

N°	Description	Price [CAD]	Approval date
1	[REDACTED]	0	[REDACTED]
2	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
3	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
4	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
6	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
7	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
9	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
12	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
13	[REDACTED]	0	[REDACTED]
16	[REDACTED]	0	[REDACTED]
17	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
20	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
21	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
22	[REDACTED]	0	[REDACTED]
25	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
26	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
27	[REDACTED]	0	[REDACTED]
28	[REDACTED]	0	[REDACTED]
31	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
33	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
34	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
35	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
36	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
37	[REDACTED]	0	[REDACTED]
38	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Total 48.540

TRAVERSE MATANE / BAIE-COMEAU / GODBOUT

MOIS	PASSAGERS			VÉHICULES								
	2015-2016	2014-15	%	2015-2016						2014-15	%	
				AUTOS	CAMIONS	CAMIONS- REMORQUES	MOTOS & MOTONEIGES	AUTRES	TOTAL	TOTAL		
AVRIL	11 963	13 192	-9.3	3 440	1 578	387	7	146	5 558	5 995	-7.3	
MAI	13 393	13 172	1.7	3 844	1 779	425	62	312	6 422	6 565	-2.2	
JUIN	16 047	18 411	-12.8	4 342	2 057	511	377	577	7 864	8 660	-9.2	
JUILLET	36 498	27 233	34.0	8 829	2 418	542	866	1 128	13 783	11 705	17.8	
AOÛT	39 028	27 450	42.2	9 913	1 990	540	849	1 012	14 304	12 161	17.6	
SEPTEMBRE	22 050	15 925	38.5	6 613	1 571	531	356	484	9 555	7 870	21.4	
OCTOBRE	13 079	15 356	-14.8	4 202	1 168	321	16	270	5 977	7 553	-20.9	
NOVEMBRE	10 247	8 466	21.0	3 102	1 187	402	5	180	4 876	4 236	15.1	
DÉCEMBRE	13 394	11 043	21.3	3 795	1 277	259	4	135	5 470	4 714	16.0	
JANVIER	8 811	8 796	0.2	2 610	1 014	223	30	105	3 982	4 107	-3.0	
FÉVRIER	7 559	5 997	26.0	2 219	933	250	218	137	3 757	2 998	25.3	
MARS	11 743	9 078	29.4	3 271	1 472	513	90	200	5 546	4 453	24.5	
	<u>203 812</u>	<u>174 119</u>	<u>17.1</u>	<u>56 180</u>	<u>18 444</u>	<u>4 904</u>	<u>2 880</u>	<u>4 686</u>	<u>87 094</u>	<u>81 017</u>	<u>7.5</u>	
	<u>8824</u>	<u>6620</u>	GRATUITS INCLUS	EN UNITÉS ÉQUIVALENTES AUTOMOBILES						<u>119 741</u>	<u>107 254</u>	<u>11.6</u>

TRAVERSE MATANE / BAIE-COMEAU / GODBOUT

MOIS	PASSAGERS			VÉHICULES							
	2016-2017	2015-16	%	2016-2017					2015-16	%	
				AUTOS	CAMIONS	CAMIONS- REMORQUES	MOTOS & MOTONEIGES	AUTRES	TOTAL		TOTAL
AVRIL	9 466	11 963	-20.9	3 006	1 312	373	3	161	4 855	5 558	-12.6
MAI	12 914	13 393	-3.6	3 868	1 696	391	92	303	6 350	6 422	-1.1
JUIN	17 269	16 047	7.6	4 487	2 277	606	308	611	8 289	7 864	5.4
JUILLET	32 462	36 498	-11.1	8 619	2 684	464	1 037	1 204	14 008	13 783	1.6
AOÛT	35 509	39 028	-9.0	9 939	2 658	497	1 022	1 087	15 203	14 304	6.3
SEPTEMBRE	20 801	22 050	-5.7	6 401	2 079	602	272	559	9 913	9 555	3.7
OCTOBRE	16 444	13 079	25.7	5 219	2 131	749	45	386	8 530	5 977	42.7
NOVEMBRE	10 694	10 247	4.4	3 117	1 387	435	5	177	5 121	4 876	5.0
DÉCEMBRE	13 619	13 394	1.7	3 790	1 589	235	6	128	5 748	5 470	5.1
JANVIER	8 763	8 811	-0.5	2 541	1 073	261	152	132	4 159	3 982	4.4
FÉVRIER	8 871	7 559	17.4	2 465	1 042	236	467	123	4 333	3 757	15.3
MARS	10 838	11 743	-7.7	3 179	1 316	259	180	227	5 161	5 546	-6.9
	<u>197 650</u>	<u>203 812</u>	<u>-3.0</u>	<u>56 631</u>	<u>21 244</u>	<u>5 108</u>	<u>3 589</u>	<u>5 098</u>	<u>91 670</u>	<u>87 094</u>	<u>5.3</u>
	<u>8042</u>	<u>6620</u>	GRATUITS INCLUS	EN UNITÉS ÉQUIVALENTES AUTOMOBILES					<u>127 370</u>	<u>119 741</u>	<u>6.4</u>

EXERCICE FINANCIER

TRIMESTRE

NOMBRE DE PASSAGERS par trimestre

2017-2018

Tout

Traverse ▲	T1	T2	T3	T4	Total
Matane - Baie-Comeau - Godbout	43 958	82 978	37 250	26 986	<b>191 172</b>
<b>Total</b>	<b>43 958</b>	<b>82 978</b>	<b>37 250</b>	<b>26 986</b>	<b>191 172</b>

Données préliminaires

Date de rafraichissement des données

22/03/2019 13:02:04

MOIS FISCAL

Tout

TRAVERSE

Matane - Baie-Comeau - Godbout

NOMBRE DE PASSAGERS par mois fiscal

Traverse ▲	01-avril	02-mai	03-juin	04-juillet	05-août	06-septembre	07-octobre	08-novembre	09-décembre	10 - janvier	11 - février	12 - mars	Total
Matane - Baie-Comeau - Godbout	12 332	13 005	18 621	31 755	32 792	18 431	15 431	9 572	12 247	8 192	8 010	10 784	<b>191 172</b>
<b>Total</b>	<b>12 332</b>	<b>13 005</b>	<b>18 621</b>	<b>31 755</b>	<b>32 792</b>	<b>18 431</b>	<b>15 431</b>	<b>9 572</b>	<b>12 247</b>	<b>8 192</b>	<b>8 010</b>	<b>10 784</b>	<b>191 172</b>

EXERCICE FINANCIER

TRIMESTRE

NOMBRE DE PASSAGERS par trimestre

2018-2019

Tout

Traverse ▲	T1	T2	T3	T4	Total
Matane - Baie-Comeau - Godbout	38 958	83 675	27 586	6 454	<b>156 673</b>
<b>Total</b>	<b>38 958</b>	<b>83 675</b>	<b>27 586</b>	<b>6 454</b>	<b>156 673</b>

MOIS FISCAL

Tout

TRAVERSE

Matane - Baie-Comeau - Godbout

NOMBRE DE PASSAGERS par mois fiscal

Traverse ▲	01-avril	02-mai	03-juin	04-juillet	05-août	06-septembre	07-octobre	08-novembre	09-décembre	10 - janvier	11 - février	Total
Matane - Baie-Comeau - Godbout	9 952	11 019	17 987	33 028	33 421	17 226	14 495	9 136	3 955	4 604	1 850	<b>156 673</b>
<b>Total</b>	<b>9 952</b>	<b>11 019</b>	<b>17 987</b>	<b>33 028</b>	<b>33 421</b>	<b>17 226</b>	<b>14 495</b>	<b>9 136</b>	<b>3 955</b>	<b>4 604</b>	<b>1 850</b>	<b>156 673</b>

Données préliminaires

Date de rafraichissement des données

22/03/2019 13:02:04

EXERCICE FINANCIER

TRIMESTRE

AUTRES TYPE DE VÉHICULES par trimestre et mois

Données préliminaires

2017-2018

Tout

Trimestre	Vélo	Hors norme	March. dangereuse
T1		215	
T2		854	
T3		384	
T4		465	
<b>Total</b>		<b>1 918</b>	

Date de rafraichissement des données

22/03/2019 13:02:04

MOIS FISCAL

Tout

TRAVERSE

Matane - Baie-Comeau - Godbout

TYPE DE VÉHICULES PAR trimestre et mois fiscal

Trimestre	Auto	Camion/Minibus	Ambulances	Autobus	Train routier	Camion-remorque	Motorisé	Remorque-roulotte -8M	Remorque-roulotte +8M	Moto/VTT	Machinerie	Equip. Supp.	Véhicules	Total camions	UEA
<b>T1</b>	<b>18 776</b>	<b>591</b>		<b>14</b>	<b>51</b>	<b>1 169</b>	<b>114</b>	<b>204</b>	<b>48</b>	<b>306</b>		<b>552</b>	<b>21 825</b>	<b>1 811</b>	
01-avril	5 371	137		1	7	281	5	109	18	6			5 935	425	
02-mai	5 863	172		4	7	378	33	95	30	17		82	6 681	557	
03-juin	7 542	282		9	37	510	76			283		470	9 209	829	
<b>T2</b>	<b>29 757</b>	<b>758</b>		<b>48</b>	<b>143</b>	<b>1 240</b>	<b>674</b>			<b>2 068</b>		<b>1 672</b>	<b>36 360</b>	<b>2 141</b>	
04-juillet	10 716	272		15	46	448	248			934		709	13 388	766	
05-août	11 397	287		16	49	405	288			905		690	14 037	741	
06-septembre	7 644	199		17	48	387	138			229		273	8 935	634	
<b>T3</b>	<b>15 740</b>	<b>460</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>80</b>	<b>1 210</b>	<b>38</b>		<b>2</b>	<b>75</b>		<b>492</b>	<b>18 112</b>	<b>1 751</b>	
07-octobre	6 489	201		6	52	522	35			60		270	7 635	775	
08-novembre	4 400	159	1	5	13	447	3			5		132	5 165	620	
09-décembre	4 851	100		3	15	241			2	10		90	5 312	356	
<b>T4</b>	<b>10 958</b>	<b>277</b>		<b>19</b>	<b>30</b>	<b>771</b>	<b>1</b>			<b>961</b>		<b>369</b>	<b>13 386</b>	<b>1 078</b>	
10 - janvier	3 376	68		5	14	298				142		88	3 991	380	
11 - février	3 209	66		6	4	227	1			611		121	4 245	297	
12 - mars	4 373	143		8	12	246				208		160	5 150	401	
<b>Total</b>	<b>75 231</b>	<b>2 086</b>	<b>1</b>	<b>95</b>	<b>304</b>	<b>4 390</b>	<b>827</b>	<b>204</b>	<b>50</b>	<b>3 410</b>		<b>3 085</b>	<b>89 683</b>	<b>6 781</b>	

EXERCICE FINANCIER

TRIMESTRE

AUTRES TYPE DE VÉHICULES par trimestre et mois

Données préliminaires

2018-2019

Tout

Trimestre	Vélo	Hors norme	March. dangereuse
T1		323	
T2		983	
T3		284	
T4		90	
<b>Total</b>		<b>1 680</b>	

Date de rafraîchissement des données

22/03/2019 13:02:04

MOIS FISCAL

Tout

TRAVERSE

Matane - Baie-Comeau - Godbout

TYPE DE VÉHICULES PAR trimestre et mois fiscal

Trimestre	Auto	Camion/Minibus	Ambulances	Autobus	Train routier	Camion-remorque	Motorisé	Remorque-roulotte -8M	Remorque-roulotte +8M	Moto/VTT	Machinerie	Equip. Supp.	Véhicules	Total camions	UEA
<b>T1</b>	<b>16 343</b>	<b>597</b>		<b>10</b>	<b>80</b>	<b>990</b>	<b>125</b>			<b>441</b>		<b>860</b>	<b>19 446</b>	<b>1 667</b>	
01-avril	4 335	179		4	18	218	6			20		112	4 892	415	
02-mai	4 807	203		2	29	359	24			31		188	5 643	591	
03-juin	7 201	215		4	33	413	95			390		560	8 911	661	
<b>T2</b>	<b>30 135</b>	<b>745</b>		<b>52</b>	<b>180</b>	<b>1 487</b>	<b>792</b>			<b>2 524</b>		<b>1 793</b>	<b>37 708</b>	<b>2 412</b>	
04-juillet	11 384	274		15	87	489	304			1 154		788	14 495	850	
05-août	11 674	256		24	60	588	357			1 120		711	14 790	904	
06-septembre	7 077	215		13	33	410	131			250		294	8 423	658	
<b>T3</b>	<b>12 610</b>	<b>464</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>34</b>	<b>770</b>	<b>25</b>			<b>40</b>		<b>486</b>	<b>14 467</b>	<b>1 286</b>	
07-octobre	6 551	212	18	9	15	353	24			27		294	7 503	598	
08-novembre	4 144	190		9	12	285	1			8		143	4 792	487	
09-décembre	1 915	62		2	7	132				5		49	2 172	201	
<b>T4</b>	<b>2 652</b>	<b>89</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>291</b>				<b>247</b>		<b>72</b>	<b>3 354</b>	<b>382</b>	
10 - janvier	1 942	59	1	1	1	191				68		44	2 307	252	
11 - février	710	30				100				179		28	1 047	130	
<b>Total</b>	<b>61 740</b>	<b>1 895</b>	<b>19</b>	<b>83</b>	<b>295</b>	<b>3 538</b>	<b>942</b>			<b>3 252</b>		<b>3 211</b>	<b>74 975</b>	<b>5 747</b>	

# Étude de conformité et propositions de transformation du N/M Camille Marcoux Traverse de Matane-Baie-Comeau-Godbout

Effectué pour :



Québec, le 22 avril 2007

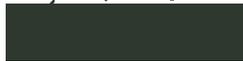
Document : C07-04-100-05

**Étude de conformité et propositions de transformation  
du N/M Camille Marcoux  
Traverse de Matane-Baie-Comeau-Godbout**

Effectué pour :



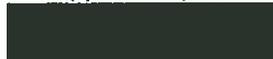
Préparé par :



Vérfié par :



Approuvé par :



Québec, le 22 avril 2007

Document : C07-04-100-05

### Sommaire

Suite aux différentes études effectuées sur le Camille Marcoux<sup>1</sup> relativement aux propositions de changement du TP10943<sup>2</sup>, Concept Naval a été mandaté par la Société des traversiers afin de préparer 4 scénarios de modifications préliminaires afin que le navire se conforme aux exigences de ce TP. Ces scénarios sont:

1. Navire actuel avec le quartier d'équipage éliminé.
2. Navire actuel avec le quartier d'équipage déplacé au pont des embarcations.
3. Navire allongé d'un minimum de 25m, soit la longueur d'un train routier, avec le quartier d'équipage éliminé.
4. Navire allongé d'un minimum de 25m, soit la longueur d'un train routier, avec le quartier d'équipage déplacé au pont des embarcations.

Dans ces scénarios, les éléments suivants ont été regardés:

- Proposer des modifications structurelles nécessaires.
- Présenter les plans de modification de tuyauterie afin que celle-ci rencontre la règle du B/5.
- Évaluer les poids ajoutés.
- Évaluer les coûts des transformations reliés uniquement à la mise en conformité du TP10943.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des 4 propositions de transformations toutes comparées au navire existant.

