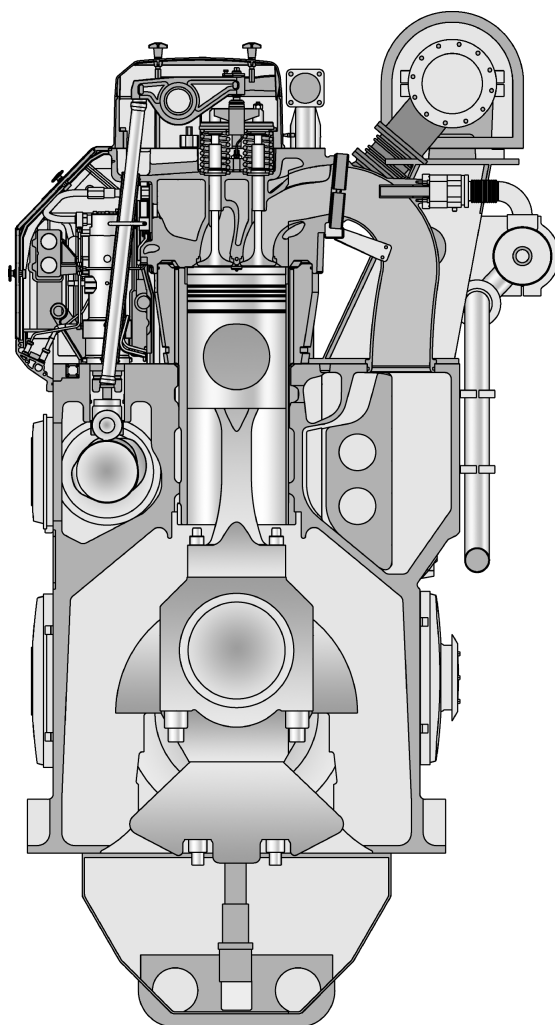


Simulateur Dual-Fuel type C

présentation
procédure



Cyrille Reggio

Version Avril 2019

1 Fiche caractéristique du navire

Port en lourd	55.000 tpl
Longueur	218 m
Largeur	31,8 m
Vitesse maxi	23 nds
Puissance propulsive	21000 kW
Moteurs électriques de propulsion	2
DA	4 x Wärtsilä 8L50DF (4 x 7,600 kW)
Tension barre principales	6,6kV
Tableaux principaux	4x400V
Propulseurs d'étrave	2
Propulseur de poupe	1

TABLE 1: Caractéristiques Principales

1.1 Moteurs Dual Fuel

1.1.1 Wartsila 8L50DF

- 7600 kW
- alésage 500 mm
- 8 cylindres en ligne
- un réfrigérant d'air
- Deux turbo-soufflantes
- 500 trs/min
- mode gaz / DO-HFO / backup (sans injection pilote)

2 Systèmes abordés

Les systèmes représentés par le simulateur DFDE sont les suivants :

- Système de contrôle IAS (Integrated Automation System)
 - Gestion des alarmes,
 - Gestion de la puissance électrique,
 - Système propulsif.
 - Gestion des GE Dual Fuel,
- Système de contrôle des opérations GNL (Control System)
 - Avitaillement GNL (camion, barge ou pipe),
 - Monitoring des opérations,
 - Qualité du gaz,
 - Système ESD,
 - Stockage GNL
- Opérations sur le gaz avant alimentation des groupes.

3 Démarrage

1. Charger le programme *DEDF42-CF*,
2. Charger la condition initiale cold ship,

Démarrer la simulation avec F1 puis Home, les raccourcis clavier les plus courants sont :

Raccourci	Fonction
F1	Run
F2	Freeze
F3	Stop
Shift+F6	Initial condition
Home	Page principale
Pg Up	Incrémenter la page
Pg Down	Décrémenter la page
F12	Ack buzzer

