module d'analyse dédié à chaque rangée de détection.

10 Préférentiellement, au moins une, en particulier chaque, rangée de détection peut comprendre au moins trois, en particulier trois, capteurs de présence.

Ainsi, même en cas de dysfonctionnement d'un des capteurs, il est quand même possible de détecter la présence d'un véhicule ferroviaire, mais
15 aussi le sens de circulation dudit véhicule et sa vitesse.

Au moins un, en particulier chaque, capteur de présence peut être prévu pour être disposé sous une traverse de la voie ferrée, ou entre une traverse et une file de rail disposée sur ladite traverse, ou encore intégré
20 dans une traverse.

Pour ce faire, le dispositif selon l'invention peut comprendre un moyen de fixation dudit capteur de présence à la traverse ou à la file de rail.

Suivant une caractéristique particulièrement avantageuse et préférée,
25 au moins un, en particulier chaque, capteur de présence peut être un capteur de force prévu pour détecter une force appliquée par le véhicule ferroviaire sur une file de rail.

En effet, le passage d'un véhicule ferroviaire applique une force avec une composante verticale très importante. Cette composante verticale peut
30 être détectée par un capteur de force positionné de manière adéquate, par exemple sous une traverse supportant la file de rail, ou entre une traverse et ladite file de rail.

Suivant des exemples de réalisation non limitatif, au moins un, en particulier chaque, capteur de présence peut être choisi dans la liste suivante :

- 5 - un capteur optique,
- un capteur résistif,
- un capteur piézoélectrique,
- un capteur mécanique,
- un capteur capacitif.

10 Le capteur capacitif présente l'avantage d'être peu coûteux, facile à installer et très robuste.

Dans le cas où les deux versions du dispositif selon l'invention sont combinés, le dispositif selon l'invention peut comprendre, pour chaque file
15 de rail, un module d'analyse dédié à une rangée de détection de ladite file de rail et un module d'analyse dédié à un capteur de courant associé à cette file de rail.

Alternativement, le dispositif selon l'invention peut comprendre un module d'analyse commun à une rangée de détection et à un capteur de
20 courant associés à une même file de rail.

Suivant encore une autre alternative, le dispositif selon l'invention peut comprendre un module d'analyse commun aux rangées de détection et aux capteurs de courant associés aux deux files de rail d'une voie ferrée.

25 Le ou chaque module d'analyse peut être une carte électronique, ou un microcontrôleur, ou encore un appareil électrique/informatique.

Suivant un autre aspect de la même invention, il est proposé une voie ferrée équipée d'au moins un dispositif de détection de véhicules ferroviaires
30 selon l'invention.

Suivant encore un autre aspect de la même invention, il est proposé un procédé de détection de véhicules sur une voie ferrée.

Le procédé selon l'invention présente deux versions qui peuvent être mises en œuvre indépendamment ou en combinaison

5 Suivant une première version, en particulier mise en œuvre par la première version du dispositif de détection selon l'invention, le procédé selon l'invention peut comprendre au moins une itération des étapes suivantes :

- 10 - mesure d'un courant circulant dans au moins une file de rail de ladite voie ferrée par au moins un capteur de courant, et
- détection de la présence ou non d'un véhicule en fonction dudit courant mesuré.

L'étape de détection peut comprendre une analyse de l'amplitude ou de la phase du courant mesuré, et optionnellement une analyse de
15 l'évolution de la valeur d'au moins une de ces grandeurs :

- dans le temps, et/ou
- pour plusieurs points de mesure distribués le long de la voie ferrée.

Plus généralement, dans cette première version, le procédé selon
20 l'invention peut comprendre toutes les opérations fonctionnelles mises en œuvre par la première version du dispositif selon l'invention, décrites plus haut, et qui ne sont pas reprises ici par souci de concision.

Suivant une deuxième version, qui peut être mise en œuvre seule ou
25 en combinaison avec la première version, en particulier par la deuxième version du dispositif de détection selon l'invention, le procédé selon l'invention peut comprendre une étape de détection de présence au niveau de plusieurs points de détection successifs alignés dans la direction de ladite voie ferrée, par des capteurs de présence disposés, chacun, au niveau d'un
30 desdits points de détection.

Le procédé selon l'invention peut en outre comprendre une étape d'analyse pour déterminer le sens et la vitesse de circulation du véhicule, tel que décrit plus haut en référence au dispositif, en fonction de la position

d'au moins deux des points de détection et du moment auquel le véhicule est détecté auxdits au moins deux points de détection.