Caractéristiques	Navire Actuel	1. Navire modifié sans quartier	2. Navire modifié avec quartier	3. Navire allongé sans quartier	4. Navire allongé avec quartier
Longueur hors tout (m)	94.5	94.5	94.5	124.2	124.2
Tirant d'eau maximum (m)	5.13	4.851	4.834	4.243	4.243
Poids lège (tonnes)	3512	3565	3679	4438	4477
Charge utile (tonnes)	425	425	355	820	820
<b>Chargement</b>					
Véhicules seulement	124	124	124	191	191

<sup>1</sup> Entre autres:

- Application des nouveaux standards de stabilité après avarie pour les navires à passagers canadiens, [REDACTED], 2005

- Vérification de la stabilité avariée en vertu du TP10943 amendé, Concept Naval Réjean Desgagnés, 31 mai 2006

<sup>2</sup> Exploitation des navires à passagers et stabilité à l'état d'avarie, Version anglaise Draft V6 daté 30 janvier 2007

Camions seulement	12	12	10 de 40' ou 8 de 53'	19 de 40' et 4 de 53'	19 de 40' et 4 de 53'
Autonomie (3 voyages par jour)	4.5 jours	5.5 jours	4 jours	2 jours@21 nœuds  5 jours @ 17 noeuds	2 jours@21 nœuds  5 jours @ 17 noeuds
Vitesse de service à 85% de la puissance au frein	15 noeuds	15 noeuds	15 noeuds	21 noeuds	21 noeuds
Puissance au frein totale	7 200 kW	7 200 kW	7 200 kW	14 900 kW	14 900 kW
Coût des transformations <sup>1</sup>		6.0 millions	11.8 millions	24.3 millions	28.6 millions

Les conclusions principales de ce rapport sont les suivantes:

- D'un point de vue de la charge utile, le navire modifié selon le scénario 1 pourra transporter la même charge utile que le navire actuel.
- D'un point de vue de la charge utile, le navire modifié selon le scénario 2 ne pourra plus transporter que 80% de la charge utile du navire actuel.
- Dans les scénarios 3 et 4, aucune limitation dans le chargement des véhicules n'est entrevue.
- Avec une pleine charge, les scénarios 3 et 4 auront un tirant d'eau à l'arrière de 4.243m, comparé à 4.95m pour le navire actuel ce qui pourrait causer des problèmes d'immersion des hélices par mer forte, le dessus de celles-ci étant à 3.45m de la ligne de base.
- Dans les quatre scénarios présentés, il y a toujours un ou plusieurs cas d'avarie qui sont marginaux sur les critères de stabilité du TP10943 amendé. Donc pour ces quatre scénarios, toute augmentation de poids ou de la hauteur du centre de gravité du navire engendrera une diminution de la charge utile. Pour les scénarios 1 et 2, les cas de chargement qui sont les plus marginaux sont ceux avec des camions de 53 pieds à 35t chaque (densité moyenne de chargement). Pour les scénarios 3 et 4, la stabilité endommagée a été vérifiée avec des conditions de chargement en camions de 40 pieds à 35t chaque (haute densité de chargement). Si les analyses de stabilité avariée pour les scénarios 3 et 4 avaient été effectuées sur la même densité en camions que pour les scénarios 1 et 2 (densité moyenne), les résultats présenteraient des marges bien acceptables sur les critères de stabilités du TP10943 amendé.

Note 1

- Les coûts de transformation sont ceux directement reliés aux modifications nécessaires afin que le navire rencontre les nouveaux critères de stabilité endommagée et n'incluent pas les coûts associés d'une remise à neuf, par exemple, l'extension de la vie utile du navire.
- Pour les scénarios 3 et 4, des coûts directs associés à l'allongement, autres que ceux pour la stabilité, seront à prévoir. Ces coûts incluront entre autres la remotorisation, le remplacement des ancres et chaînes, l'ajout possible d'un deuxième propulseur d'étrave, le remplacement des arbres, des hélices, du gouvernail et de l'appareil à gouverner
- Pour les scénarios 3 et 4, Transports Canada considèrera le navire comme neuf, ce qui impliquera une revue de tous les systèmes du navire. Ces modifications additionnelles apporteront un risque important au projet qui pourrait faire doubler les coûts de l'allongement estimés dans ce rapport.

## Définitions

(Note: les définitions sont fournies pour aider le lecteur dans la compréhension de ce rapport. Elles ne sont pas complètes ni exhaustives)

**Longueur du navire:** La longueur à la ligne d'eau en charge maximum du navire

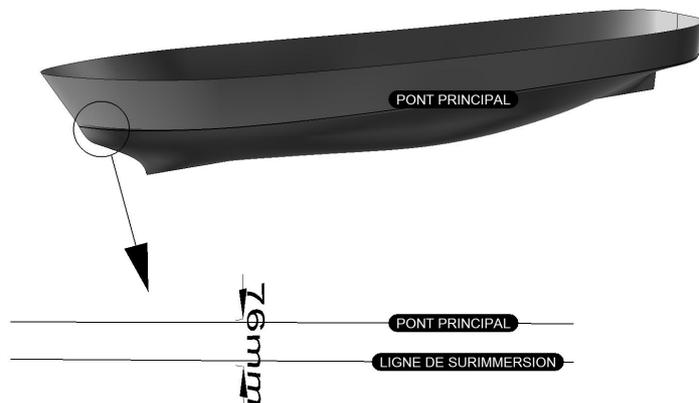
**Longueur d'avarie:** Cette longueur définit la longueur maximale sur laquelle le navire peut être avarié. Elle se calcule selon la plus petite des valeurs suivantes:  $3m+3\%$  de la longueur du navire,  $10\%$  de la longueur du navire ou  $11m$ .

Application: Cette longueur s'applique en effectuant l'exercice mental suivant: Une tige d'une longueur égale à la longueur d'avarie est déplacée le long de la coque de l'avant vers l'arrière du navire et on suppose que cette tige représente l'étendue des dommages. Chaque cas d'envahissement ainsi créé doit être analysé pour vérifier sa conformité aux critères du TP10943. Additionnellement, le TP10943 exige pour le Camille Marcoux qu'au minimum deux compartiments soient avariés.

**Largeur d'avarie (B/5):** Cette distance représente l'étendue transversale des dommages hypothétiques. Elle est calculée comme un cinquième de la largeur maximale à la ligne d'eau en charge du navire. Tout compartiment situé entre le bordé du navire et cette distance vers le centre est considéré avarié.

**Hauteur d'avarie:** Du fond du navire sans limitation vers le haut.

**Ligne de surimmersion:** Ligne imaginaire située à 3pouces (76mm) sous la face supérieure du pont de compartimentage (pont des véhicules pour le Camille Marcoux). Lorsque le navire est avarié, cette ligne ne doit pas se trouver sous l'eau.



**Charge utile:** Poids total des véhicules transportés et des passagers.

**Port en lourd:** Poids total transporté incluant véhicules, passagers, carburant, provisions, ballast, etc.

## Table des matières

Introduction .....	4
Section 1 Navire actuel, sans quartier d'équipage .....	6
1.1 Introduction .....	6
1.1.1 Cas d'avarie 7 .....	6
1.1.2 Cas d'avarie 8 .....	9
1.1.3 Cas d'avarie 5 .....	9
1.1.4 Cas d'avarie 4 .....	12
1.1.5 Cas d'avaries 2 et 3 .....	15
1.1.6 Cas d'avarie 6 .....	15
1.2 Approfondissement des solutions retenues .....	15
1.2.1 Démantèlement du quartier d'équipage sous le pont des véhicules .....	15
1.2.2 Tuyauterie pouvant causer un envahissement en cas d'avarie.....	16
1.2.3 Cloisonnement de la région avant .....	17
1.2.4 Cloisonnement de la salle des arbres.....	18
1.2.5 Élargissement de l'arrière .....	19
1.3 Stabilité après modifications .....	20
1.3.1 Calcul du nouveau poids lège.....	20
1.3.2 Cas de chargements, stabilité intacte.....	20
Centre de gravité transversal du chargement .....	20
1.3.3 Perméabilité des compartiments.....	20
1.3.4 Cas d'avaries .....	20
1.3.5 Résultats .....	29
1.3.6 Charge utile .....	29
1.3.7 Implications futures .....	30
1.4 Coût du scénario 1 .....	34
1.5 Sommaire .....	34
Section 2 Navire avec le quartier d'équipage déplacé .....	35
2.1 Problèmes et solutions.....	35
2.1.1 Introduction .....	35
2.1.2 Cas d'avarie 5 .....	35
2.1.3 Cas d'avaries 2,3,4,6,7 .....	35
2.2 Résultats de stabilité.....	36
2.2.1 Calcul du nouveau poids lège.....	36

2.2.2	Conditions de chargement, stabilité intacte.....	36
2.2.3	Cas d'avaries .....	36
2.2.4	Résultats .....	36
2.2.5	Restrictions d'opérations .....	37
2.2.6	Implications futures.....	38
2.3	Coûts du scénario 2 .....	42
2.4	Sommaire .....	42
Section 3 Navire allongé, sans quartier d'équipage.....		43
3.1	Introduction .....	43
3.2	Problèmes et solutions.....	44
3.2.1	Cas d'avarie 3 .....	45
3.2.2	Cas d'avarie 11 .....	45
3.3	Approfondissement des solutions.....	46
3.3.1	Ajout d'une partie milieu de 29.7m .....	46
3.3.2	Cofferdam dans la salle des eaux usées .....	46
3.3.3	Compartimentation dans la salle des arbres .....	46
3.3.4	Tuyauterie pouvant causer un envahissement progressif .....	46
3.3.5	Cloison d'abordage .....	47
3.4	Estimé de puissance .....	47
3.5	Résistance longitudinale.....	48
3.5.1	Distribution de poids lège, navire actuel .....	48
3.5.2	Distribution de poids lège, navire allongé.....	49
3.5.3	Résultats .....	49
3.5.4	Échantillonnage local .....	49
3.6	Stabilité après modifications .....	50
3.6.1	Conditions de chargement, stabilité intacte.....	50
3.6.2	Cas d'avaries .....	50
3.6.3	Résultats .....	57
3.6.4	Charge utile .....	61
3.6.5	Équilibrage des double fonds de la salle des machines et de la salle des génératrices.....	61
3.6.6	Ballastage pour opération dans la glace .....	61
3.7	Coûts.....	61
3.8	Sommaire .....	62
Section 4 Navire allongé, avec quartier d'équipage .....		63

4.1	Introduction .....	63
4.2	Problèmes et solutions.....	63
4.3	Estimé de puissance .....	64
4.4	Stabilité après modifications .....	64
4.5	Coûts.....	64
4.6	Sommaire .....	64
Section 5 Conclusion.....		65
5.1	Travail effectué .....	65
5.2	Scénarios 1 et 2 .....	65
5.3	Scénarios 3 et 4 .....	65
5.4	Recommandations .....	66
Annexe I	Justification des cas d'avaries	
Annexe II	Calculs des traverses d'équilibrage	
Annexe III	Calcul des poids ajoutés scénarios 1 et 2	
Annexe IV	Calcul des poids ajoutés scénarios 3 et 4	
Annexe V	Calculs de puissance scénario 3	
Annexe VI	Calculs de puissance scénario 4	
Annexe VII	Résistance longitudinale	
Annexe VIII	Estimé des coûts	
Annexe IX	Livret provisoire de stabilité intacte et avariée, navire modifié sans quartier d'équipage	
Annexe X	Livret provisoire de stabilité intacte et avariée, navire modifié avec quartier d'équipage	
Annexe XI	Livret provisoire de stabilité intacte et avariée, navire allongé de 29.7m avec quartier d'équipage	
Annexe XII	Liste des dessins	

## Introduction

En 1999, Transports Canada a pris la décision d'effectuer une réforme des règlements régissant les normes de stabilité à l'état d'avarie des navires, notamment le TP10943, *Exploitation des navires à passagers et stabilité à l'état d'avarie*, avec pour objectif de simplifier les normes actuellement en vigueur, ainsi que de les mettre au niveau de SOLAS 95/98. SOLAS est une Convention internationale ayant pour origine la perte du Titanic. La première convention à être signée et mise en force a été celle de 1960. Cent soixante et un pays, dont le Canada, ont ensuite entériné la convention de 1974 et cette dernière a été mise en force en 1980. Les amendements ultérieurs, soit ceux de 1978 et de 1988, n'ont pas été signés par le Canada.

Selon la version préliminaire anglaise (draft V6) de cette nouvelle norme, Transports Canada a fixé la mise en application de la réforme du TP10943 pour octobre 2007 et selon le calendrier de conformité établi dans cette réforme, le Camille Marcoux aura jusqu'à la première inspection périodique du navire suivant le mois d'octobre 2015 pour s'y conformer, si le navire transporte moins de 600 personnes à son bord.

En Janvier 2007, la Société des traversiers a mandaté Concept Naval afin d'effectuer une étude dans laquelle 4 propositions de transformations seraient analysées afin de rendre le navire conforme. Ces propositions sont les suivantes:

1. Navire non allongé avec le quartier d'équipage éliminé.
2. Navire non allongé avec le quartier d'équipage déplacé au pont des embarcations.
3. Navire allongé d'un minimum de 25m, soit la longueur d'un train routier, avec le quartier d'équipage éliminé.
4. Navire allongé d'un minimum de 25m, soit la longueur d'un train routier, avec le quartier d'équipage déplacé au pont des embarcations.

Pour chacun de ces scénarios, les tâches suivantes ont été effectuées:

- Préparer un schéma des modifications à apporter au navire.
- Modifier l'arrangement général du navire.
- Préparer les plans démontrant les modifications nécessaires à apporter aux systèmes de tuyauterie pour que celle-ci soit conforme à la règle du B/5.
- Démontrer la conformité des scénarios aux normes proposées.
- Préparer les plans d'échantillonnage des modifications nécessaires.
- Préparer un livret de stabilité intacte et endommagée provisoire.
- Préparer un plan des conditions de chargement.
- Préparer la mise à jour du plan de capacité des réservoirs.
- Évaluer les coûts de modifications.

Additionnellement, pour les scénarios 3 et 4, les tâches suivantes ont été effectuées:

- Le calcul de section maîtresse et de résistance longitudinale.
- Le calcul de puissance afin d'obtenir une vitesse de service de 21 noeuds à 85% de la puissance maximale des moteurs.
- Préparer le plan des formes du navire.

Ce rapport est divisé en quatre sections, qui correspondent aux scénarios analysés. Dans chacune de ces sections, nous commençons par présenter les problématiques vis-à-vis la stabilité à l'état d'avarie du navire actuel ainsi qu'une discussion sur l'approche suivie afin de déterminer les solutions possibles. Ensuite, les solutions retenues sont analysées plus en détails en regardant leurs implications sur l'opération du navire ainsi que leurs coûts. Nous finissons enfin par la présentation des résultats de stabilité intacte et endommagée. Ce rapport se termine ensuite par nos recommandations pour les phases subséquentes.