TABLE 2: Raccourcis claviers

Notez que ces raccourcis sont également accessibles par Menu Operation

4 Séquence de démarrage bateau froid

4.1 Déroulé global

Etape	Action	Page
1	Line up for MDO from MDO Service tank to DGs via the Emergency Fuel Feed Pump	(MD455 & 460)
2	Line up DG LO system	(MD 305 & 310)
3	Line up DG cooling water system	(MD405-410)
4	Start DG from local stand and connect it to main switchboard Note! Connect electrical consumers to main switchboard to achieve heating from DGs.	(MD205-220) and MD105
6	Line up for normal fuel supply	(MD460)
7	Prepare ventilation	
8	Prepare LNG supplier for bunkering (truck, ship or terminal) (MD480)	
9	Prepare vessel for bunkering	(MD510 & 755)
10	Line up for heating of LNG	(MD515)
11	Prepare Gas Supply to DGs	
12	DO/HFO-Gas Change Over	
13	Line up and start up next Diesel Engine, start on Gas and connect to main switch board	
14	Prepare for start up of propulsion from engine control room	
15	Transfer control position to bridge	
16	Ready for Departure	

TABLE 3: Principales étapes

4.2 Approvisionnement

4.2.1 Équipements

Le navire est équipé de deux citernes type C pour une capacité totale de 400 m^3 . Les deux citernes sont maintenues à 5 bar à une température de -127°C . Le navire est équipé de deux tanks d'azote pour l'inertage notamment des tuyautages d'alimentation mais

aussi pour la mise en pression de la caisse d'expansion EDHT, le circuit est pressurisé à 8 bar.

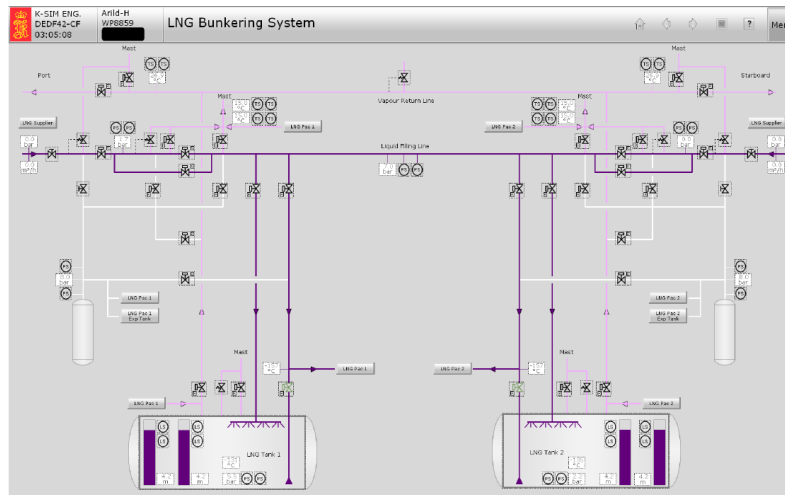


FIGURE 1: LNG Bunkering System

Chaque citerne est équipée d'une spray line qui va permettre :

- La réfrigération de la citerne par la vaporisation de gouttelettes lors d'une procédure de mise en froid,
- La gestion de la pression de la citerne pendant l'opération d'approvisionnement,

Les lignes de retours vapeur et les lignes liquides sont prévues pour pouvoir être interconnectées.

4.3 Alimentation en GNL

La pression délivrée à la GUV en fonctionnement est de 6.3 bar pour délivrer le gaz à 2.3 bar dans la pipe d'admission du moteur, à une température de 34,1°C.

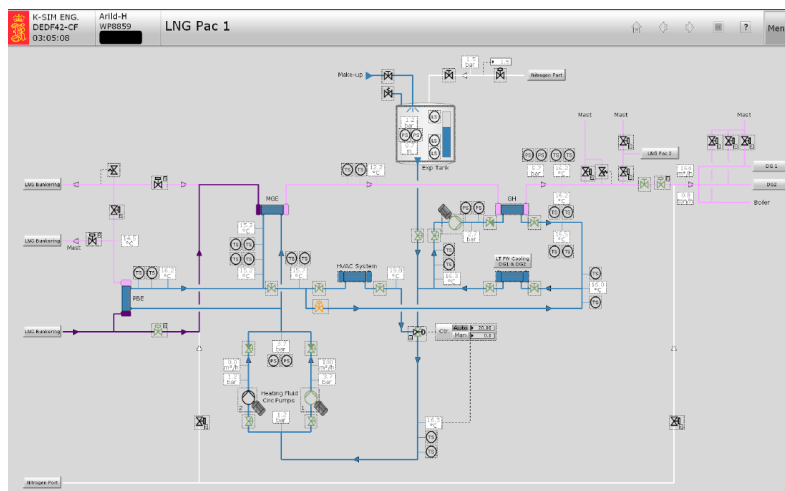


FIGURE 2: LNG pac

4.4 Les évaporateurs

4.4.1 Pressure Build Up Evaporator

Le *Pressure Build Up Evaporator* permet pressuriser la citerne à 5,3 bar, le gaz y est vaporisé par le circuit eau douce BT (*LT FW*) par l'intermédiaire d'un gel siliconé (Syltherm) qui fait l'interface entre l'ED et le gaz.

