

Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'obtention d'un modèle statistique apte à estimer une réponse en ballottement d'au moins une cuve étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié, le procédé comprenant une étape (302) consistant à :
- entraîner un modèle statistique par une méthode d'apprentissage automatique supervisé sur un ensemble de données d'essais, le modèle statistique étant apte à estimer une réponse en ballottement de la cuve en fonction d'un niveau de remplissage de la cuve et d'un état courant de mer et optionnellement d'au moins l'un parmi un tirant d'eau du navire, une vitesse du navire et un cap du navire, et l'ensemble de données d'essais étant obtenu à partir de résultats d'une pluralité d'essais consistant chacun à soumettre une cuve d'essai (1010) présentant un niveau de remplissage donné à des mouvements et à mesurer une pression sur au moins un point d'une paroi (1010a) de la cuve d'essai (1010) et/ou un nombre d'impacts sur au moins une paroi de la cuve d'essai (1010).
- [Revendication 2] Procédé d'obtention d'un modèle statistique apte à estimer une réponse en ballottement d'au moins une cuve étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié, le procédé comprenant une étape (302) consistant à :
- entraîner un modèle statistique par une méthode d'apprentissage automatique supervisé sur un ensemble de données d'essais, le modèle statistique étant apte à estimer une réponse en ballottement de la cuve en fonction d'un niveau de remplissage de la cuve, d'un état courant de mouvement du navire et optionnellement d'au moins l'un parmi un tirant d'eau du navire, une vitesse du navire et un cap du navire, et l'ensemble de données d'essais étant obtenu à partir de résultats d'une pluralité d'essais consistant chacun à soumettre une cuve d'essai (1010) présentant un niveau de remplissage donné à des mouvements et à mesurer une pression sur au moins un point d'une paroi (1010a) de la cuve d'essai (1010) et/ou un nombre d'impacts sur au moins une paroi de la cuve d'essai (1010).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la réponse en ballottement comprend au moins l'un parmi un taux d'impacts de fluide sur les parois de la cuve, une pression maximale sur les parois de la cuve, et une probabilité d'endommagement de la cuve.

- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la méthode d'apprentissage automatique supervisé est une méthode de régression par processus gaussien.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins une contrainte est imposée au modèle statistique pendant son entraînement par la méthode d'apprentissage automatique supervisé.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une étape (301) consistant à exclure de l'ensemble de données d'essais des résultats d'essais présentant une réponse en ballotement inférieure à un seuil avant l'étape d'entraînement (302) du modèle statistique.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le modèle statistique considère une pluralité de cuves, le modèle statistique étant apte à estimer une réponse en ballotement de chaque cuve en fonction de sa position au sein du navire.
- [Revendication 8] Système (1030) d'obtention d'un modèle statistique apte à estimer une réponse en ballotement d'au moins une cuve étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié, le système (1030) comprenant un moyen de traitement (1032, 1033) configuré pour entraîner un modèle statistique par une méthode d'apprentissage automatique supervisé sur un ensemble de données d'essais, le modèle statistique étant apte à estimer une réponse en ballotement de la cuve en fonction d'un niveau de remplissage de la cuve et d'un état courant de mer et optionnellement d'au moins l'un parmi un tirant d'eau du navire, une vitesse du navire et un cap du navire, et l'ensemble de données d'essais étant obtenu à partir de résultats d'une pluralité d'essais consistant chacun à soumettre une cuve d'essai (1010) présentant un niveau de remplissage donné à des mouvements et à mesurer une pression sur au moins un point d'une paroi (1010a) de la cuve d'essai (1010) et/ou un nombre d'impacts sur au moins une paroi de la cuve d'essai (1010).
- [Revendication 9] Système (1030) d'obtention d'un modèle statistique apte à estimer une réponse en ballotement d'au moins une cuve étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié, le système (1030) comprenant un moyen de traitement (1032, 1033) configuré pour entraîner un modèle statistique par une méthode d'apprentissage automatique supervisé sur un ensemble de données d'essais, le modèle statistique étant apte à estimer une réponse en ballotement de la cuve en fonction

d'un niveau de remplissage de la cuve, d'un état courant de mouvement du navire et optionnellement d'au moins l'un parmi un tirant d'eau du navire, une vitesse du navire et un cap du navire, et l'ensemble de données d'essais étant obtenu à partir de résultats d'une pluralité d'essais consistant chacun à soumettre une cuve d'essai (1010) présentant un niveau de remplissage donné à des mouvements et à mesurer une pression sur au moins un point d'une paroi (1010a) de la cuve d'essai (1010) et/ou un nombre d'impacts sur au moins une paroi de la cuve d'essai (1010)..