## Section 1 Navire actuel, sans quartier d'équipage

### 1.1 Introduction

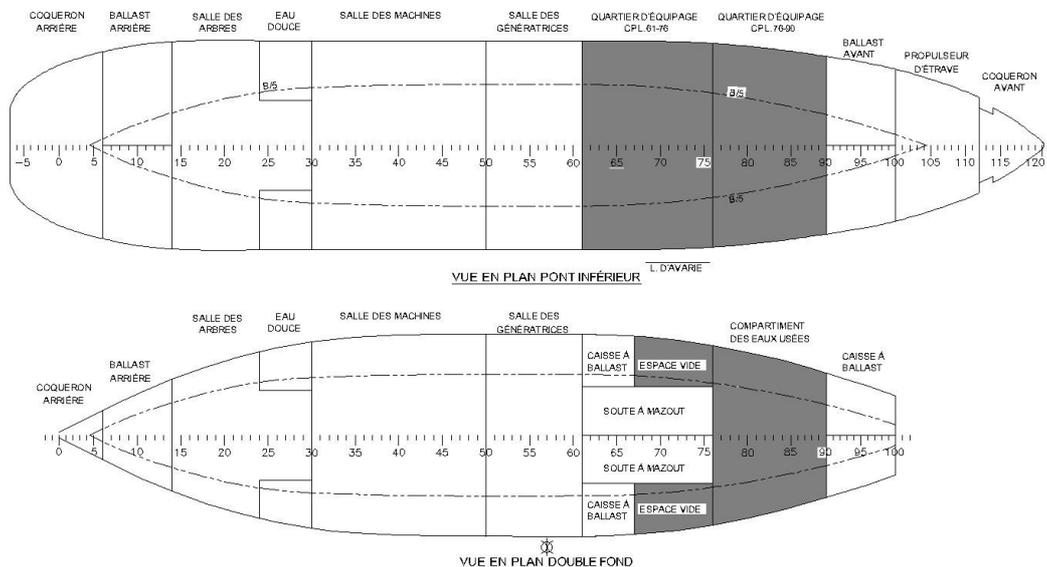
Dans notre rapport du 31 mai 2006, nous avons vérifié l'application des nouvelles exigences du TP10943 amendé sur la stabilité du navire actuel pour des scénarios d'avarie de deux compartiments adjacents et avons stipulé que le navire ne rencontrait pas les nouvelles normes du TP10943. Dans plusieurs des cas, le navire ne survivait pas et chavirait. Avec un plein chargement de camion-remorques, ce rapport avait illustré que les cas d'avaries suivants ne rencontraient pas les critères:

- Cas d'avarie no.2, le navire ne survit pas et chavire.
- Cas d'avarie no.4, le navire ne survit pas et chavire.
- Cas d'avarie no.5, le navire ne survit pas et chavire.
- Cas d'avarie no.6, le navire ne survit pas et chavire.
- Cas d'avarie no.7, le navire ne rencontre pas le critère de la ligne de surimmersion ainsi que celui de l'aire sous la courbe de GZ .
- Cas d'avarie no.8, le navire immerge le pont des véhicules à l'avant.

Note: les numéros des cas d'avaries du rapport du 31 mai 2006 ne sont pas les mêmes que dans ce rapport.

Aux points 1.1.1 à 1.1.5, nous discutons des problèmes de chacun de ces cas d'avaries ainsi que de la séquence suivie qui nous a mené à la solution finale.

#### 1.1.1 Cas d'avarie 7

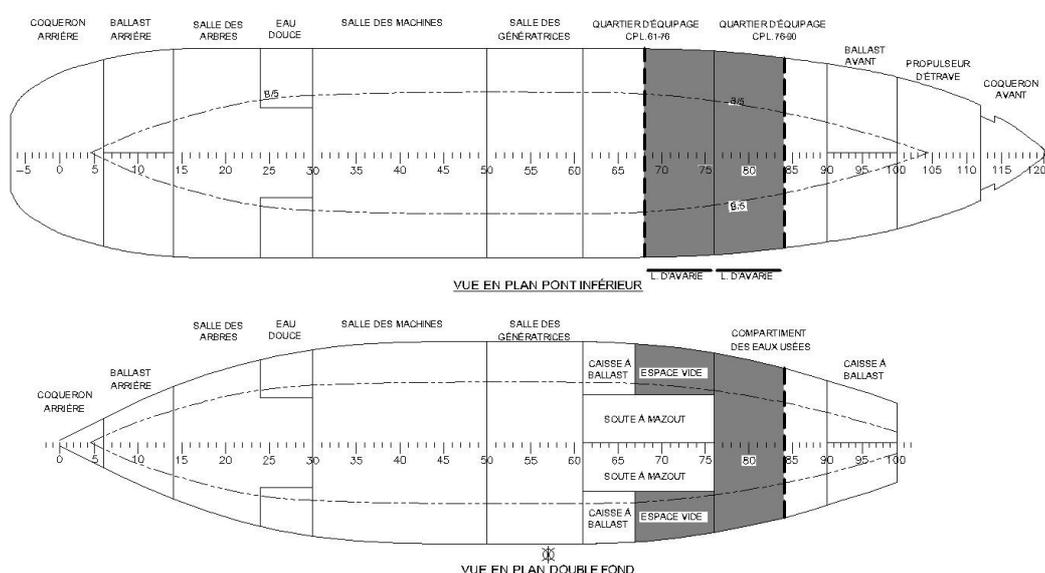


**Figure 1. Illustration du cas d'avarie 7 du navire actuel (non modifié)**

Pour ce cas d'avarie, le critère que le navire ne rencontre pas est la ligne de surimmersion. Les deux pistes de solution possible à apporter sont la diminution du volume d'eau qui envahi la coque ou bien l'augmentation du volume de flottabilité à l'avant de ce cas d'avarie. Comme la piste de l'ajout de volume de flottabilité via des caissons latéraux a été exclue par la Société des traversiers due à la problématique des installations portuaire et de la navigation dans la glace, la seule façon de rencontrer ce critère est de sous diviser les compartiments envahis.

### 1.1.1.1 Cloisonnement transversal

Le premier cas analysé a été la sous division des compartiments avec l'ajout de cloisons transversales aux couple 68 et 84. La figure ci-dessous présente le nouveau cloisonnement.

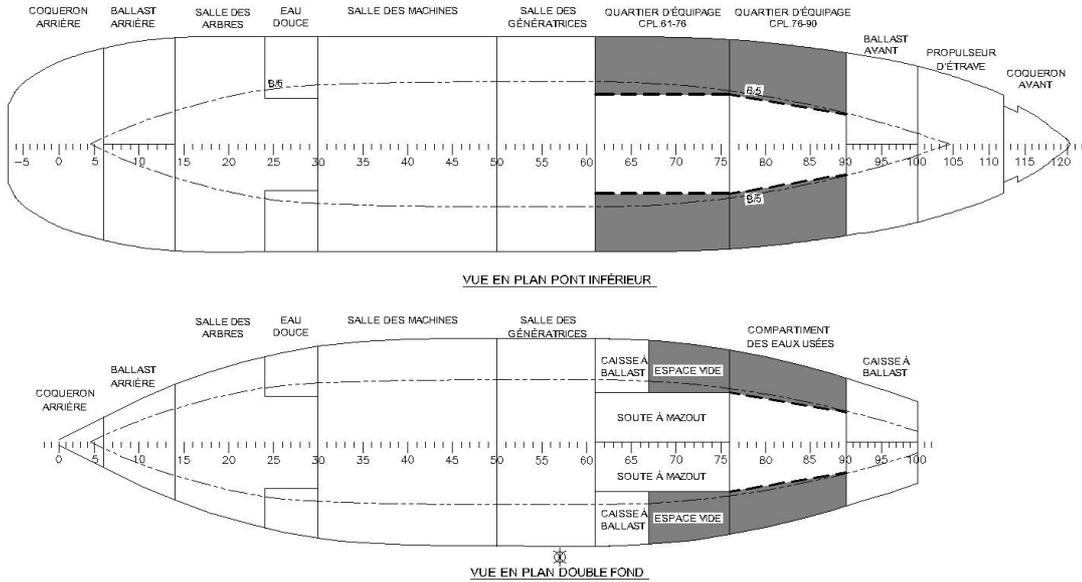


**Figure 2. Avarie 7, cloisonnement transversal**

Il a été calculé que l'ajout de ces cloisons transversales n'est pas une solution viable car la ligne de surimmersion à l'avant est encore immergée de 340mm. De plus, cette solution divise en deux le compartiment des eaux usées, ce qui implique des coûts additionnels de relocalisation des équipements.

### 1.1.1.2 Cloisonnement longitudinal

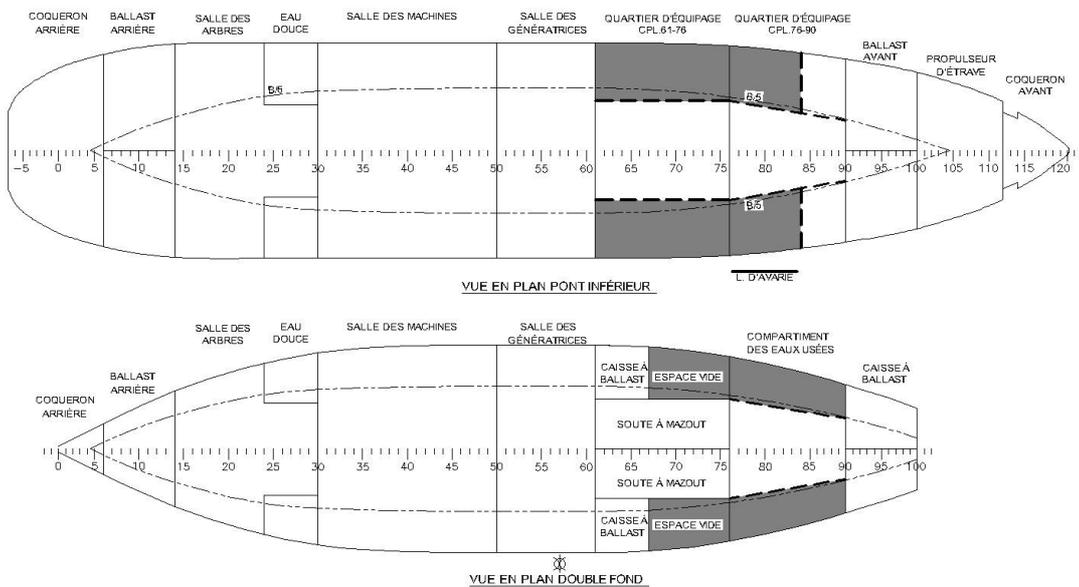
La deuxième méthode de cloisonnement analysée a été l'ajout de cloisons longitudinales situées à l'extérieur de la zone d'avarie (Figure 3). Cette solution ne satisfait toujours pas la ligne de surimmersion mais cette fois-ci de 125mm.



**Figure 3. Avarie 7, cloisonnement longitudinal**

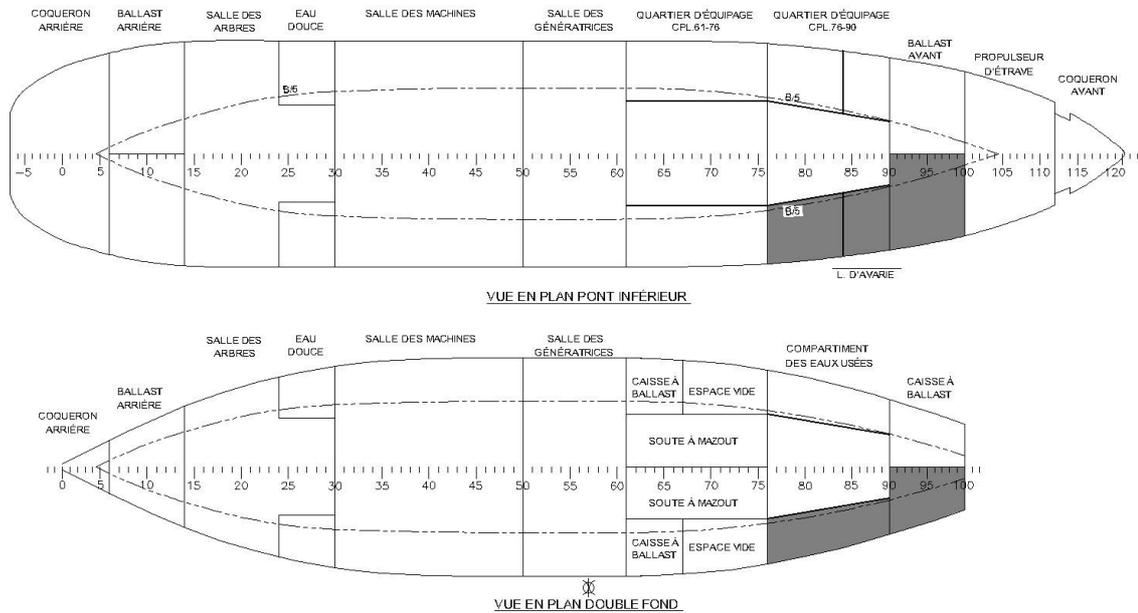
### 1.1.1.3 Cloisonnement longitudinal et transversal

La seule autre solution qui se présente alors est l'introduction d'une cloison transversale au couple 84 dans les nouveaux espaces vides latéraux ainsi créés (Figure 4). La cloison est ajoutée à l'avant de la zone avariée car le moment de changement d'assiette est plus important. Le volume envahi sous le pont inférieur étant relativement faible dû à l'évasement ('flare') important de la coque du navire en cet endroit, seule une cloison au dessus du pont inférieur est requise.



**Figure 4. Avarie 7, cloisonnement longitudinal et transversal**

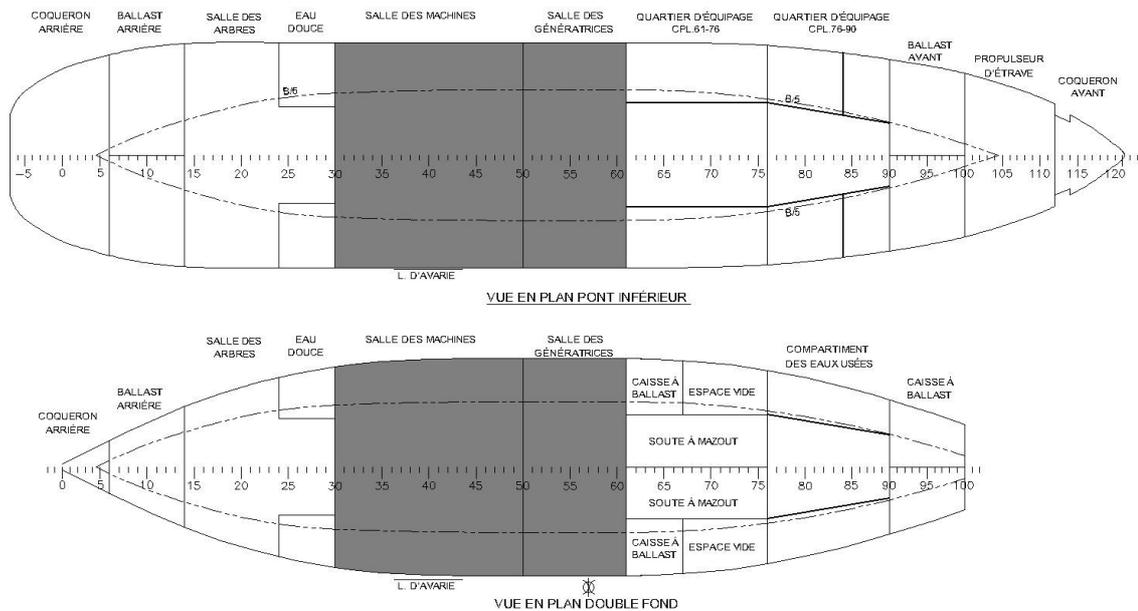
### 1.1.2 Cas d'avarie 8



**Figure 5. Illustration du cas d'avarie 8 du navire modifié**

Avec l'ajout des cloisons discuté au point 1.1.1.3, le volume d'eau envahi est suffisamment réduit pour que cette condition soit conforme aux critères.