La mise en pression a lieu :

- Après l'opération d'approvisionnement (Initial Build Up),
- en exploitation afin de parer à la baisse de pression de la cuve engendrée par la consommation de gaz,

La vapeur produite retourne à la citerne.

4.4.2 Main Gas Evaporator

Le *Main Gas Evaporator* a pour rôle de gérer la pression de gaz délivrée au moteur. Il prend le gaz en phase liquide et le vaporise. La pression est régulée par des vannes réglantes en amont et en aval des évaporateurs.

4.4.3 Gas Heater

Le *Gas Heater* assure la finalisation du réglage de température et de pression délivré au moteur. Il dispose d'un circuit ED indépendant pour gérer la phase finale de réchauffage.

La pression de refoulement des évaporateurs (PBE, GVE) est réglée par la vanne (V96) qui redirige une partie du débit vers le Gas Heater. En route libre, la consigne de cette vanne est de 40%.

Nota : la caisse d'expansion dispose d'une alimentation en azote afin de maintenir la caisse en pression. Elle est également équipée d'un système de détection gaz ;

4.5 Soupapes de sûreté

Les soupapes de sûretés sont placés à différents endroits du circuit, leur pression de tarage est de 9 bar. Leur refoulement est effectué au mât de dégazage.

5 Shutdown

Il est prévu plusieurs situations de Shutdown :

- **TAS** Tank Shutdown : En cas de défaut du circuit *LNG PAC*, les événements s'ouvrent afin de dé-pressuriser le tuyautage et les vannes automatiques fermées. Un système de retour du gaz en phase liquide séquentiel à la citerne permet de ne vaporiser que le minimum de gaz.
- **CB** Close Bunkering : Lors de la fin de l'opération d'approvisionnement, par fermeture des vannes bunkering ou en cas de niveau haut ou de pression haute dans la citerne,
- **BS** Bunkering Shutdown : Les vannes d'approvisionnement si elles sont fermées en manuel pendant l'opération provoquent un shutdown.

- **ELS Engine Line Shutdown** : En cas d'incident sur le circuit d'alimentation gaz, les vannes d'entrée et de sortie au MGE, et la vanne d'interconnexion sont fermées, le signal de shutdown est envoyé à la GVU.

5.1 Détection gaz et ESD

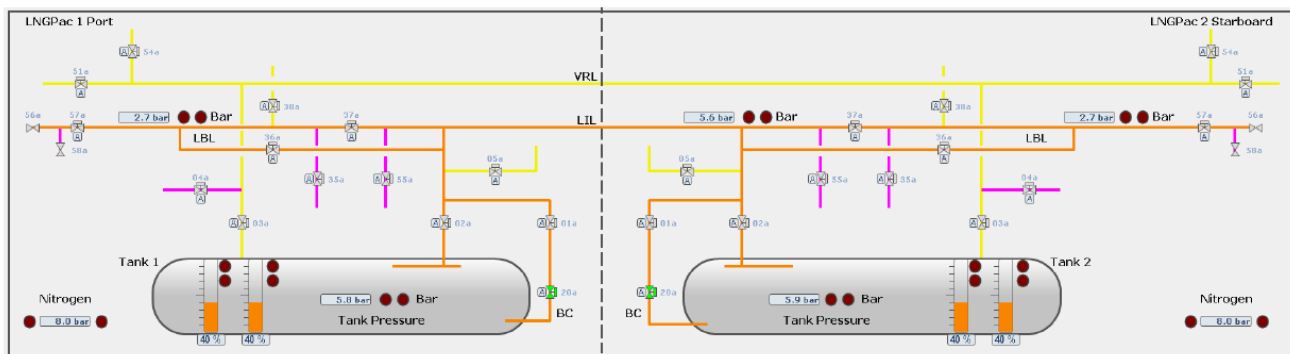
La détection est basée sur la détection de gaz et d'oxygène. Une pré-alarme et une alarme dont le seuil peut être configuré dans le *Gas Detector Panel*.