Plus généralement, dans cette deuxième version, le procédé selon l'invention peut comprendre toutes les opérations fonctionnelles mises en œuvre par la deuxième version du dispositif selon l'invention, décrites plus haut, et qui ne sont pas reprises ici par souci de concision.

Chacune des versions du dispositif de détection selon l'invention peut être utilisé séparément ou en combinaison.

Le dispositif selon l'invention peut en outre être combiné à l'un quelconque des dispositifs de détection existants équipant une voie ferrée, tel qu'un circuit de voie, un compteur d'essieux, etc.

15 **Description des figures et modes de réalisation**

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode de réalisation nullement limitatif, et des dessins annexés sur lesquels

- 20 - la FIGURE 1 est une représentation schématique d'un exemple de voie ferrée ;
- les FIGURES 2-4 donnent chacune une représentation schématique d'un exemple de réalisation non limitatif d'un dispositif de détection selon l'invention suivant sa première version dudit dispositif ;
- 25 - les FIGURES 5a et 5b sont des représentations schématiques d'un premier exemple de réalisation non limitatif d'un dispositif de détection selon l'invention suivant sa deuxième version ;
- la FIGURE 6 est une représentation schématique d'un autre exemple de réalisation non limitatif d'un dispositif de détection
30 selon l'invention combinant les exemples des FIGURES 2 et 5a-5b ;

- la FIGURE 7 est une représentation schématique d'un premier exemple non limitatif de signaux mesurés par un dispositif de détection selon l'invention ; et
- la FIGURE 8 est une représentation schématique d'un deuxième exemple non limitatif de signaux de courant mesurés par un dispositif de détection selon l'invention.

Il est bien entendu que les modes de réalisation qui seront décrits dans la suite ne sont nullement limitatifs. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite isolées des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur. Cette sélection comprend au moins une caractéristique de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie est uniquement suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieur.

Sur les figures les éléments communs à plusieurs figures conservent la même référence.

La FIGURE 1 est une représentation schématique d'un exemple non limitatif d'une voie ferrée qui peut être équipée d'un dispositif de détection selon l'invention.

La voie ferrée 100, représentée sur la FIGURE 1, est parcourue par un ou plusieurs véhicule(s) ferroviaire(s) 102.

La voie ferrée 100 comporte deux files de rail 104 et 106, disposées sur des traverses 108.

La FIGURE 2 est une représentation schématique d'un premier exemple de réalisation non limitatif d'un dispositif de détection selon l'invention dans sa première version.

Sur la FIGURE 2, la voie ferrée 100 est représentée vue de dessus.

Le dispositif 200, représenté sur la FIGURE 2, comprend un module d'analyse 202 et, pour chaque file de rail 104 et 106, un capteur de courant, respectivement 204 et 206, pour mesurer le courant circulant dans ladite file de rail. Chaque capteur de courant 204 et 206 associée à une file de rail 104 et 106 fournit, donc, un signal qui est fonction de l'amplitude, et/ou de la phase, du courant circulant dans ladite file de rail 104 et 106.

Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 2, chaque capteur de courant 204 et 206 est une boucle inductive en couplage inductif avec la file de rail 104 et 106. Chaque boucle présente une architecture longitudinale dans le sens longitudinal de la voie ferrée 100.

Chaque boucle inductive 204 et 206 est reliée au module d'analyse 202 qui analyse le signal fourni par ladite boucle inductive 204 et 206, et en déduit si le véhicule ferroviaire détecté est en phase d'accélération, ou dans une autre phase pouvant être une phase de décélération ou de « marche sur l'erre », en fonction de la valeur de l'amplitude du courant mesuré et de la valeur de la phase du courant mesuré.

Le module d'analyse 202 se présente sous la forme d'une carte électrique ou d'un microprocesseur, et relié aux capteurs de courant 204 et 206.

20

La FIGURE 3 est une représentation schématique d'un deuxième exemple de réalisation non limitatif d'un dispositif de détection selon l'invention dans sa première version.

Le dispositif 300, représenté sur la FIGURE 3, comprend pour les deux files de rail 104 et 106, un capteur de courant commun 304, pour mesurer le courant circulant dans lesdites files de rail. Le capteur de courant 304 fournit donc un signal qui est fonction de l'amplitude, et/ou de la phase, du courant circulant dans chacune des files de rail 104 et 106.

Dans l'exemple représenté sur les FIGURE 3, le capteur de courant 304 est une boucle inductive en couplage inductif avec les deux files de rail 104 et 106.