- [Revendication 10] Procédé (300) d'obtention d'une base de données (150) utilisable pour estimer une réponse en ballonnement d'au moins une cuve étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié, le procédé comprenant les étapes consistant à :
- générer (303) une pluralité de vecteurs de données d'entrée comprenant chacun un niveau de remplissage de la cuve et un état courant de mer ; et
 - pour chaque vecteur de données d'entrée ainsi généré : obtenir (303) une réponse en ballonnement estimée de la cuve à l'aide du modèle statistique obtenu par le procédé selon la revendication 1 ou selon l'une quelconque des revendications 3 à 7 dépendant de la revendication 1 ; et stocker (303) dans une base de données la réponse en ballonnement estimée de la cuve en association avec le vecteur de données d'entrée.
- [Revendication 11] Procédé (300) d'obtention d'une base de données (150) utilisable pour estimer une réponse en ballonnement d'au moins une cuve étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié, le procédé comprenant les étapes consistant à :
- générer (302) une pluralité de vecteurs de données d'entrée comprenant chacun un niveau de remplissage de la cuve et un état courant de mouvement du navire ; et
 - pour chaque vecteur de données d'entrée ainsi généré : obtenir (303) une réponse en ballonnement estimée de la cuve à l'aide du modèle statistique obtenu par le procédé selon la revendication 2 ou selon l'une quelconque des revendications 3 à 7 dépendant de la revendication 2 ; et stocker (303) dans une base de données la réponse en ballonnement estimée de la cuve en association avec le vecteur de données d'entrée.
- [Revendication 12] Procédé (400) d'estimation d'une réponse en ballonnement d'au moins une cuve étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié à bord d'un navire, le procédé comprenant les étapes consistant

à :

- déterminer (401) un niveau courant de remplissage de la cuve ;
- déterminer (401) un état courant de mer ;
- générer (402) un vecteur de données d'entrée comprenant le niveau courant de remplissage de la cuve et l'état courant de mer ainsi déterminés ; et
- estimer (403) une réponse en ballottement de la cuve à partir du vecteur de données d'entrée ainsi généré et de la base de données (150) obtenue par le procédé selon la revendication 10.

[Revendication 13] Procédé (500) d'estimation d'une réponse en ballottement d'une cuve étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié à bord d'un navire, le procédé comprenant les étapes consistant à :

- déterminer (501) un niveau courant de remplissage de la cuve ;
- déterminer (501) un état courant de mouvement du navire ;
- générer (502) un vecteur de données d'entrée comprenant le niveau courant de remplissage de la cuve, et l'état courant de mouvement du navire ainsi déterminés ; et
- estimer (503) une réponse en ballottement de la cuve à partir du vecteur de données d'entrée ainsi généré et de la base de données (150) obtenue par le procédé selon la revendication 11.

[Revendication 14] Procédé selon la revendication 12 ou 13, dans lequel une pluralité de cuves sont considérées et le procédé comprend une étape préalable de définition de la position de chacune des cuves au sein du navire.

[Revendication 15] Procédé (400, 500) selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, comprenant en outre une étape consistant à fournir une alarme à un utilisateur si la réponse en ballottement estimée de la cuve excède un seuil d'alerte, et de préférence une étape d'aide à la décision destinée à réduire le ballottement.

[Revendication 16] Système de gestion (100) pour un navire (1) comportant au moins une cuve (2) étanche et thermiquement isolante pour transporter du gaz liquéfié, le système comprenant :

- au moins un capteur de niveau de remplissage (121) pour mesurer un niveau courant de remplissage de la cuve (2) ;
- un dispositif d'évaluation d'état de mer (123) apte à évaluer un état courant de mer ; et
- un moyen de traitement (110) configuré pour générer un vecteur de données d'entrée comprenant un niveau courant de remplissage de la cuve et un état courant de mer évalué par le dispositif d'évaluation

d'état de mer (123), et pour estimer une réponse en ballottement de la cuve (2) à partir du vecteur de données d'entrée ainsi généré et de la base de données (150) obtenue par le procédé (300) selon la revendication 10.