### 1.1.3 Cas d'avarie 5

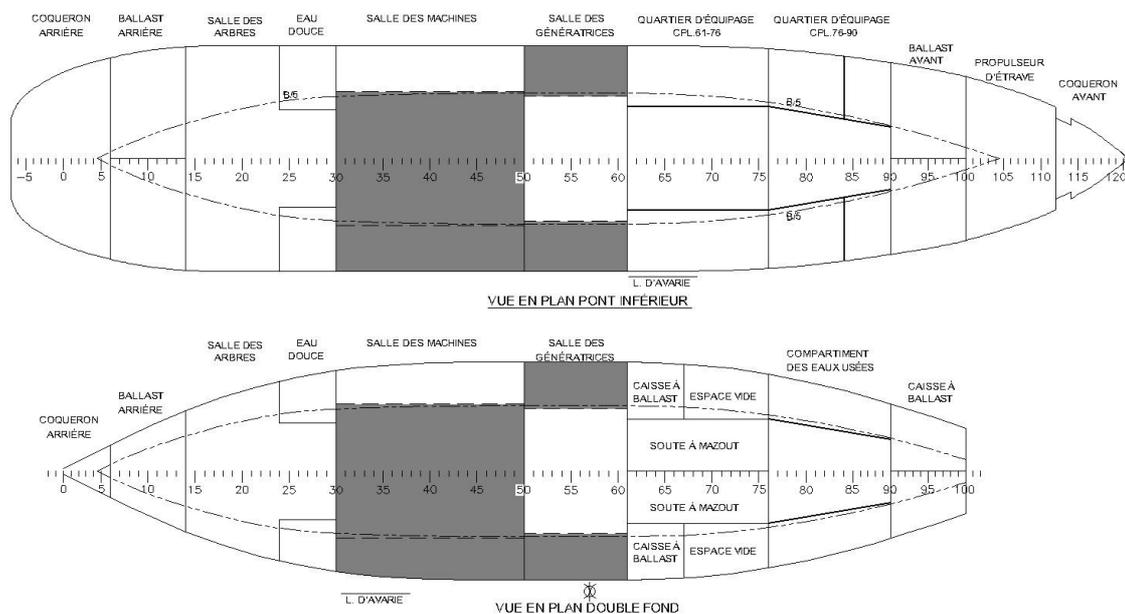


**Figure 6. Illustration du cas d'avarie 5 avant modifications**

Ce cas d'avarie implique les deux compartiments les plus encombrés du navire, soit la salle des machines et la salle des génératrices.

### 1.1.3.1 Cloisons longitudinales extérieures

Bien que la faisabilité d'ajouter des cloisons longitudinales soit questionnable (transversales étant impossible à cause des moteurs), nous avons néanmoins fait l'exercice. Dans un premier cas, nous avons ajouté, dans la salle des machines, des cloisons longitudinales juste à l'extérieur des moteurs (Figure 7). Théoriquement, ces cloisons pourraient être à l'extérieur de la zone d'avarie, ce qui permettrait de ne pas envahir le compartiment moteurs. Pour ce faire, ces cloisons devraient être à 250mm des moteurs extérieurs, ce qui en pratique n'est pas possible pour des raisons de maintenance et aussi par le fait qu'il faudrait déplacer le panneau électrique des moteurs et déplacer de multiples équipements (pompe, collecteurs). La cloison ajoutée est donc efficace par le fait qu'elle limite l'envahissement d'un des caissons latéraux et de la salle des machines, mais cause une asymétrie de l'envahissement. Dans la salle des génératrices, cette option est aussi difficilement réalisable. Pour ce faire, il faudrait éliminer ou déplacer une génératrice, une chaudière et le panneau de distribution principal. De plus, les ailerons se retrouveraient dans un espace vide qu'il faudrait desservir avec deux portes étanches coulissantes.

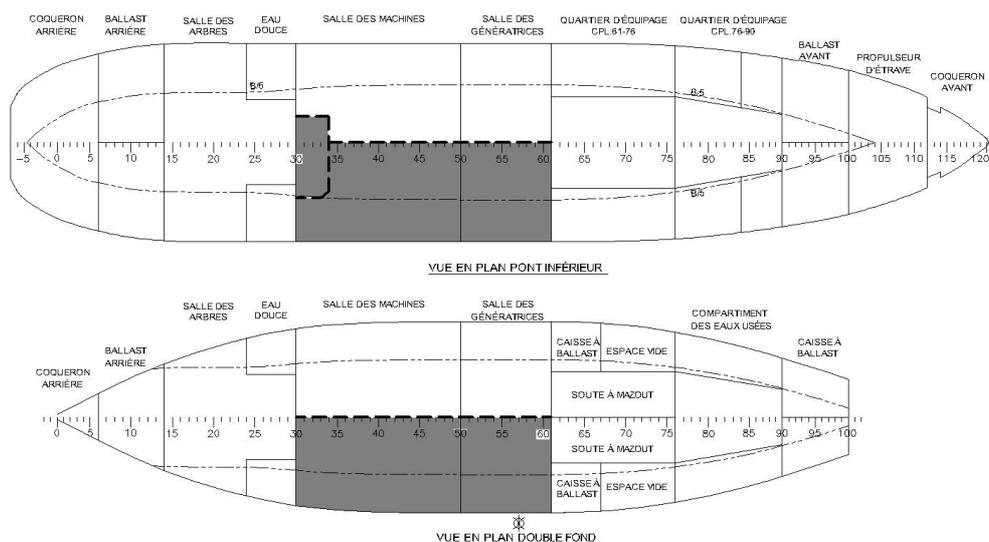


**Figure 7. Cas d'avarie 5, cloisonnement latéral**

Même si ces modifications étaient réalisables, la ligne de surimmersion ne serait pas respectée d'environ 500mm. Même en ajoutant une cloison transversale au couple 40 dans les nouveaux compartiments latéraux, le navire ne serait toujours pas conforme.

### 1.1.3.2 Cloison longitudinale au centre

Étant donné la position des sorties d'échappement des moteurs principaux et des génératrices, cette solution est difficilement réalisable. Dans la salle des machines, elle implique l'extension de la cloison au centre jusqu'au pont mezzanine, de remonter les silencieux d'un entrepont, de faire passer les conduits d'échappement des moteurs de chaque côté de la nouvelle cloison ainsi que de multiples autres modifications mineures. Dans la salle des génératrices, elle implique l'élimination ou le déplacement de la génératrice au centre et de faire passer les conduits d'échappement des génératrices et des chaudières de chaque côté de la nouvelle cloison.

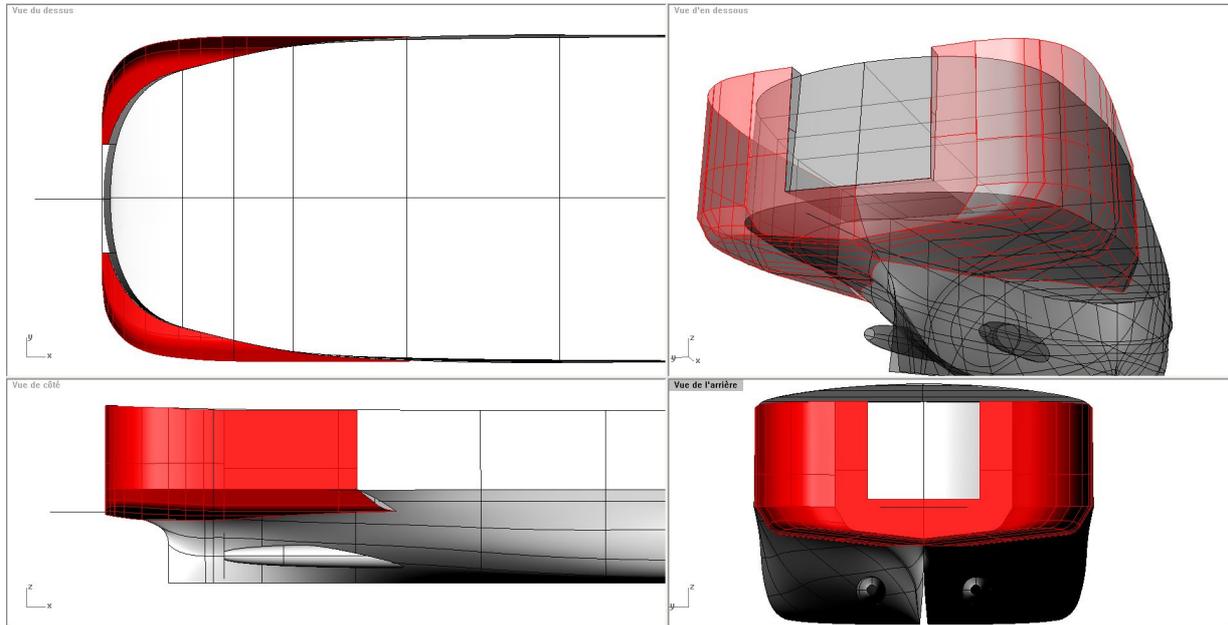


**Figure 8. Cas d'avarie 5, cloisonnement au centre**

Cette solution ne respecte aucun critère de stabilité, étant donné l'asymétrie de l'envahissement. A noter que pour ces cas d'avarie, ce sont les critères de ligne de surimmersion à l'arrière du navire qui ne sont pas rencontrés et les critères d'aire sous la courbe de GZ.

### 1.1.3.3 Ajout de volume de flottabilité à l'arrière

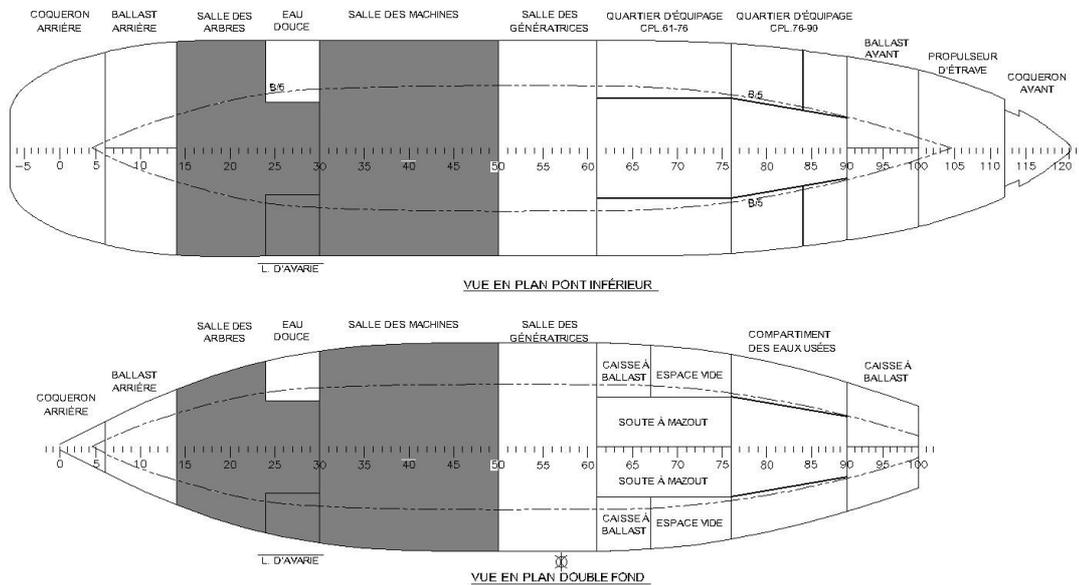
Après avoir exploré la diminution du volume d'eau envahi et qu'aucune des propositions n'est conforme aux critères de stabilité, la seule solution envisageable est l'ajout d'un volume de flottaison additionnel à l'arrière du navire. Cette solution est présentée à la Figure 9.



**Figure 9. Ajout de volume à l'arrière**

Cette modification implique l'ajout d'un nouveau bordé, fond et pont du couple -7 à 18 jusqu'au pont des passagers ainsi que d'étanchéifier les compartiments au pont principal (magasin, salle de pompes hydrauliques). La stabilité de ce cas d'avarie est maintenant respectée.

### 1.1.4 Cas d'avarie 4

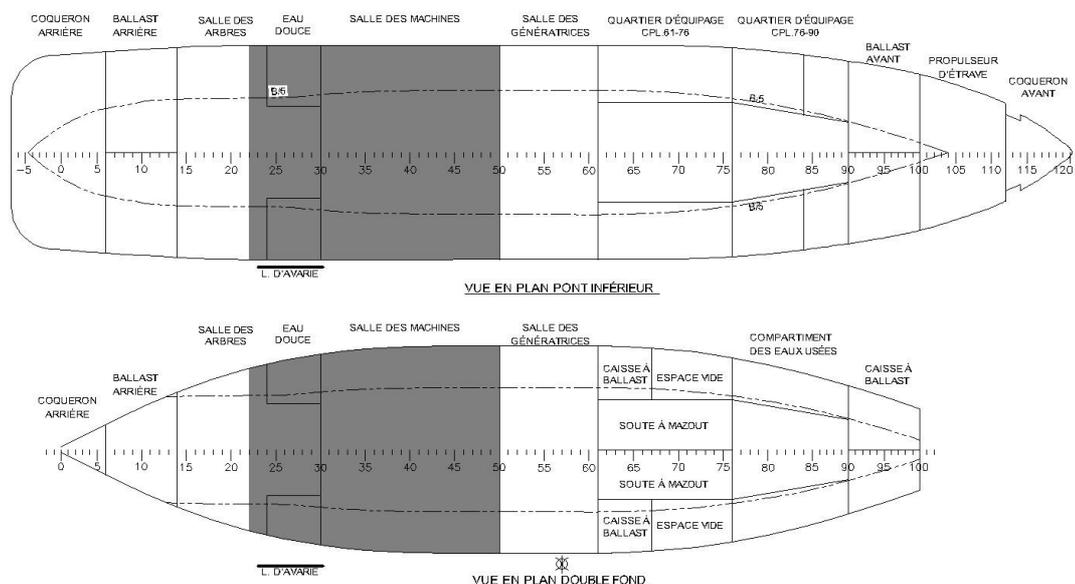


**Figure 10. Illustration de ce cas d'avarie 4 avant modifications**

L'ajout de la flottabilité à l'arrière seulement, tel que discuté au point précédent, n'est pas une modification suffisante pour rencontrer les critères de stabilité pour ce cas d'avarie, la raison étant que les deux compartiments envahis sont les deux plus gros volumes du navire (salle des machines et salle des arbres).