La boucle inductive 304 est reliée au module d'analyse 202 qui analyse le signal fourni par ladite boucle inductive 304 et en déduit si le

véhicule ferroviaire détecté est en phase d'accélération, ou dans une autre phase pouvant être une phase de décélération ou de « marche sur l'erre », en fonction de la valeur de l'amplitude du courant mesuré et de la valeur de la phase du courant mesuré.

5 Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 3, la boucle inductive 304 se prolonge du module de détection 202 vers la file de rail 104, longe ladite file de rail 104 dans sa direction longitudinale, puis traverse la voie ferrée 100 jusqu'à l'autre file de rail 106, puis longe ensuite ladite autre file de rail 106 dans sa direction longitudinale mais dans le sens opposé à celui de la file de rail 104, et pour terminer, revient au module d'analyse 202.

15 La FIGURE 4 est une représentation schématique d'un troisième exemple de réalisation non limitatif d'un dispositif de détection selon l'invention dans sa première version.

20 Le dispositif 400, représenté sur la FIGURE 4, comprend, pour les deux files de rail 104 et 106, deux capteurs de courant 404 et 406, pour mesurer le courant circulant dans lesdites files de rail. Chaque capteur de courant 404 et 406 associée à une file de rail 104 et 106 fournit, donc, un signal qui est fonction de l'amplitude, et/ou de la phase, du courant circulant dans ladite file de rail.

 Dans l'exemple représenté sur les FIGURE 4, chaque capteur de courant 404 et 406 est une boucle inductive en couplage inductif avec les deux files de rail 104 et 106.

25 Les boucles inductives 404 et 406 sont reliées au module d'analyse 202.

30 Dans l'exemple représenté sur la FIGURE 4, la boucle inductive 404 se prolonge du module de détection 202 vers la file de rail 104, parcourt ladite file de rail 104 dans la direction de sa hauteur revient au module d'analyse 202. De manière similaire, la boucle inductive 406 se prolonge du module de détection 202 vers la file de rail 106, parcourt ladite file de rail 106 dans la direction de sa hauteur revient au module d'analyse 202

 Ainsi, chaque boucle inductive 404 et 406 présente une forme longitudinale perpendiculaire à la voie ferrée et aux files de rail 104 et 106.

Bien entendu, les modes de réalisation décrits sur les FIGURES 2-4 peuvent être combinés entre eux.

5

Les FIGURES 5a et 5b sont des représentations schématiques d'un exemple de réalisation non limitatif d'un dispositif de détection selon l'invention dans sa deuxième version.

La voie ferrée 100 est représentée vue du côté sur la FIGURE 5a et en
10 coupe sur la FIGURE 5b

Le dispositif 500, représenté sur la FIGURE 5, comprend, un module d'analyse 502 et, pour chaque file de rail 104 et 106, une rangée, respectivement 504 et 506, de capteurs de force.

La rangée 504, associée à la file de rail 104, comprend trois capteurs
15 de force 504₁-504₃ et la rangée 506, associée à la file de rail 106, comprend également trois capteurs de force 506₁-506₃, dont, seul le capteur de force 506₁ est visible sur les FIGURES.

Les deux rangées 504 et 506 sont identiques. Par conséquent, seule la rangée 504 sera décrite dans la suite. La description qui en est faite peut
20 être appliquée identiquement à la rangée 506.

Chaque capteur de force 504₁-504₃ est disposé sous une traverse 108, en un emplacement connu, et est agencé pour mesurer, indépendamment des autres capteurs de force, un signal relatif à la force appliquée par le véhicule ferroviaire 102, lorsqu'il passe au-dessus dudit
25 capteur de force. Les positions des capteurs de force 504₁-504₃ et les distances séparant les capteurs de force 504₁-504₃ sont également connues.

Le module d'analyse 502 se présente sous la forme d'une carte électrique ou d'un microprocesseur, et relié aux capteurs de force 504₁-504₃. Le module d'analyse 502 est configuré pour analyser et interpréter les
30 signaux mesurés par les capteurs de force 504₁-504₃ pour détecter le passage du véhicule ferroviaire 102, mais aussi le sens de passage et la vitesse de passage du véhicule ferroviaire 102.