[Revendication 17] Système de gestion (100) pour un navire (1) comportant au moins une cuve (2) étanche et thermiquement isolante pour transporter du gaz liquéfié, le système comprenant :

- au moins un capteur de niveau de remplissage (121) pour mesurer un niveau courant de remplissage de la cuve (2) ;
- un dispositif d'évaluation d'état courant de mouvement du navire (122) apte à évaluer un état courant de mouvement du navire ; et
- un moyen de traitement (110) configuré pour générer un vecteur de données d'entrée comprenant un niveau courant de remplissage de la cuve et un état courant de mouvement du navire, et pour estimer une réponse en ballottement de la cuve à partir du vecteur de données d'entrée ainsi généré et de la base de données (150) obtenue par le procédé selon la revendication 11.

[Revendication 18] Procédé (600) d'estimation d'une réponse en ballottement d'une cuve (2) étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié à bord d'un navire (1), le procédé comprenant les étapes consistant à :

- déterminer (601) un niveau courant de remplissage de la cuve ;
- estimer (601) des états de mer à venir à partir d'informations météorologiques et d'une route du navire ;
- générer (602) une pluralité de vecteurs de données d'entrée comprenant chacun un niveau courant de remplissage de la cuve et un état de mer à venir estimé ; et
- estimer (603) une réponse en ballottement à venir de la cuve à partir des vecteurs de données d'entrée ainsi générés et de la base de données (150) obtenue par le procédé selon la revendication 10.

[Revendication 19] Procédé (600) d'estimation d'une réponse en ballottement d'une cuve (2) étanche et thermiquement isolante pour le transport de gaz liquéfié à bord d'un navire (1), le procédé comprenant les étapes consistant à :

- déterminer (601) un niveau courant de remplissage de la cuve ;
- estimer (601) des états de mouvement du navire à venir à partir d'informations météorologiques et d'une route du navire ;
- générer (602) une pluralité de vecteurs de données d'entrée comprenant chacun un niveau courant de remplissage de la cuve et un état de mouvement à du navire à venir estimé ; et

- estimer (603) une réponse en ballottement à venir de la cuve à partir des vecteurs de données d'entrée ainsi générés et de la base de données (150) obtenue par le procédé selon la revendication 11.
- [Revendication 20] Procédé selon la revendication 18 ou 19, comprenant en outre une étape consistant à déterminer une route du navire et/ou une modification du niveau de remplissage de la cuve permettant de diminuer la réponse en ballottement à venir de la cuve.
- [Revendication 21] Système (100) de gestion pour un navire (1) comportant au moins une cuve (2) étanche et thermiquement isolante pour transporter du gaz liquéfié, le système comprenant :
- au moins un capteur de niveau de remplissage (121) pour mesurer un niveau courant de remplissage de la cuve (2) ;
 - un dispositif d'estimation d'états de mer (123) apte à estimer des états de mer à venir à partir d'informations météorologiques et d'une route du navire (1) ; et
 - un moyen de traitement (110) configuré pour générer une pluralité de vecteurs de données d'entrée comprenant chacun un niveau courant de remplissage de la cuve et un état de mer à venir estimé par le dispositif d'estimation d'états de mer (123), et pour estimer une réponse en ballottement à venir de la cuve à partir des vecteurs de données d'entrée ainsi générés et de la base de données (150) obtenue par le procédé selon la revendication 10.
- [Revendication 22] Système (100) de gestion pour un navire (1) comportant au moins une cuve (2) étanche et thermiquement isolante pour transporter du gaz liquéfié, le système comprenant :
- au moins un capteur de niveau de remplissage (121) pour mesurer un niveau courant de remplissage de la cuve (2) ;
 - un dispositif d'estimation d'états de mouvement apte à estimer des états de mouvement du navire à venir à partir d'informations météorologiques et d'une route du navire (1) ; et
 - un moyen de traitement (110) configuré pour générer une pluralité de vecteurs de données d'entrée comprenant chacun un niveau courant de remplissage de la cuve et un état de mouvement du navire à venir estimé par le dispositif d'estimation d'états de mouvement, et pour estimer une réponse en ballottement à venir de la cuve à partir des vecteurs de données d'entrée ainsi générés et de la base de données (150) obtenue par le procédé selon la revendication 11.
- [Revendication 23] Système selon la revendication 21 ou 22, dans lequel le moyen de

traitement (110) est en outre configuré pour déterminer une route du navire permettant de diminuer la réponse en ballotement à venir de la cuve.