6 Control System (LNG Monitor)

Le système de contrôle automatise largement les procédures liées au circuit gaz et permet le contrôle et suivi des opérations.

6.1 Control Box Command

Elle permet d'effectuer les opérations sur le combustible et d'en contrôler le déroulement.



Vapour Return Valve (VRL)

Command	Effect
Auto	Puts valves in vapour line to Auto control (V51 and V54)
Manual	Puts valves in vapour line to Manual control (V51 and V54)
Activate	Will open VRL discharge valve (V51)
Deactivate	Will close VRL discharge valve (V51)
Inert	Will operate inert valve (V04) and vent valve (V54)
Inert from Supplier	Will operate VRL discharge valve (V51) and vent valve (V54)
Inert to Supplier	Will operate inert valve (V04) and VRL discharge valve (V51)
Depressurize	Will open vent valve (V54). Note! Must be manually closed.
Select Bunker station 1	The valves (above listed) connected to VRL at bunker station 1 are controlled by the control system
Select Bunker station 2	The valves (above listed) connected to VRL at bunker station 2 are controlled by the control system

Liquid Inerconnection Line (LIL)

Command	Effect
Auto	Puts valves in LIL to Auto control (inert valve V55, vent valve V05, spray tank valve V02 and LIL supply valve V01)
Manual	Puts valves in LIL to Manual control (inert valve V55, vent valve V05, spray tank valve V02 and LIL supply valve V01)
Inert	Operates vent valve V05 and inert valve V55
Activate	Will open LIL supply valve V01.
Drain	Will operate LNG spray valve (V01) and inert valve (V55)
Select Tank 1	The valves (above listed) connected to LIL and tank 1 are controlled by the control system
Select Tank 2	The valves (above listed) connected to LIL and tank 2 are controlled by the control system
Select Both Tanks	The valves (above listed) connected to LIL and both tanks are controlled by the control system
Spray Control Auto	Top spray valve V02 is controlled by tank pressure
Open Top/Spray Valve	Manual opening of top spray valve V02

Note! The bottom connection must be activated before LIL supply valve (V01) can be activated.

Liquid Bunker Line (LBL)

Command	Effect
Auto	Valves connected to bunker line are controlled by the control system.
Manual	Valves connected to bunker line are manually controlled
Activate ESD Com	ESD communication with the supplier is established
Deactivate ESD Com	ESD communication is deactivated
Inert	Operates inert valve V55, bunkering valve V36 and vent valve V38
Cool	Will open LNG spray valve (V01), LBL stripping valve (V36) and LBL supply valve (V37) to cool down bunker line
Drain	Operates inert valve (V35) and bunker line valve (V36)
Start	Will open LBL supply valve (V57)
Stop	Will close LBL supply valve (V57)
Activate	Will open LBL supply valve (V37)
Deactivate	Will close LBL supply valve (V37)
Emergency Stop	Will close LBL main supply valve (V57)
Control Reset	Reset LBL trip

Note! Bunkering is not possible until ESD communication is established.

Note! Spray valve (V02) must be open to enable drain.

Note! Bunker line must be in "Cooled" state before drain is possible.

Pressure Build Up Evaporator (PBE)

Command	Effect
Auto	Valves connected to PBE are controlled by the control system
Manual	Valves connected to PBE are manually controlled
Activate	The PBE Outlet Gas return valve (V16) will be controlled by the control system and open/close depending on tank pressure
Close	Will close the PBE Outlet Gas return valve (V16)
Emergency Stop	Will close PBE Outlet Gas return valve (V16)
Reset	Resets tripped PBE (PBE has to be reactivated)

Bottom Connection (BC)

Command	Effect
Auto	Valves connected to BC are controlled by the control system
Manual	Valves connected to BC are manually controlled
Inert	Control Inert valve V21 and Vent valve V18
Activate	Will open tank BC valve (V20)
Close	Will close tank BC valve (V20)
Emergency Stop	Will shut down BC, MGE, EL and Storage Tank
Reset	Reset trips and shutdowns

Main Gas Evaporator (MGE)

Command	Effect
Auto	Valves connected to MGE are controlled by the control system
Manual	Valves connected to MGE are manually controlled
Inert	Operates inert valve (V23) and EL vent valve (V26)
Activate	Will open Main Gas Evaporator valve (V22)
Close	Will close Main Gas Evaporator valve (V22)
Emergency Stop	Will shut down BC, MGE, EL and Storage Tank
Reset	Reset trips and shutdowns

Note! The Engine Line ventilation valve (V26) is also pressure controlled; opens at 7 bar and close at 6.5 bar.