Pour ce faire, pour chaque capteur de force 504₁-504₃, le module d'analyse 502 détermine le moment auquel le signal mesuré par ledit

capteur de force 504₁-504₃ atteint une valeur maximale : cette valeur maximale correspond au passage du véhicule ferroviaire 102 sur le capteur de force 504. En fonction de ce moment, de la position des capteurs de force 504₁-504₃ et des distances entre les capteurs de force 504₁-504₃, le module d'analyse 502 détermine :

- le sens de circulation du véhicule ferroviaire 102 ; et
- la vitesse de circulation du véhicule ferroviaire 102.

Bien entendu, alternativement, le dispositif 500 peut comprendre uniquement une seule rangée, et/ou un nombre différent de capteurs.

De plus, le mode de réalisation décrit en FIGURE 5 peut être combiné à n'importe quel mode de réalisation décrits plus haut, en particulier à ceux décrits en référence aux FIGURES 2-4.

15

La FIGURE 6 est une représentation schématique d'un exemple de réalisation non limitatif d'un dispositif de détection obtenu par combinaison du mode de réalisation de la FIGURE 2 et avec celui des FIGURES 5a-5b.

La voie ferrée 100 est représentée sur la FIGURE 6 selon une vue en coupe.

Sur la FIGURE 6, la voie ferrée 100 est équipée d'un dispositif de détection 600 comprenant :

- à l'instar du dispositif 200 de la FIGURE 1, deux capteurs de courants 204 et 206 ;
- à l'instar du dispositif des FIGURES 5a et 5b deux rangées 504-506 de capteurs de force.

Le dispositif 600 comprend un unique module d'analyse 602 auquel sont connectés les capteurs de courants 204 et 206 d'une part, et les capteurs de force des rangées 504 et 506 d'autre part.

L'unique module 602 est configuré pour réaliser les fonctions des modules 202 et 502 décrits plus haut. Autrement dit, les modules 202 et 502 sont intégrés dans un unique module 602.

La FIGURE 7 est une représentation schématique d'un exemple de signaux fournis par les capteurs de force d'une rangée, tels que par exemple les capteurs de force 504₁-504₃ de la rangée 504.

5 Le signal 702₁ est le signal fourni par le capteur de force 504₁, le signal 702₂ est le signal fourni par le capteur de force 504₂ et le signal 702₃ est le signal fourni par le capteur de force 504₃.

On remarque que l'amplitude de chaque signal 702 augmente pour atteindre un maximum au passage d'un essieu et diminue ensuite pour
10 atteindre un minimum et augmente à nouveau pour atteindre un maximum au passage de l'essieu suivant, etc.

On remarque aussi que le signal 702₁, fourni par le capteur de force 504₁ est le premier à atteindre un maximum, puis c'est au tour du signal 702₂ fourni par le capteur 504₂ et enfin le signal 702₃ fourni par le capteur
15 504₃.

En connaissant la position des capteurs de force 504₁-504₃ le long de la voie ferrée, il est possible de déterminer le sens de circulation du véhicule ferroviaire.

De plus, en déterminant la durée ΔT_1 séparant les signaux 702₁ et
20 702₂, et la durée ΔT_2 séparant le signaux 702₂ et 702₃, il est possible de calculer la vitesse de circulation du véhicule ferroviaire en fonction de la distance séparant les capteurs de force 504₁ et 504₂ d'une part, et de la distance séparant le capteurs 504₂ et 504₃, d'autre part.

25

La FIGURE 8 est une représentation schématique d'un exemple de signal représentant le courant mesuré par un capteur de courant d'un dispositif de détection selon l'invention.

Plus particulièrement, le signal 802 correspond à la valeur, en fonction
30 du temps t , du courant alternatif mesuré, i_{mes} , par un capteur de courant, tel que par exemple le capteur de courant 204 ou 206.

On remarque que la valeur du courant mesuré i_{mes} varie en fonction du temps. Lorsque la valeur mesurée du courant alternatif i_{mes} est faible, et en particulier comprise dans un intervalle de valeurs seuils prédéterminées

telles que $-I_{\text{seuil}} < i_{\text{mes}} < I_{\text{seuil}}$, alors le véhicule ne consomme pas de courant : ce qui correspond à une phase de décélération ou de marche sur l'erre. Cela correspond à la zone hachurée 804 sur la FIGURE 8.

5 Lorsque la valeur mesurée du courant alternatif i_{mes} n'est pas faible, et en particulier lorsque $i_{\text{mes}} < -I_{\text{seuil}}$ ou $I_{\text{seuil}} < i_{\text{mes}}$, alors le véhicule consomme du courant : ce qui correspond à une phase d'accélération.