#### 1.1.4.1 Cloison transversale

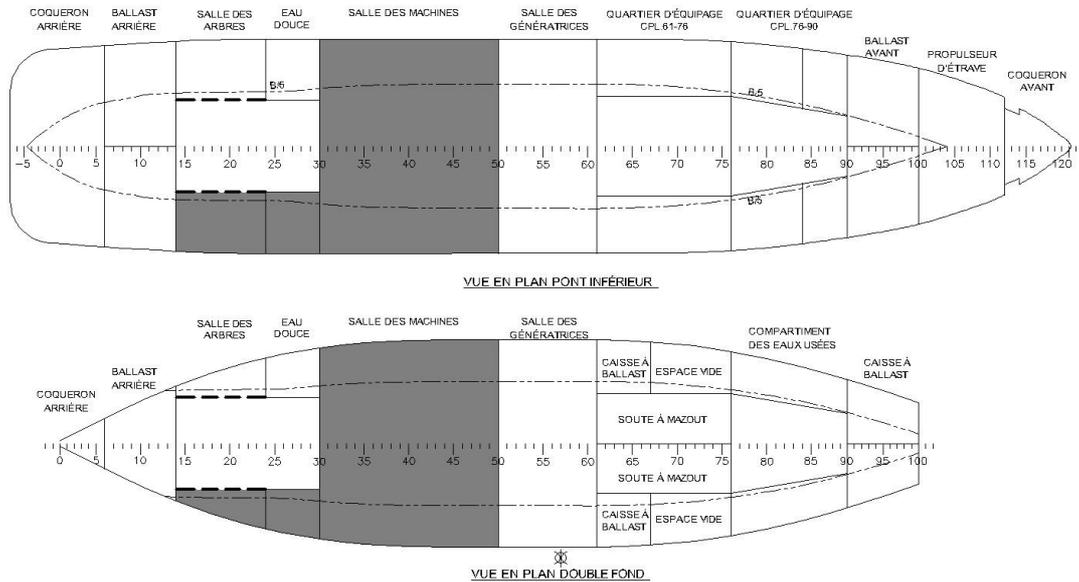
L'ajout d'une cloison transversale au couple 22, outre le fait qu'elle serait difficile à installer car elle impliquerait l'ajout de presse-étoupes pour les arbres d'hélice, ne rencontre pas le critère de la ligne de surimmersion.



**Figure 11. Avarie 4, cloison transversale couple 22**

#### 1.1.4.2 Cloisons longitudinales

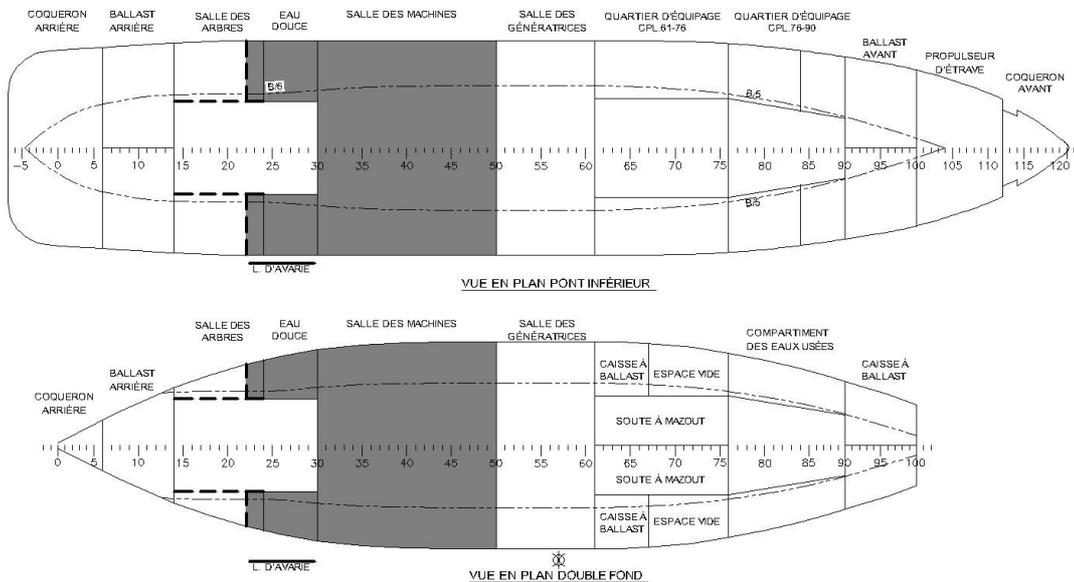
La deuxième solution regardée est l'ajout de deux cloisons longitudinales latérales à l'extérieur de la zone d'avarie (Figure 12). Cette modification seule n'est pas une solution car le navire est encore déficient au niveau de la ligne de surimmersion.



**Figure 12. Avarie 4, cloisons longitudinales latérales**

### 1.1.4.3 Cloisons longitudinales et transversales

Au point 1.1.4.2, comme la distance entre les cloisons couples 24 et 30 est inférieure à la longueur d'avarie, 3 compartiments doivent être avariés, soit la salle des machines, la caisse d'eau potable et le nouvel espace vide. Afin de réduire le volume avarié dans le cas d'avarie no 4, deux cloisons transversales, bâbord et tribord, doivent être ajoutées dans les compartiments latéraux.



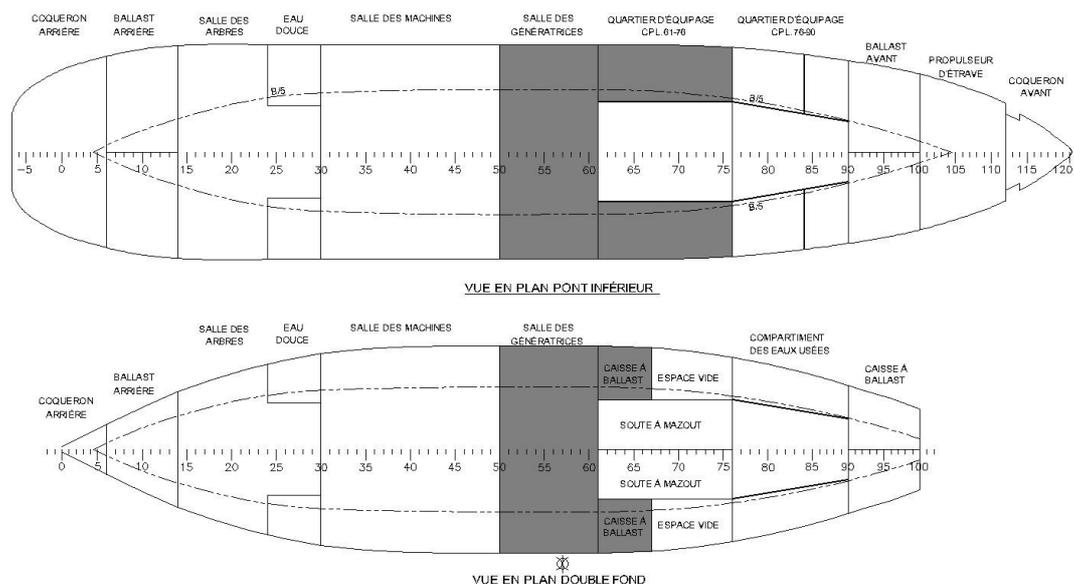
**Figure 13. Avarie 4, ajout de cloisons longitudinales et transversales**

Cette solution rencontre tous les critères de stabilité.

### 1.1.5 Cas d'avaries 2 et 3

Avec l'ajout du volume de flottabilité discuté au point 1.1.3.3 et de l'ajout des cloisons du point 1.1.4.3, les cas d'avaries 2 et 3 rencontrent les critères du TP10943 sans autre modification.

### 1.1.6 Cas d'avarie 6



**Figure 14. Illustration du cas d'avarie 6 du navire modifié**

Avec l'ajout des cloisons discuté au point 1.1.1.3, le volume d'eau envahi est suffisamment réduit pour que cette condition soit conforme aux critères.

## 1.2 Approfondissement des solutions retenues

Dans cette section, nous approfondissons les solutions techniques développées à la section 1.1 Introduction et expliquons les modifications supplémentaires nécessaires qui découlent de la formulation de ces solutions. Notez que le plan *C07-04-600-01 Modifications de stabilité* présente ces solutions dans leur ensemble.

### 1.2.1 Démantèlement du quartier d'équipage sous le pont des véhicules

La Société des traversiers du Québec a jugé que dans le cadre de cette étude, le quartier d'équipage existant, sous le pont principal, serait démantelé. La raison principale de ce démantèlement est que parce qu'en étant sous le pont principal, les quartiers existants seraient envahis en cas d'avarie et qu'ainsi, la survie de l'équipage et donc des passagers serait grandement mise en cause. Également, le quartier d'équipage étant au niveau de la ligne d'eau, le confort de l'équipage lorsque le navire navigue dans la glace est grandement réduit. De plus, le démantèlement de ce quartier favorise et facilite la sous compartimentation de cet espace pour

les fins de mise en conformité avec la nouvelle réglementation du TP10943 amendé. Cette modification implique le démantèlement:

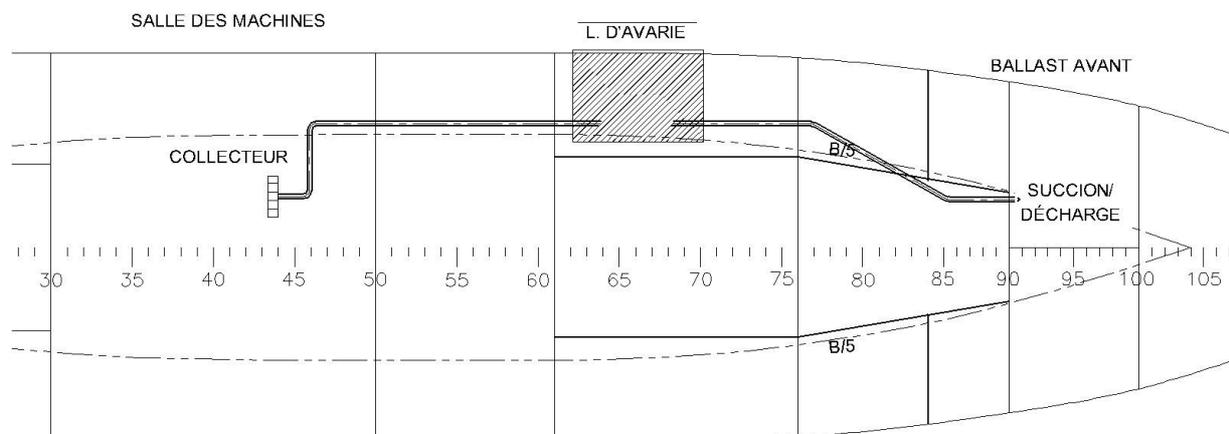
- du mobilier, finition, isolation.
- des plafonds et recouvrement de plancher.
- des cloisons d'acier de la cuisine et des toilettes.
- des escaliers couples 65 et 76.
- de la tuyauterie d'eau potable, des eaux grises et des eaux noires.
- des drains de plancher.
- de tous les systèmes électriques desservant les quartiers .
- de la ventilation.

### 1.2.2 Tuyauterie pouvant causer un envahissement en cas d'avarie

Nous avons effectué une visite du navire et regardé les plans composites de tuyauterie afin de déterminer les circuits qui, s'ils se trouvaient dans la zone d'avarie B/5, pourraient causer un envahissement progressif d'un compartiment autre que celui avarié. Afin qu'un tuyau avarié puisse causer un envahissement progressif, il doit obligatoirement rencontrer les trois conditions suivantes:

- Le tuyau doit se trouver dans la zone d'avarie.
- Le tuyau ne doit pas faire parti d'un circuit fermé (la ligne doit posséder une extrémité ouverte).
- L'ouverture à une des extrémités doit être située dans un autre compartiment que celui avarié.

Cette interprétation de l'application de la règle du B/5 sur les systèmes de tuyauterie a été vérifiée avec les bureaux de Transports Canada à Ottawa. La Figure 15 illustre, par exemple, les trois conditions résultant en un envahissement progressif pour le circuit de ballast avant. L'avarie, située entre le couple 61 et 71, endommage le tuyau, situé dans la zone d'avarie. L'extrémité du tuyau au couple 91 ne comporte pas de valve car cette ligne sert de succion et de décharge. Une fois avarié au couple 65, l'envahissement se propagera au réservoir de ballast avant bâbord. Il est noté que l'envahissement ne peut se propager à la salle des machines car le tuyau ne comporte pas d'ouverture.



**Figure 15. Illustration de l'envahissement progressif**

Les circuits touchés par l'invasion sont les suivants:

- Ballast.
- Événements des compartiments situés hors de la zone d'avarie (carburant couple 61 à 76, événements des double-fonds de la salle des arbres).
- Ventilation de la salle des arbres et du compartiment des eaux usées.

Les circuits non touchés par l'invasion sont les suivants:

- Huile de lubrification.
- Carburant.
- Eau potable.

Les différentes modifications nécessaires à l'élimination des causes d'invasion progressive sont présentées dans le dessin *C07-04-500-01/02 Modifications de la tuyauterie*. Elles impliquent l'ajout de valves d'isolation contrôlées à distances aux extrémités des tuyaux de ballast, le déplacement des événements et l'ajout de clapets étanches aux conduits de ventilation.

Il est noté que certains circuits ne sont pas ouverts mais peuvent causer l'invasion de systèmes ayant un volume important. C'est le cas des unités de traitement des eaux usées, par exemple, où les différents drains de pont, une fois avariés, vont envahir les réservoirs de ces unités. Similairement, les différentes caisses de récupération des huiles usées des moteurs principaux (situés dans la salle des génératrices) ont le même problème. Dans ces cas, nos conditions d'avarie ont considéré l'invasion de ces volumes.

### **1.2.3 Cloisonnement de la région avant**

L'ajout des cloisons longitudinales du couple 61-76 ne présente pas de difficulté technique outre la nécessité de découper le pont ou le bordé afin de créer une ouverture pour les installer. Par contre, l'ajout des cloisons longitudinales du couple 76 à 90 et des cloisons transversales au couple 84 aura une certaine complexité. Entre autres les tuyaux de ballast qui devront être déplacés, de multiples pénétrations de tuyauterie ajoutées, de la ventilation et des pompes à déplacer et de l'interférence importante avec le système des eaux usées. Ces modifications incluent:

- Ajout de cloisons longitudinales couple 61 à 76 au-dessus du pont inférieur (voir dessin *C07-04-110-0, Structure couple 61 à 90*).
- Ajout de cloisons longitudinales du couple 76 à 90 au-dessus et en dessous du pont inférieur (voir dessin *C07-04-110-01/02, Structure couple 61 à 90*).
- Ajout de deux cloisons transversales au-dessus du pont inférieur à l'extérieur des nouvelles cloisons longitudinales (voir dessin *C07-04-110-01/02, Structure couple 61 à 90*).
- Déplacement des tuyaux de ballast avant et d'assèchement des fonds des compartiments à l'avant du couple 76. (voir dessin *C07-04-500-01, Modifications de la tuyauterie*).
- Ajout d'une conduite d'équilibrage d'un diamètre de 500mm aux espaces vides existants du couple 67 au couple 76 (voir dessin *C07-04-500-01, Modifications de la tuyauterie*).