Engine Line (EL)

Command	Effect
Auto	Valves connected to EL are controlled by the control system
Manual	Valves connected to EL are manually controlled
Inert	Operate engine line inerting valve (V30) and vent valves GV1, GV2 and GV3.
Activate	Opens engine line gas valve (V27)
Close	Closing engine line gas valve (V27)
Emergency Stop	Will shut down BC, MGE, EL and Storage Tank
Reset	Reset trips and shutdowns

Gas Interconnection Line (GIL)

Command	Effect
Auto	Valves connected to GIL are controlled by the control system
Manual	Valves connected to GIL are manually controlled
Inert	Operate GIL inert valve (V29) and GIL ventilation valve (V25)
Activate	Will open GIL valve (V28) in both Pacs
Close	Will close GIL valve (V28) in both Pacs
Emergency Stop	Will shut down BC, MGE, EL and Storage Tank
Reset	Reset trips and shutdowns

Note! It's not possible to activate GIL if both engine lines (EL) are active. This may cause a change over to DO/HFO for the LNG Pac that is going to be closed down. Both EL and MGE have to be Closed before GIL activation is enabled.

Procédure démarrage groupe Alimentation électrique

Pré-requis Les circuits suivants doivent être disposés : (Vannes ouvertes, pompes auxiliaires démarrées)

1. EDBT
2. Huile
3. DO (la pompe de secours DO fonctionne à l'air comprimé Emergency Fuel Feed Pump)

Nota : L'air comprimé est toujours disponible.

Avant de démarrer un groupe, il faut le passer en mode DO/HFO, en effet en mode back-up (par défaut) il est impossible de passer en mode gaz sans le stopper.

Démarrage :

4. Ouvrir le volet (flap),
5. Effectuer un virage électrique puis débrayer le vireur (turning gear),
6. Effectuer un virage à l'air (Blow),
7. Repasser en local,
8. Acquiescer les alarmes,
9. Passer en mode run sur le sélecteur,
10. Démarrer et observer la montée en température des échappements,
11. Si les paramètres sont corrects, passer le groupe en remote.

Nous pouvons alors disposer l'alimentation électrique sur les barres principales et alimenter les consommateurs.

12. Connecter le disjoncteur principal,
13. Alimenter le jeu complet de barres,
14. Alimenter les consommateurs.

Il est possible maintenant de disposer les pompes principales et auxiliaires des circuits ED et huile en automatique.

Passer le DG1 en priorité 1 / auto / alone on bus

Stopper la pompe MDO à air.

Attention :

La régulation de température ED ne peut être passée en automatique **que sur l'IAS**. Il faut :

Passer les vannes trois voies de régulation en remote sur le circuit,

Puis sur l'IAS dans la page FW Cooling System, passer les vannes correspondantes en auto.

La vanne prend alors une couleur orange pour signaler qu'elle régule.

Procédure d'approvisionnement GNL Citernes froides

Cette procédure s'applique la plupart du temps, en effet, si un talon de GNL existe dans la citerne elle est considérée comme froide.

L'objectif est de procéder à l'approvisionnement du tank 2 (qui possède un talon) par la barge.

1. brancher la connexion terre,
2. disposer le rideau d'eau (water curtain),
3. procéder à l'inertage du bras de chargement (côté souteur) puis à sa mise à l'air pour enlever la pression,
4. établir la connexion avec le terminal, pour cela, retirer la bride côté bord puis faire glisser le bras depuis la barge. Dès que la connexion est établie, l'ESD est connectée,
5. ouvrir la vanne V57 afin de procéder au test ESD,
6. tester l'ESD, (fermeture automatique de la vanne V57),
7. réarmer l'ESD (côté terre, côté bord), acquitter toutes les alarmes,
8. Vérifier l'étanchéité de la connexion de la bride de chargement par maintien de pression avec l'azote du bord par la vanne d'arrêt (V56), ligne liquide et ligne vapeur,
9. mettre à l'air afin de faire chuter la pression dans le bras de chargement, fermer la vanne d'arrêt,
10. disposer le GNL côté souteur :
 - (a) mettre la ligne liquide en position « VAPOUR »,
 - (b) ouvrir les vannes côté barge,
 - (c) régler le « LOADING RATE » à $20m^3/h$,
11. activer la BC du tank 2, (il est nécessaire d'activer la ligne de fond pour pouvoir procéder à l'approvisionnement),
12. sur la LIL, faire SELECT TANK 2, puis activate,
13. toujours sur la LIL régler le Setp Bunkering à $1bar$ et faire « Spray control auto » , ceci a pour effet de réaliser l'opération de soutage avec la pression minimale de cuve de façon à charger un gaz « froid » ,
14. depuis la LBL control box, faire « Activate ESD conn. » sélectionner « cool » puis « activate » ,
15. Ouvrir la vanne d'arrêt (V56Pa LNG bunkering Stbd),
16. sur la LBL 2, faire « start » ,
17. sur la barge faire « ON » sous le « Loading Rate »
18. **Début de l'opération de soutage,**
19. enlever « VAPOUR » sur la ligne liquide de la barge puis augmenter progressivement la cadence jusqu'à $400m^3/h$.