10 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples détaillés ci-dessus et de nombreux aménagements peuvent être apportés sans sortir du cadre de l'invention.

Par exemple, le nombre de capteurs dans une rangée de détection peut être différent de celui indiqué dans les exemples.

15 Par ailleurs, au moins un capteur d'une rangée de détection peut, dans d'autres alternatives, être intégré dans la traverse ou entre la traverse et la file de rail.

De plus le type de capteur de présence et le type de capteur de courant peuvent être différents de ceux décrits en référence aux FIGURES.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif (200;300;400;600) de détection de véhicules (102) sur une voie ferrée (100) comprenant :

- 5
- au moins un capteur de courant (204,206;302;404,406) mesurant le courant circulant dans au moins une file de rail (104,106) de ladite voie ferrée (100), et
 - un module d'analyse (202;602) configuré pour détecter la présence ou non d'un véhicule (102) sur ladite voie ferrée en fonction dudit courant mesuré.

10

2. Dispositif (200;400;600) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend deux capteurs de courant (204,206;404,406), l'un pour une file de rail (104) de la voie ferrée (100) et l'autre pour l'autre file de rail (106) de ladite voie ferrée (100).

15

3. Dispositif (300) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un capteur de courant (302) commun aux deux files de rail (104,106) de la voie ferrée (100).

20

4. Dispositif (200;300;400;600) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un, en particulier chaque, capteur de courant (204,206;302;404,406) est choisi dans la liste suivante :

- une pince ampéremétrique,
- une boucle inductive.

25

5. Dispositif (200;300;400;600) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le module d'analyse (202;602) est configuré pour analyser l'amplitude du courant mesuré, et/ou la phase du courant mesuré.

30

6. Dispositif (200;300;400;600) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le module d'analyse (202;602) est configuré pour déterminer :

- un sens de circulation d'un véhicule (102), et/ou
- une vitesse de circulation dudit véhicule (102), et/ou
- une phase de roulage dudit véhicule (102) ;

en fonction du courant mesuré.

5

7. Dispositif (500;600) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- au moins une rangée (504,506), dite de détection, comprenant plusieurs capteurs de présence (504₁-504₃,506₁-506₃) alignés dans la direction de la voie ferrée (100), et réalisant chacun une détection de présence d'un véhicule ferroviaire (102) ; et
- un module d'analyse (502;602) des signaux émis par lesdits capteurs de présence (504₁-504₃,506₁-506₃).

15 8. Dispositif (500;600) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le module d'analyse (502;602) est configuré pour détecter un sens de circulation d'un véhicule (102), et/ou une vitesse de circulation, en fonction des signaux retournés par les capteurs de présence (504₁-504₃,506₁-506₃).

20 9. Dispositif (500;600) selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il comprend deux rangées de détection (504,506), l'une desdites rangées étant prévue pour une file de rail (104) de la voie ferrée (100) et l'autre desdites rangées étant prévue pour l'autre file de rail (106) de ladite voie ferrée (100).

25

10. Dispositif (500;600) selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'au moins une, en particulier chaque, rangée de détection (504,506) comprend au moins trois capteurs de présence (504₁-504₃,506₁-506₃).

30

11. Dispositif (500;600) selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce qu'au moins un, en particulier chaque, capteur de présence (504₁-504₃,506₁-506₃) est prévu pour être disposé sous une traverse (108)

de la voie ferrée (100), ou entre une traverse (108) et la file de rail (104,106) disposée sur ladite traverse (108), ou encore intégré dans une traverse (108).

- 5 12. Dispositif (500;600) selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce qu'au moins un, en particulier chaque, capteur de présence (504₁-504₃,506₁-506₃) est un capteur de force prévu pour détecter une force appliquée par le véhicule ferroviaire (102) sur une file de rail (104,106).
- 10 13. Dispositif (500;600) selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, caractérisé en ce qu'au moins un, en particulier chaque, capteur de présence (504₁-504₃,506₁-506₃) est choisi dans la liste suivante :
- un capteur optique,
 - un capteur résistif,
 - 15 - un capteur piézoélectrique,
 - un capteur mécanique,
 - un capteur capacitif.
14. Procédé de détection de véhicules (102) sur une voie ferrée (100),
20 comprenant au moins une itération des étapes suivantes :
- mesure d'un courant circulant dans au moins une file de rail (104,106) de ladite voie ferrée (100) par au moins un capteur de courant (204,206;302;404,406), et
 - détection de la présence ou non d'un véhicule (102) en fonction
25 dudit courant mesuré.
15. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins une itération d'une étape de détection de présence au niveau de plusieurs points de détection successifs alignés dans
30 la direction de ladite voie ferrée (100), par des capteurs de présence (504₁-504₃,506₁-506₃) disposés, chacun, au niveau d'un desdits points de détection.