L'introduction de traverses d'équilibrage entre les 6 compartiments est nécessaire car sans ces dernières et dans le cas d'une invasion asymétrique des cas d'avarie 6 et 7, le navire chavire. Le dimensionnement de ces traverses est tel que l'équilibrage s'effectue en temps réel (voir calcul *annexe II*). Aucune soupape n'est installée. Le plan *C07-04-110-01 Feuille 5* présente les détails structuraux.

### 1.2.4 Cloisonnement de la salle des arbres

Il y a deux conduits de ventilation qui desservent la salle des arbres. Ces conduits courent transversalement jusqu'au bordé (Figure 16). Ils constituent une voie d'envahissement pour la salle des arbres si l'avarie endommage les conduits au niveau du bordé. Deux solutions existent pour résoudre cette difficulté. La première et la plus facile, consiste en l'installation de clapets étanches à déclenchement automatique directement sur la cloison longitudinale. Cette solution a déjà été approuvée par des administrations notamment ABS sur le navire Harvey Spirit, navire ravitailleur conçu par Aker Yards Marine. La deuxième consiste à déplacer les conduits afin qu'ils ne soient pas dans la zone d'avarie, par exemple en les faisant courir au centre du navire. Cette solution est plus difficile à mettre en œuvre car elle exigerait de créer un tambour étanche du pont principal au pont des passagers, ce qui générerait le chargement des véhicules.

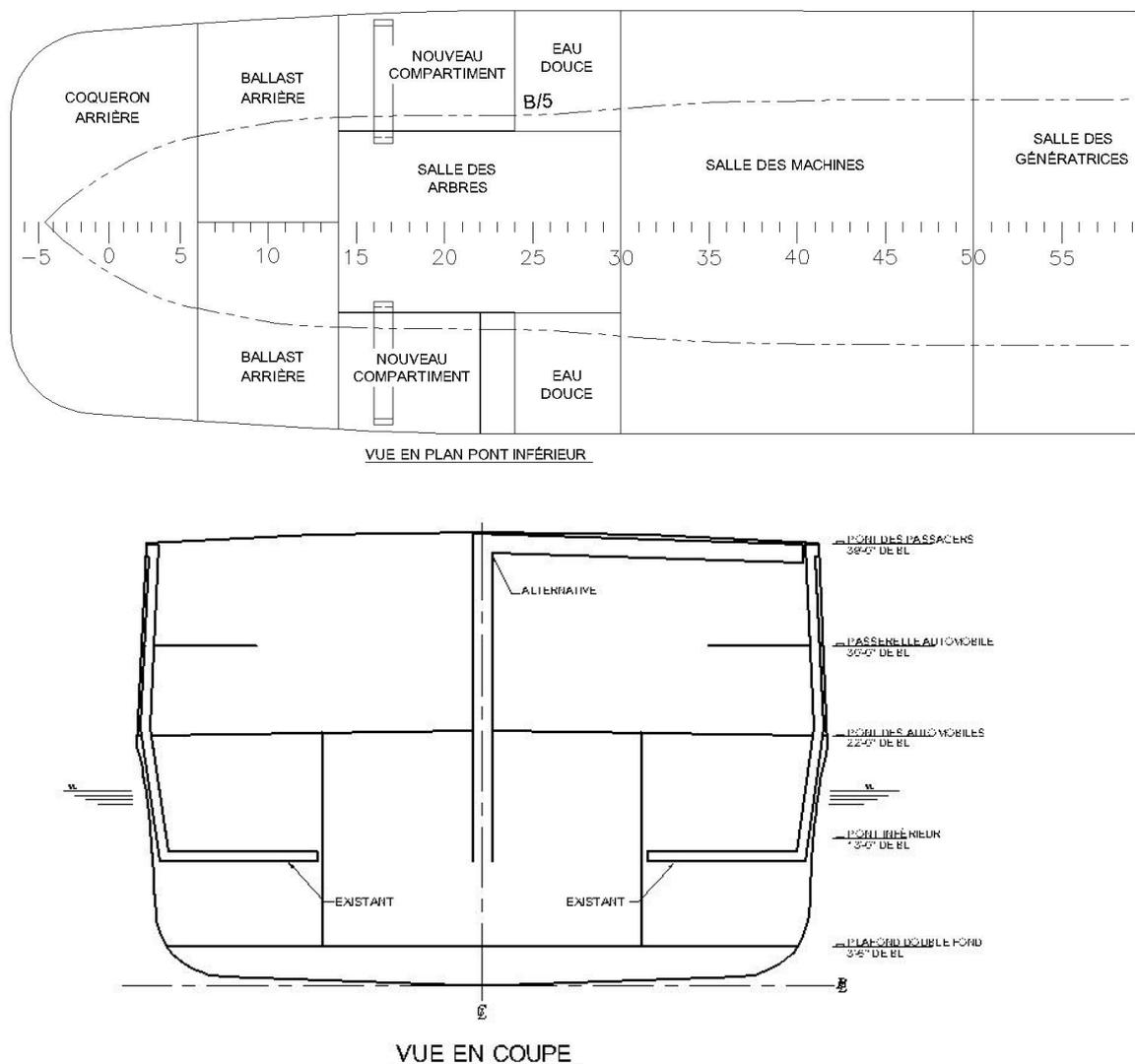


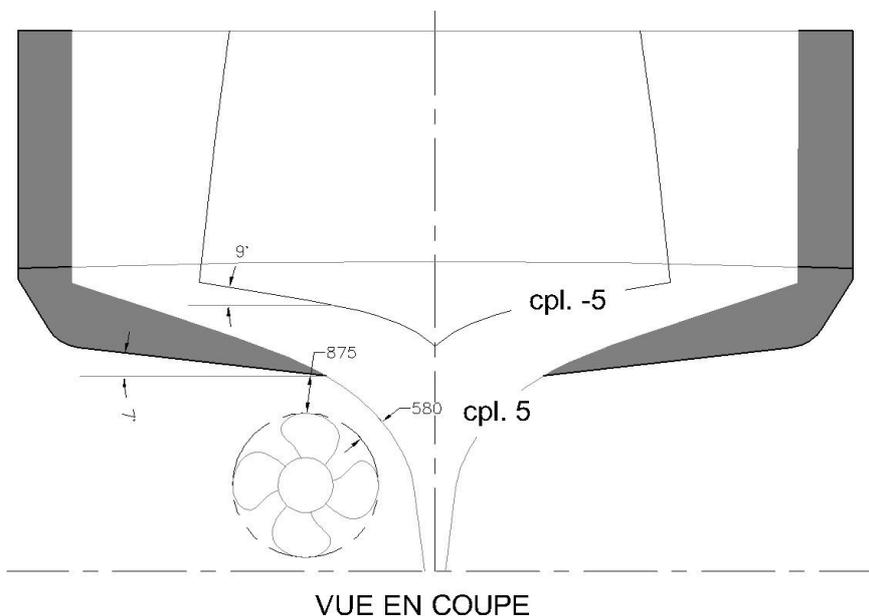
Figure 16. Ventilation salle des arbres

### 1.2.5 Élargissement de l'arrière

L'ajout du volume additionnel de flottaison est présenté dans le dessin *C07-04-110-01 Feuilles 2 à 4*. Il consiste en l'ajout d'environ 100 tonnes d'acier à l'extérieur du navire du couple -7 à 18 et de 3m de la ligne de base jusqu'au pont des passagers. De plus, cet ajout nécessitera de rendre étanche les compartiments situés entre le pont des véhicules et le pont des passagers. Dans la conception de ce nouveau volume, les considérations suivantes ont été prises en compte:

#### 1.2.5.1 Maintenir au moins 815mm de dégagement entre l'hélice et la nouvelle partie

Selon les pratiques en architecture navale, il est spécifié que le bout des pales d'une hélice doit être à une distance de la coque d'au moins 25% du diamètre de l'hélice<sup>3</sup>. Pour l'hélice du Camille Marcoux, d'un diamètre de 3.25m, ce dégagement devrait être d'au moins 815mm. Cette exigence vient du fait que le flot de l'eau arrivant à l'hélice est plus lent près de la coque et que, si l'hélice était près de la coque, des forces d'excitation pourraient naître qui engendreraient de la vibration dans la ligne d'arbre et une perte d'efficacité de l'hélice.



**Figure 17. Dégagement de l'hélice et relevé de fond**

#### 1.2.5.2 La largeur de l'ajout ne doit pas excéder la largeur du navire

Similairement aux exigences quant aux caissons latéraux, cette exigence est nécessaire sinon des modifications aux installations portuaires pourraient être nécessaires.

#### 1.2.5.3 L'arrière de l'ajout de doit pas dépasser l'arrière du navire

N'ayant pas reçu les plans nécessaires, il nous a été impossible d'effectuer une analyse détaillée de l'impact de proposer des modifications qui s'étendraient à l'arrière de la porte arrière du navire.

<sup>3</sup> PNA, Volume 2, 1988, page 294

Cette condition a donc été imposée sinon il serait possible que la rampe du navire ne soit plus assez longue si le volume ajouté dépassait l'arrière du navire.

#### 1.2.5.4 Maintenir un relevé de fond minimum

L'angle du fond a été maximisé le plus possible afin de limiter les possibilités d'impact de l'eau "slamming" sur la coque. En considérant les autres contraintes mentionnées ci-haut et le volume nécessaire à ajouter afin de rencontrer les normes du TP10943, l'angle obtenu est de 7° (voir Figure 17). Cet angle est comparable à l'angle du fond du navire existant dans les dernières sections de l'arrière.

### **1.3 Stabilité après modifications**

#### **1.3.1 Calcul du nouveau poids lège**

Le nouveau poids lège du navire a été calculé en considérant l'enlèvement du quartier d'équipage ainsi que l'ajout des items nécessaires aux modifications, discutés au point 1.2. Cet estimé des poids est présenté en *Annexe III*.

#### **1.3.2 Cas de chargements, stabilité intacte**

Les cas de chargements analysés pour la stabilité intacte sont présentés dans le dessin *C07-05-673-01* et sont les suivants:

1. Navire lège opérationnel, départ.
2. Navire lège opérationnel, arrivée.
3. Voitures, départ.
4. Voitures, arrivée.
5. Voitures, autobus, camions, départ .
6. Voitures, autobus, camions, arrivée.
7. Camions, départ.
8. Camions, arrivée.

#### **Centre de gravité transversal du chargement**

Pour les conditions de chargement 3 à 8, le centre de gravité transversal de la charge utile a été déterminé tel que la quantité de ballast nécessaire à l'opération du navire ne soit transporté que du côté opposé à celui considéré avarié pour la stabilité avariée, de telle sorte que la gîte causée par l'envahissement soit la pire possible.

#### **1.3.3 Perméabilité des compartiments**

Pour la salle des machines et la salle des génératrices, la perméabilité des compartiments a été prise à 85%. Pour le pont des véhicules, Transports Canada suggère 60% pour des espaces à cargaison. Par contre, pour les navires rouliers, ils prescrivent 95% pour les espaces à véhicules, ce qui a été utilisé. Pour tous les autres compartiments, une perméabilité de 95% a été utilisée.

#### **1.3.4 Cas d'avaries**

##### **1.3.4.1 Conditions de chargement**

La stabilité endommagée a été analysée pour les trois cas de chargement suivants :

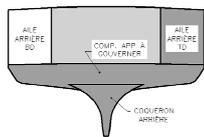
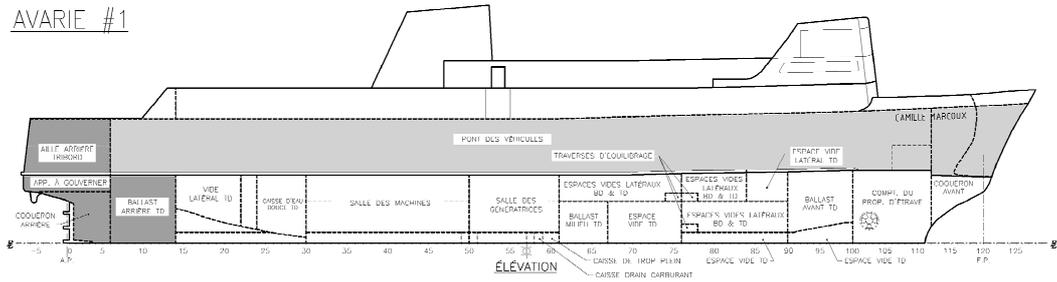
4. Voitures arrivée (pire hauteur métacentrique).
7. Camions, départ (plus grand chargement et pire condition de départ pour l'aire sous la courbe).
8. Camions, arrivée (pire condition d'arrivée pour l'aire sous la courbe).

#### 1.3.4.2 Cas d'avaries

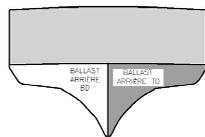
Les cas d'avarie utilisés dans le calcul de stabilité avariée sont présentés aux pages suivantes. Pour les cas où un équilibrage est nécessaire, les calculs ont été faits avant et après l'équilibrage.