Nous pouvons observer :

- La montée du niveau dans le tank,
- la baisse de pression liée à l'utilisation de la spray valve,

À 85%, on entre en phase de finition.

20. commencer à réduire le débit liquide et demander à la barge d'ouvrir la ligne vapeur (vapor bunkering) afin de préssuriser les lignes pour pousser le liquide,
21. quand il n'y a plus de débit liquide, attendre 30 *sec* pour vider les lignes puis stopper l'opération d'approvisionnement (STOP et DEACTIVATE depuis la LBL),
22. fermer la vanne d'arrêt (V56Pa)
23. purger la LIL (drain),
24. ouvrir la top spray valve afin de permettre le stripping,
25. drainer la LBL2,

De cet état deux conduites possibles :

Soit on utilise le tank2 en consommation et nous garderons active la BC puis nous disposerons vers les DG,
ou alors on utilise le tank1 en consommation, on isole alors le tank2 pour disposer le tank1 vers les DG.

Dans ce dernier cas :

Pour isoler la BC2 il suffit de faire close, puis :

26. inerter LIL,
27. inerter LBL,

Il faut procéder maintenant au débranchement du flexible :

28. Procéder à l'inertage avec l'azote du bord par la (V58),
29. Quand la pression d'azote atteint les 8 *bar*, purger la ligne liquide vers la barge,
30. Fermer la vanne (V58), ouvrir l'évent de la ligne liquide de la barge,
31. Quand la pression est nulle, fermer l'évent vers la barge,
32. Fermer la partie liquide coté barge.

Afin de ne pas envoyer de gaz à l'atmosphère lors de la déconnexion, il faut procéder à l'inertage de la VRL.

- Informer la barge de l'ouverture de l'évent de la VRL,
- Mettre en manuel la VRL,
- Fermer le retour vapeur (V03),
- Ouvrir sur l'azote (V04) pour procéder à l'inertage vers la barge,
- Quand l'inertage est terminé, fermer les vannes et repasser la VRL en auto,
- Désactiver et inerter la VRL depuis la control box,
- purge la VRL vers la barge et quand la pression est nulle, stopper et isoler l'inertage,
- Quand le flexible est dépressurisé, fermer la vanne manuelle d'alimentation (V56),
- Débrancher le flexible et placer la bride pleine,
- Purger la ligne en ouvrant plusieurs fois la vanne (V56) et (V58)
- Inerter en ouvrant la vanne (V10)

Fin de l'opération d'approvisionnement.

Procédure d'approvisionnement GNL Citernes à température ambiante

Dans cet exemple nous utiliserons le camion et l'approvisionnement sera fait sur la citerne babord.

Les phases suivantes doivent être suivies :

Préparatifs côté camion

Un test d'étanchéité des vannes de la ligne liquide et vapeur doit être effectué.

1. Inerter les lignes liquide et vapeur,
2. Stopper l'inertage et vérifier l'absence de fuites,
3. Mettre les lignes à l'air,
4. Fermer les vannes des lignes liquides et vapeur.

Quand le navire est prêt (joint plein déposé), connecter le bras de chargement.
Prévenir le bord qu'un test ESD doit être conduit.

Noter que le bord peut procéder à l'inertage du camion et que le camion peut procéder à l'inertage du bord.

Préparatifs côté bord

Les opérations seront conduites à partir de la page « LNG Monitor System ».