16. Voie ferrée (100) équipée d'au moins un dispositif (200;300;400;500;600) de détection de véhicules selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

FIG. 1

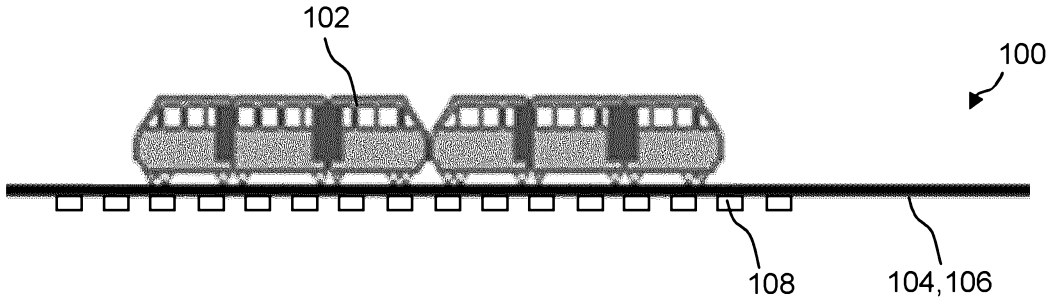


FIG. 2

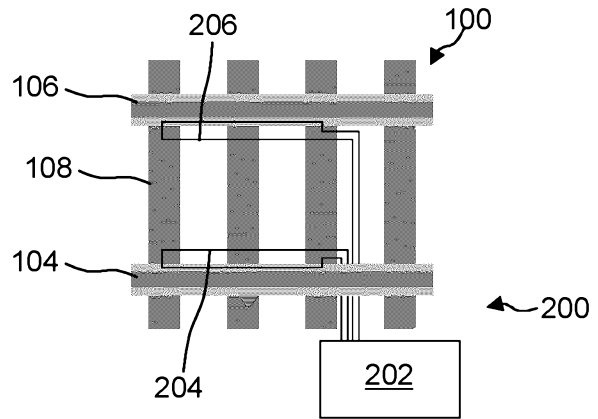
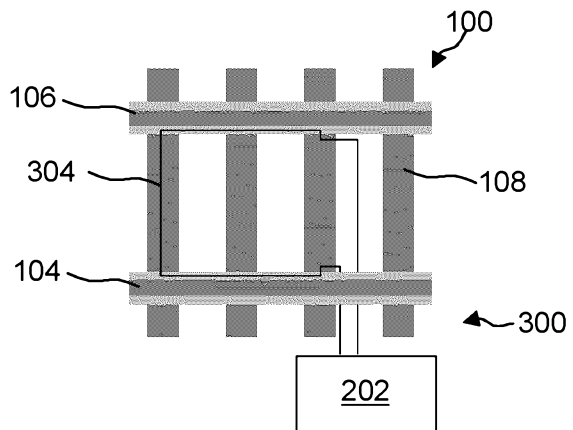


FIG. 3



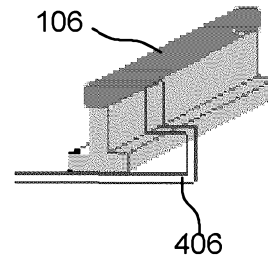
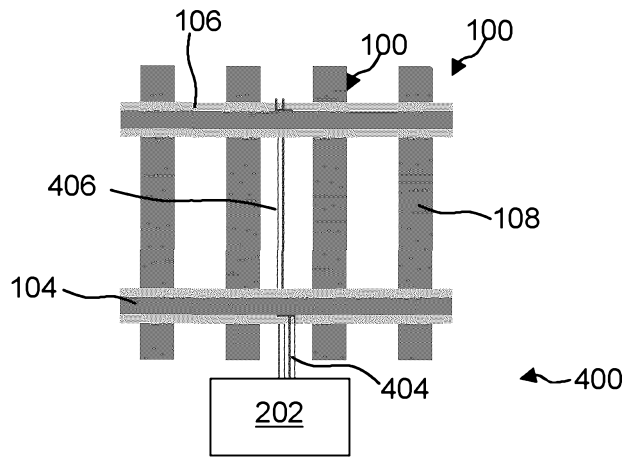