AVARIE #1

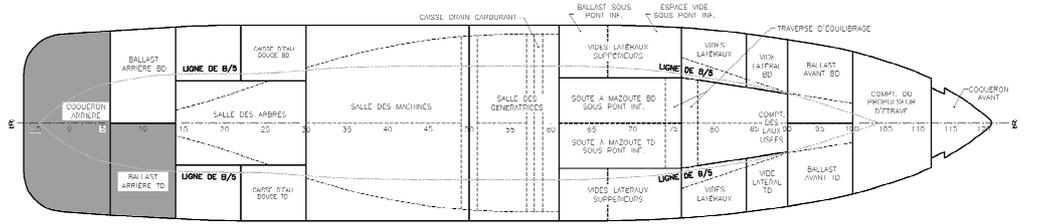


VUE AU COUPLE 5



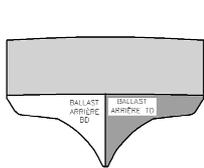
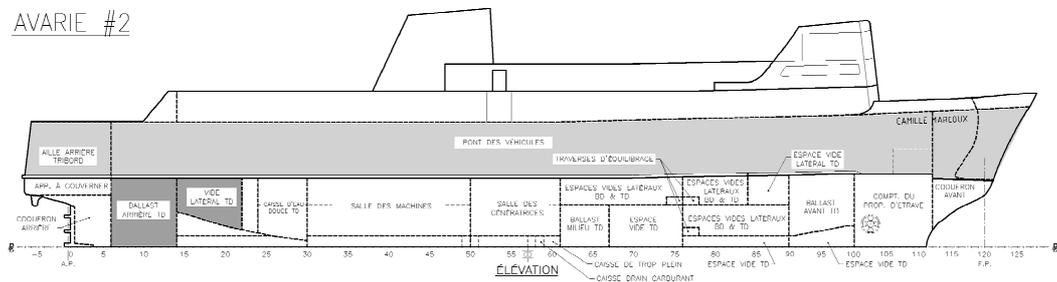
VUE AU COUPLE 10

- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICULES
- COMPARTIMENT ENVAHS
- EAUX D'ÉQUILIBRAGE

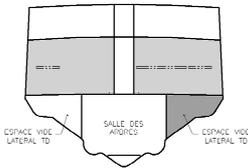


VUE EN PLAN: SOUS LE PONT PRINCIPAL

AVARIE #2

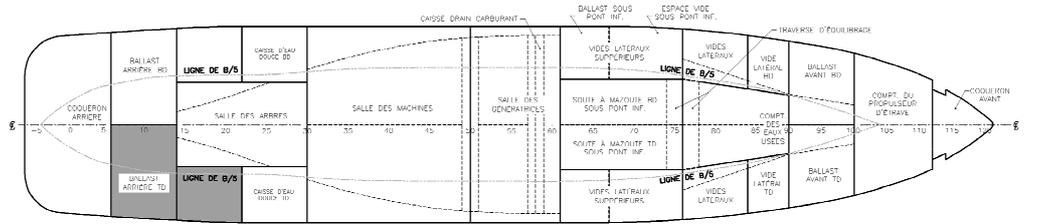


VUE AU COUPLE 10



VUE AU COUPLE 17

- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICULES
- COMPARTIMENT ENVAHS
- EAUX D'ÉQUILIBRAGE

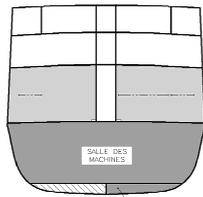
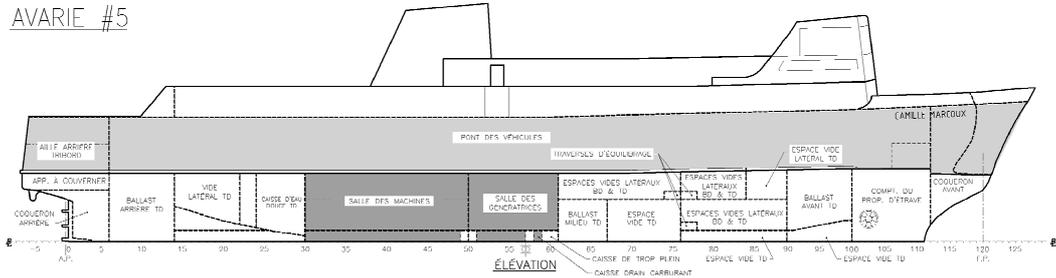


VUE EN PLAN: SOUS LE PONT PRINCIPAL

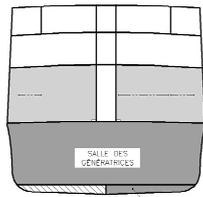




AVARIE #5

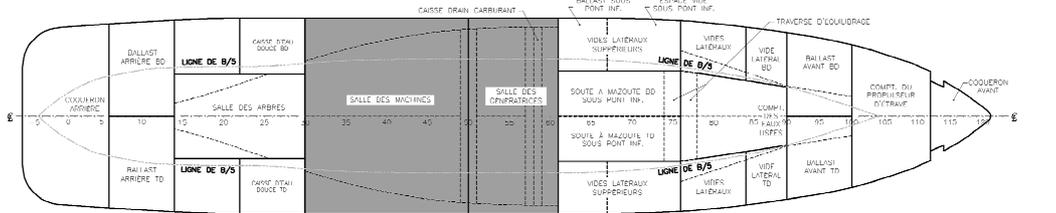


VUE AU COUPLE 40



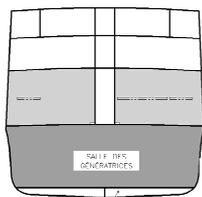
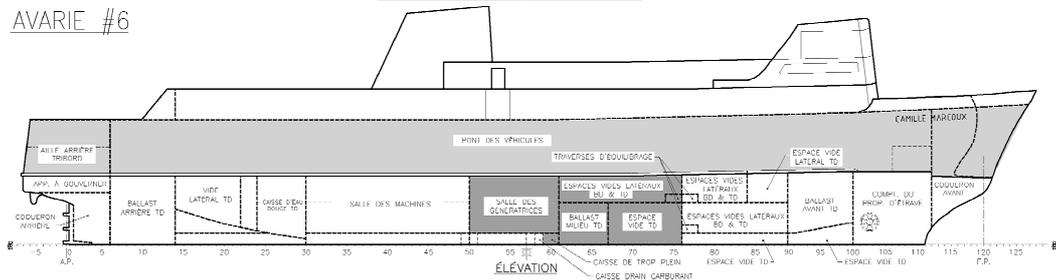
VUE AU COUPLE 57

- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICULES
- COMPARTIMENT ENVAHIS
- EAUX D'EQUILIBRAGE

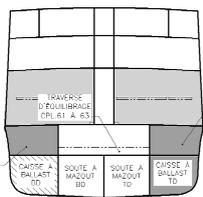


VUE EN PLAN: SOUS LE PONT PRINCIPAL

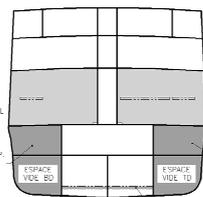
AVARIE #6



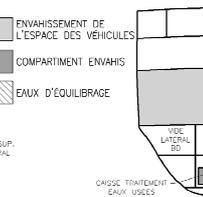
VUE AU COUPLE 57



VUE AU COUPLE 65

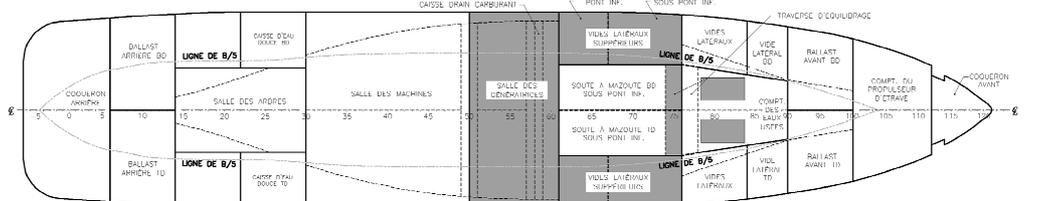


VUE AU COUPLE 70



VUE AU COUPLE 82

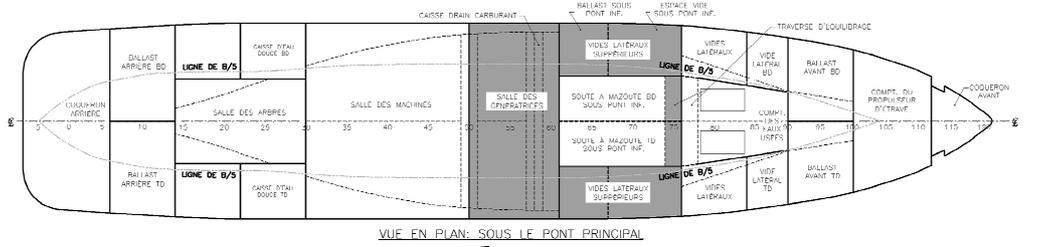
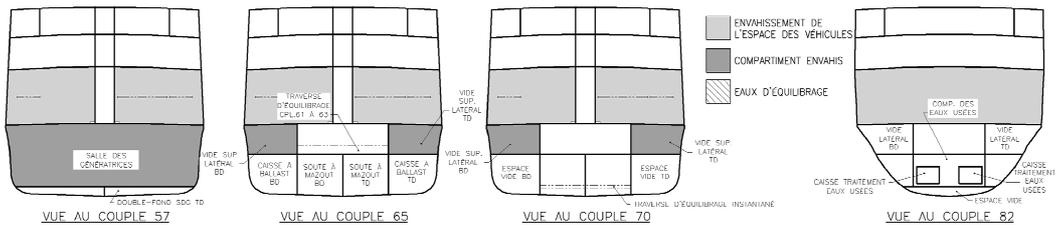
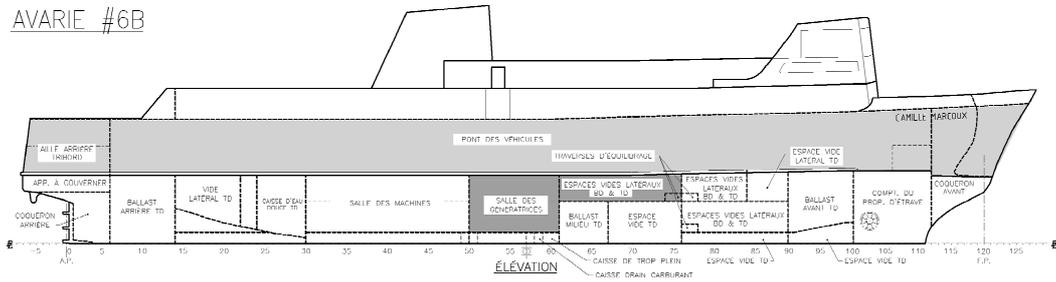
- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICULES
- COMPARTIMENT ENVAHIS
- EAUX D'EQUILIBRAGE



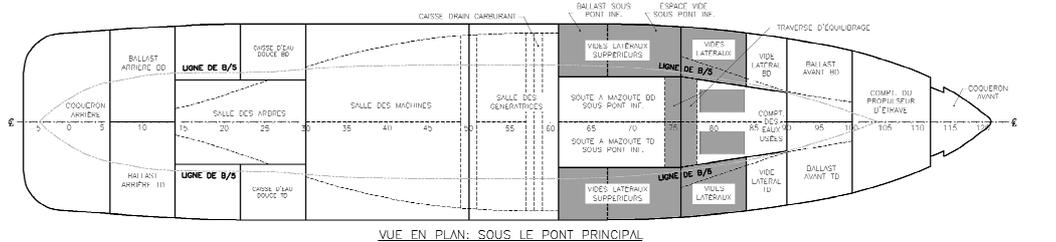
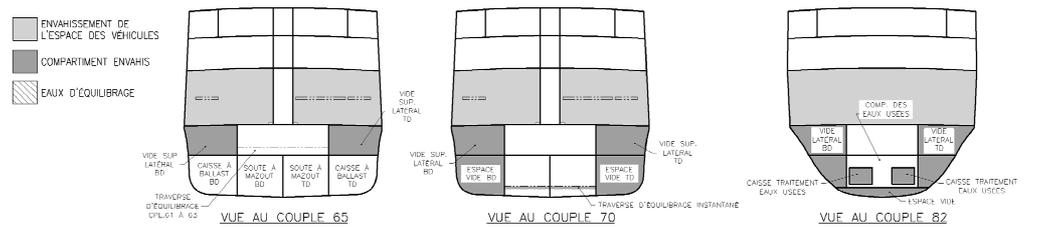
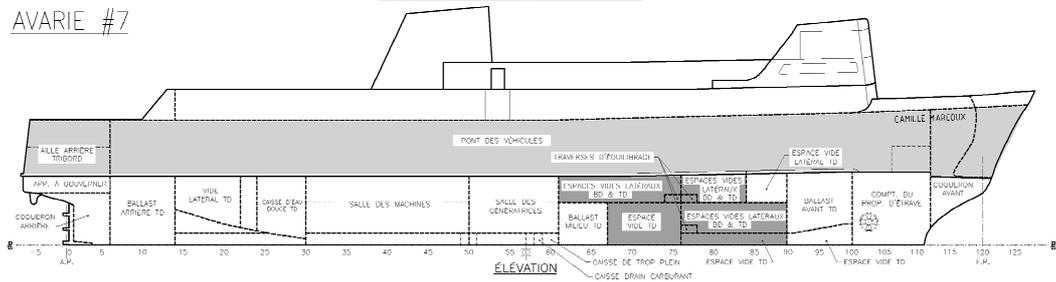
VUE EN PLAN: SOUS LE PONT PRINCIPAL



AVARIE #6B

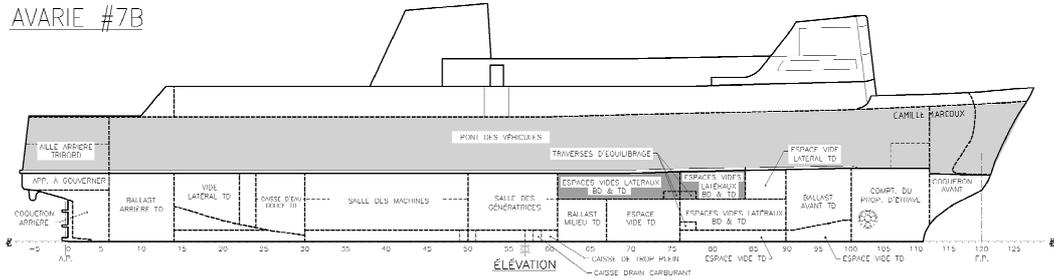


AVARIE #7

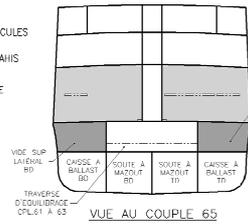




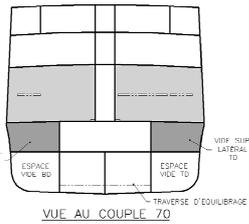
AVARIE #7B



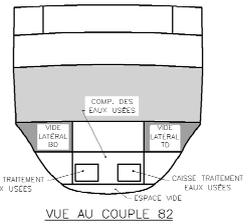
- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICULES
- COMPARTIMENT ENVAHIS
- Eaux d'équilibrage



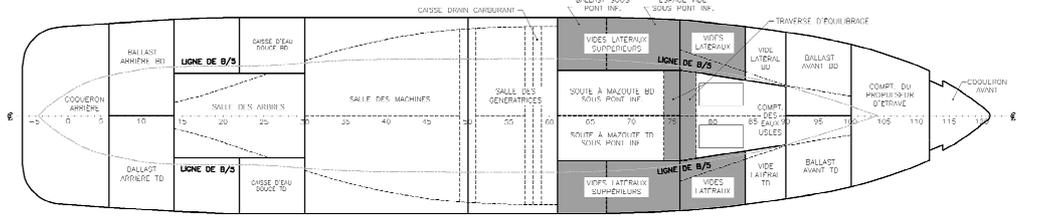
VUE AU COUPLE 65



VUE AU COUPLE 70

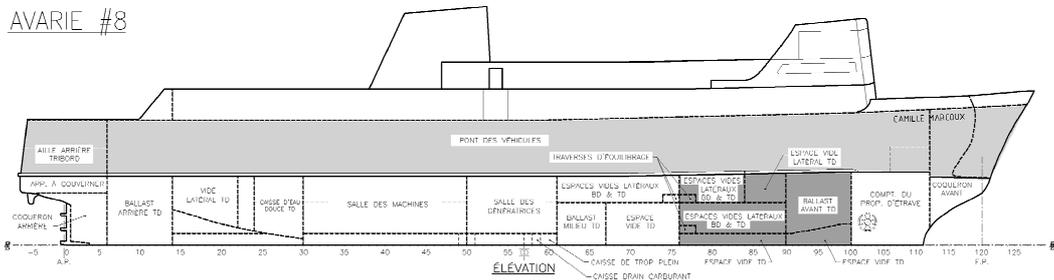


VUE AU COUPLE 82

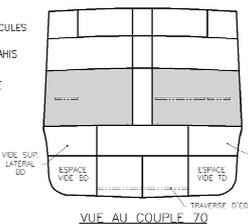


VUE EN PLAN: SOUS LE PONT PRINCIPAL

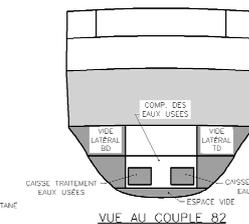
AVARIE #8



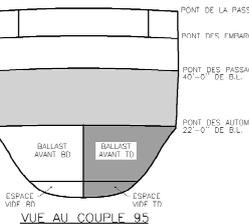
- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICULES
- COMPARTIMENT ENVAHIS
- Eaux d'équilibrage