Inertage

1. Ouvrir la bride côté navire et brancher le flexible du camion,
2. Mise en place du rideau d'eau,
3. Inertage à l'azote, lors de cette opération, la commande Inert devra être envoyée deux fois pour :
 - (a) Dépressuriser
 - (b) Inerter

Dans les opérations d'inertage, attention à ne pas « activer » !

Les opérations seront conduites en « automatique » sélectionner « All in auto » .
L'inertage se conduit de la citerne vers la connexion.

- Inertage des Bottom Connection (BC)
 - Inertage des Liquid Interconnection Line (LIL)
 - Inertage de la Port Liquid Bunker Line (LBL)
4. Ouvrir (activer) la Bottom Connection 1 (V20),
 5. Ouvrir (activer) la Liquid Interconnection Line (select tank 1 / activer) (V01),
 6. Ouvrir la rampe haute Top Spray (LIL) (V02),
 7. Activer la Liquid Bunker Line (V37),
 8. Ouvrir en manu la vanne de tête (V57)
 9. Activer et tester l'ESD (la vanne de la LIL (V57) doit se fermer)

Un test de fuite (Leak Test) doit être maintenant effectué sur la bride de chargement, pour cela :

1. Mettre en pression à l'azote (8 bar) la ligne entre le camion et la vanne de tête (V57),
2. Ouvrir la vanne d'alimentation d'azote et la vanne (V58 MD510),
3. Fermer la vanne d'alimentation et vérifier l'absence de fuite (pression à 8 bar),
4. mettre à l'air par l'évent (V10 MD510),
5. fermer l'évent.

Mise en froid des citernes

6. Ouvrir la vanne manuelle d'isolement (V56 MD510)
7. Commander la mise en froid en vapeur par la ligne liquide du camion à débit faible ($5 \text{ m}^3/h$), sélectionner *VAPOUR* puis *ON*. La température chute du camion jusqu'à la citerne.
8. Démarrage par la LBL de la control box (V57),
9. Descente en froid jusqu'à $-60^\circ C$ du tuyautage et de la citerne,
10. Ouverture ligne liquide et montée progressive jusqu'à $400 \text{ m}^3/h$,
11. Vaporisation (spray) en auto (LIL), baisser la consigne de pression (Setpoint Bunkering) à $1,0 \text{ bar}$, cela a pour effet de garder la cuve la plus froide possible en jouant sur la vaporisation.

Début de l'approvisionnement en GNL

Si la contre pression augmente dans la citerne, ouvrir la ligne de retour vapeur.

Finalisation

1. à 85%, demander au camion de chasser le liquide à la vapeur (1 minute à $5 \text{ m}^3/h$),
2. Stopper l'approvisionnement par la Control Box (Stop LBL) (V57),
3. Désactiver (V37) et purger la BL (V35, V36), pour cela il faut ouvrir sur le spray de la (LIL),
4. inerte la ligne liquide (inert LBL) (V55, V36, V38) (2 fois),
5. purger la LIL par la spray line (V55) et l'inerte (V05) (2 fois),
6. Repasser la consigne Setpoint Bunkering à 5 bar .

Déconnecter la bride, **opération d'approvisionnement terminée.**

Passage des moteurs au gaz

Disposition GNL

Il faut disposer le système de réchauffage des évaporateurs ;

1. Vérifier le niveau de la caisse à expansion et disposer le détendeur 1,5 bar d'azote,
2. Disposer le circuit d'eau, régulation en automatique,
3. Disposer l'air conditionné HVAC,
4. Démarrer les pompes.

Disposition de l'alimentation en gaz des moteurs.

5. Activer la BC, si elle a été dépressurisée, elle doit d'abord être inertée,
6. Activer le Pressure Build Evaporator la consigne de pression doit être de 5 bar,
7. Activer la Engine Line,
8. Quand la pression de la citerne est correcte, activer le Main Gas Evaporator, l'inertier si besoin,

La connexion Gas Interconnection Line peut être activée, il faut néanmoins :

- Avoir un MGE en service,
- Que l'autre MGE soit stoppé mais pressurisé.

Le gaz est disposé.

Passage des moteurs au gaz

1. La ventilation du compartiment moteur doit être démarrée puis passée en auto
2. La vanne manuelle d'alimentation de la GVU (V051) doit être disposée,
3. La GVU control en auto,
4. Le gas Mode est disponible.

Il est possible de démarrer directement au gaz.