FIG. 4

FIG. 5a

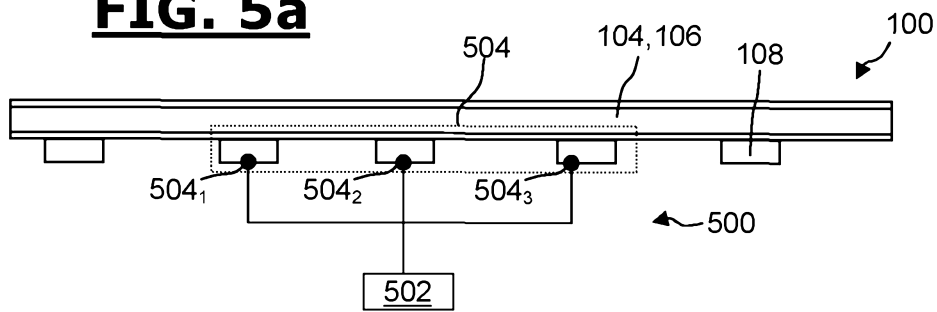


FIG. 5b

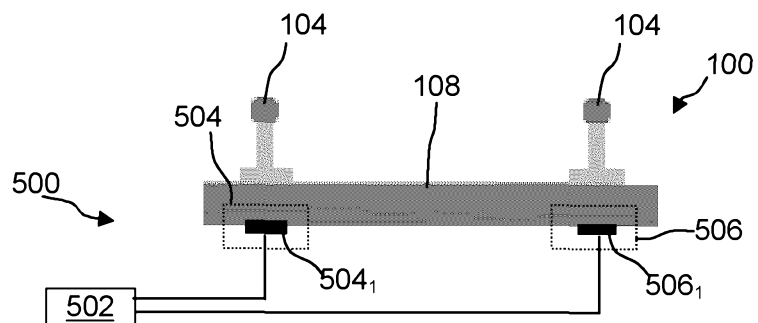


FIG. 6

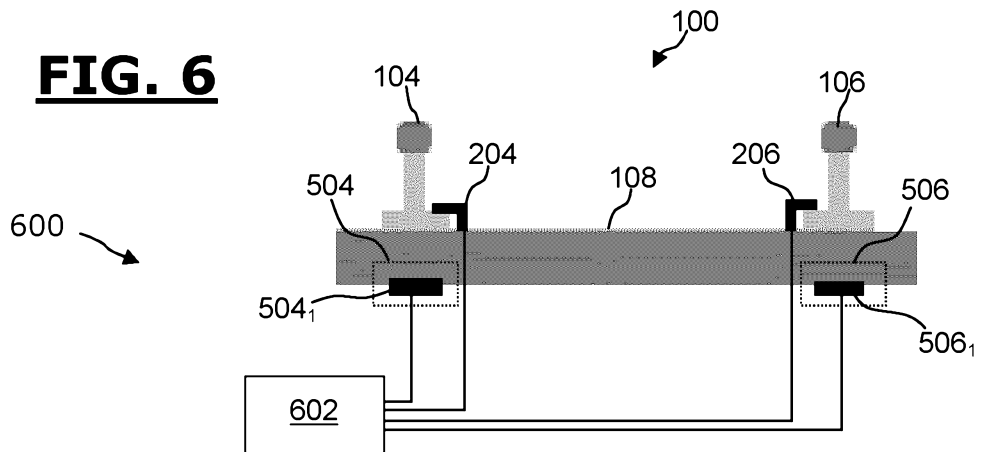


FIG. 7

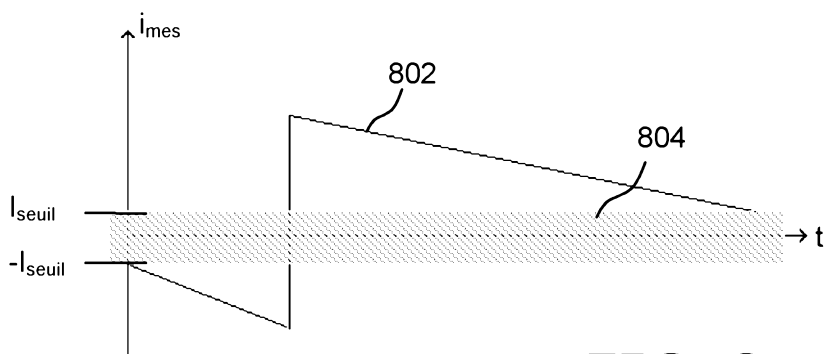
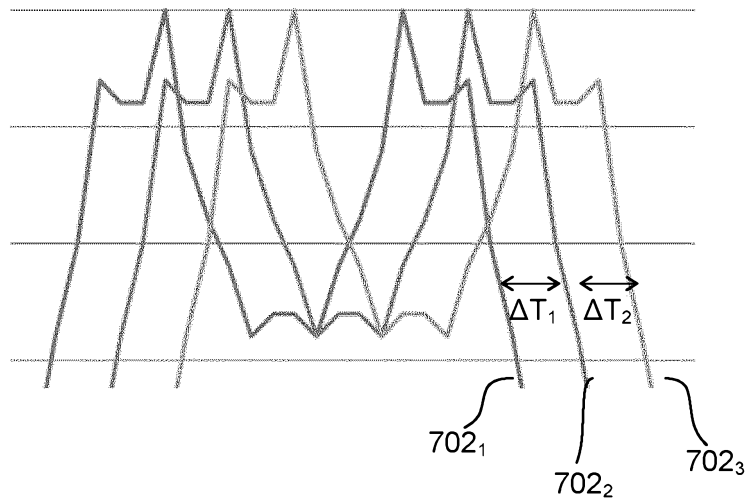


FIG. 8

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement
nationalFA 852276
FR 1852153

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X Y A	FR 2 758 301 A1 (COGIFER [FR]) 17 juillet 1998 (1998-07-17) * page 1, ligne 1 - ligne 7 * * page 5, ligne 4 - page 6, ligne 2 * * page 9, ligne 7 - ligne 32 * * page 11, ligne 1 - ligne 7 * * figures 1-4 *	1,2,4-6, 14,16 7-13,15 3	B61L25/02 B61L29/00 E01B26/00
X Y A	FR 2 591 980 A1 (JEUMONT SCHNEIDER [FR]) 26 juin 1987 (1987-06-26) * page 1, ligne 1 - ligne 3 * * page 1, ligne 19 - page 2, ligne 13 * * page 2, ligne 22 - page 5, ligne 16 * * figures 1,2 *	1-4,6, 14,16 7-13,15 5	
Y	WO 2012/131683 A2 (INNOWATTECH LTD [IL]; KLEIN GREGORY [IL]; TSIKHOTSKY EVGENY S [IL]; AB) 4 octobre 2012 (2012-10-04) * page 1, alinéa 1 * * page 2, alinéa 2 - page 8, alinéa 3 * * page 11, alinéa 1 - page 15, alinéa 3 * * page 17, alinéa 2 - page 18, alinéa 2 * * page 20, alinéa 4 - page 21, alinéa 2 * * figures 1-8 *	7-13,15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B61L
Y	EP 0 592 031 A1 (NL SPOORWEGEN NV [NL]) 13 avril 1994 (1994-04-13) * colonne 7, ligne 6 - colonne 7, ligne 18 * * colonne 8, ligne 1 - colonne 9, ligne 9 * * colonne 10, ligne 6 - ligne 58 * * figures 1, 3, 4 *	7,9,10, 12,13	
Y	DE 38 44 663 A1 (STRABAG BAU AG [DE]) 28 juin 1990 (1990-06-28) * colonne 1, ligne 42 - colonne 2, ligne 37; figures 1-2 *	11,13	
	----- -/-- -----		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 novembre 2018		Massalski, Matthias	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 852276
FR 1852153

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	WO 99/11497 A1 (FOSTER CO L B [US]; SOUTHON BRIAN NEIL [CA]) 11 mars 1999 (1999-03-11) * page 12, ligne 12 - ligne 16 * -----	1-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		21 novembre 2018	Massalski, Matthias
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 12.99 (PUBC14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1852153 FA 852276**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-11-2018**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2758301	A1	17-07-1998	AUCUN	

FR 2591980	A1	26-06-1987	AUCUN	

WO 2012131683	A2	04-10-2012	AUCUN	

EP 0592031	A1	13-04-1994	EP 0592031 A1	13-04-1994
			NL 9201667 A	18-04-1994
			US 5462244 A	31-10-1995

DE 3844663	A1	28-06-1990	AUCUN	

WO 9911497	A1	11-03-1999	AU 9059198 A	22-03-1999
			CA 2302760 A1	11-03-1999
			DE 69809781 D1	09-01-2003
			EP 1017577 A1	12-07-2000
			US 6371417 B1	16-04-2002
			WO 9911497 A1	11-03-1999

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82