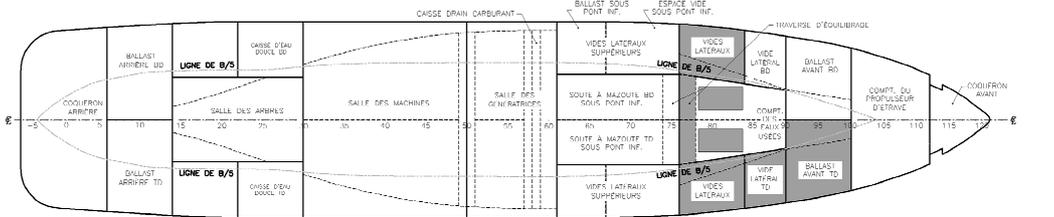
VUE AU COUPLE 70



VUE AU COUPLE 82



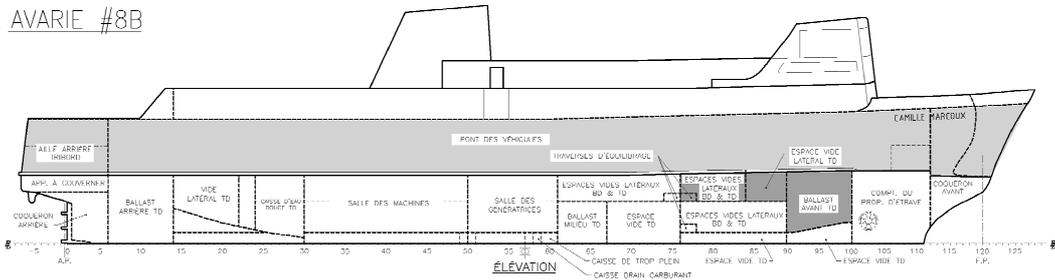
VUE AU COUPLE 95



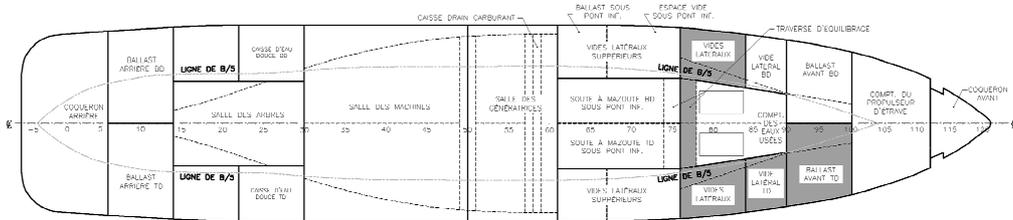
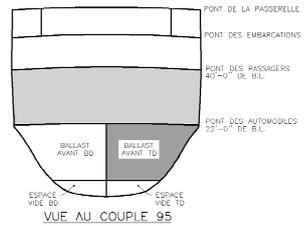
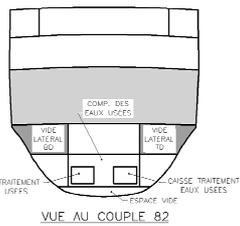
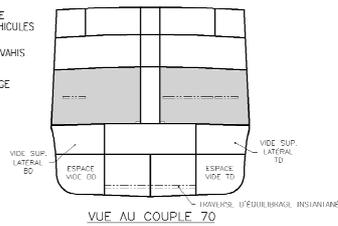
VUE EN PLAN: SOUS LE PONT PRINCIPAL



AVARIE #8B

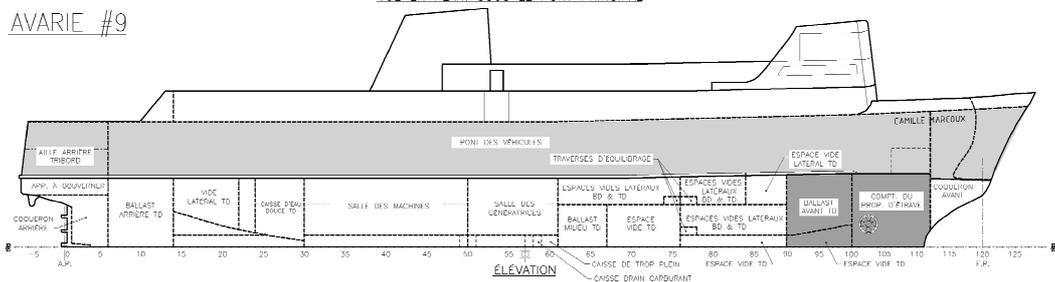


- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICLES
- COMPARTIMENT ENVAHIS
- Eaux d'équilibrage

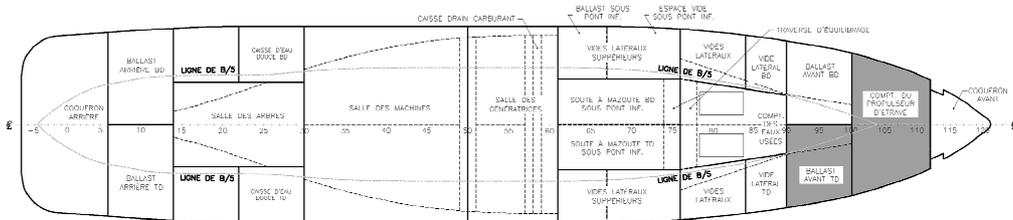
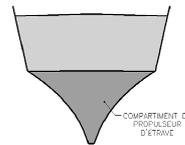
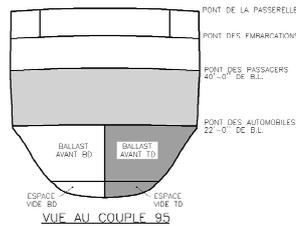


VUE EN PLAN: SOUS LE PONT PRINCIPAL

AVARIE #9



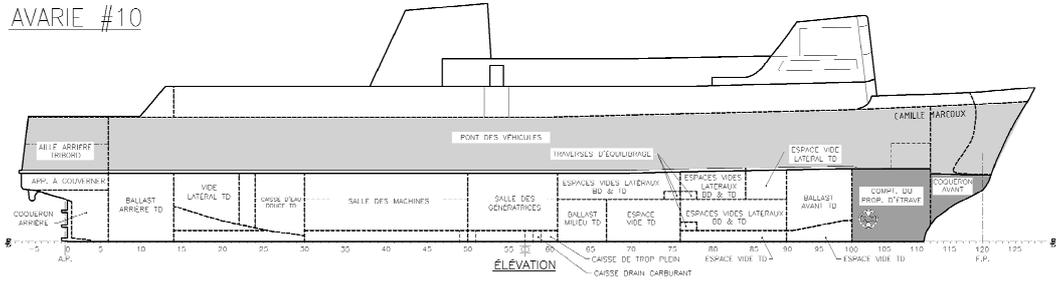
- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICLES
- COMPARTIMENT ENVAHIS
- Eaux d'équilibrage



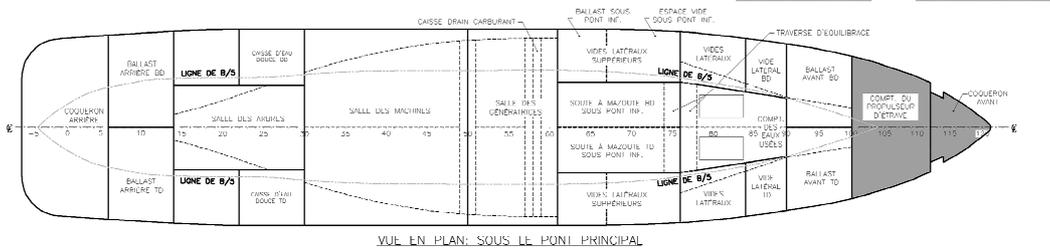
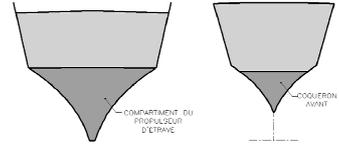
VUE EN PLAN: SOUS LE PONT PRINCIPAL



AVARIE #10



- ENVAHISSEMENT DE L'ESPACE DES VEHICULES
- COMPARTIMENT ENVAHIS
- EAUX D'EQUILIBRAGE



### **1.3.5 Résultats**

Après modifications, le navire rencontre encore largement tous les critères de la stabilité intacte (TP7301, Stab.5). La hauteur du centre vertical de gravité du navire, n'ayant pas changé de façon significative, les marges sur les critères d'aire sous la courbe de GZ du navire avant modification sont conservées. L'enlèvement du quartier d'équipage sous le pont principal à l'avant du navire a eu comme impact de reculer sensiblement la position longitudinale du centre de gravité du navire léger. Cependant, ceci n'a pour seul effet de réduire la quantité nécessaire de ballast arrière requise pour l'opération du navire dans une assiette neutre.

Le navire se conforme également aux exigences du TP10943 amendé. Par contre, quelques cas d'avarie n'ont pas de marge importante:

- Condition 7, avarie 5, la ligne de surimmersion est à 98mm au dessus de l'eau, à l'arrière.
- Pour cette même condition, l'arc de GZ positif est de 15.6°, le minimum étant de 15°.
- Pour cette même condition, l'aire sous la courbe de GZ est de 0.026m·rad (0.015 requis).
- Condition 7, avarie 6, la ligne de surimmersion est à 44mm au dessus de l'eau, à l'avant.
- Pour cette dernière, l'arc de GZ positif est de 19.4°, le minimum étant de 15°.

Pour un navire de la taille du Camille Marcoux, on peut définir à titre indicatif, qu'un franc-bord résiduel de 200mm peut être quantifié comme étant marginal alors qu'un franc-bord de 100mm peut être quantifié comme très marginal. Hors, deux cas d'avarie, le 5 et 6 présentent des francs-bords très marginaux alors que l'avarie no.5, 7 et 8 présentent des francs-bords marginaux. Pour les modifications de compartimentation définies dans ce scénario de modification du navire, le poids du navire modifié aura un impact direct sur les marges existantes des francs-bords du navire.

Plusieurs autres critères de stabilité endommagée tel l'arc de GZ requis de 15° et le GZ minimum requis de 100mm sont également marginaux. Les avaries 5 et 6 sont marginales sur le critère d'arc de GZ alors qu'une plage importante des cas d'avarie est marginale sur le critère de GZ minimum. Ces deux critères sont largement influencés par la hauteur du centre de gravité du navire. Un sommaire des résultats est présenté aux Tableau 1 à 3

### **1.3.6 Charge utile**

Avec les modifications proposées, le navire pourra transporter la même charge utile que pour le navire existant dans son opération actuelle. Afin de rencontrer les critères de ligne de surimmersion, les tirants d'eau d'opération du navire devront être réduits tel que spécifié plus bas. Les caractéristiques opérationnelles du navire sont donc :

- Tirant d'eau maximum à l'arrière de 4.854m (avant modification, t. arrière de 5.156m).
- Tirant d'eau maximum à l'avant de 4.848m.
- Le navire pourra transporter la même quantité de carburant que le navire existant, soit un maximum de 162 tonnes.
- Le navire pourra transporter la même quantité d'eau potable que le navire existant, soit un maximum de 57 tonnes.

### **1.3.7 Implications futures**

Comme certains critères de stabilité sont marginaux, la marge disponible d'ajout de poids dans les années de services subséquentes sera faible, d'autant plus qu'il est facilement envisageable que le navire subira des modifications supplémentaires à celles nécessaires à la stabilité, par exemple, modernisation des espaces à passagers ou remotorisation. Il est aussi difficilement envisageable d'effectuer de nouvelles modifications pour la stabilité, par exemple à sa compartimentation, car toutes les méthodes ont déjà été utilisées.

La seule marge véritable que le navire disposera sera l'ajout de volume à l'arrière, en déplaçant la porte arrière et en allongeant le navire de quelques mètres. Cependant, la sous-compartimentation du navire dans sa partie avant a déjà été exploitée à son maximum et une marge additionnelle pour les cas d'avarie avant semble difficile à réaliser.

Tableau 1. Navire modifié, sans quartier d'équipage, résumé des conditions intactes

Condition de Chargement	Dépl. tonne	T. eau à A.P. m	T. eau à F.P. m	T. eau Midship m	Assiette sur LBP m	TP 7301. STAB.5					
						Aire de 0° à 30°	Aire de 0° à 40°	Aire de 30° à 40°	GZ max. au delà de 30°	Angle de GZ maximum	GM initial
						m.rad	m.rad	m.rad	m	degrés	m
						>0.055	>0.09	>0.03	>0.20	>25	>0.15
C1: Navire léger départ	3845	4.799	3.900	4.349	0.899	0.331	0.585	0.254	1.848	54.100	2.197
C2: Navire léger arrivée	3633	4.730	3.580	4.155	1.150	0.304	0.536	0.232	1.655	54.100	1.794
C3: Voitures, Départ	4263	4.781	4.711	4.746	0.070	0.297	0.531	0.234	1.711	52.700	2.015
C4: Voitures, Arrivée	4051	4.702	4.424	4.563	0.278	0.269	0.482	0.213	1.538	53.100	1.603
C5: Voitures, camions, autobus, Départ	4389	4.849	4.849	4.849	0.000	0.290	0.519	0.229	1.668	52.700	2.072
C6: Voitures, camions, autobus, Arrivée	4177	4.771	4.566	4.668	0.205	0.262	0.470	0.208	1.500	52.700	1.721
C7: Camions, Départ	4392	4.851	4.851	4.851	0.000	0.284	0.509	0.225	1.634	52.200	2.032
C8: Camions, Arrivée	4182	4.778	4.567	4.672	0.211	0.257	0.460	0.204	1.466	52.700	1.692

**Tableau 2. Navire modifié, sans quartier d'équipage, résumé des conditions avariées avant équilibrage**

						TP 10943 draft v6, 2 Compartiments, Eaux Intérieures							
Condition		Dépl. tonne	T. eau à A.P. m	T. eau à F.P. m	T. eau Midship m	Assiette sur LBP m	Marge de Francbord	Gîte à l'équilibre	Arc de GZ Positif	GM résiduel	GZ maximum	GZ résiduel (gîte pass ou vent)	Aire de éq. à 27°
d'avarie	de chargement						m	degrés	degrés	m	m	m	m
							Non requis	<15	>7	Non requis	>0.05	Non requis	Non requis
Avarie 4 C1: Navire léger départ		3817	5.909	4.272	5.090	1.637	0.201	3.200	34.800	2.505	0.328	0.305	0.104
Avarie 4 C2: Navire léger arrivée		3630	5.851	3.934	4.892	1.917	0.055	4.500	31.200	2.331	0.276	0.253	0.082
Avarie 4 C3: Voitures, Départ		4235	5.991	5.047	5.519	0.944	0.118	3.300	21.600	2.316	0.205	0.136	0.048
Avarie 4 C4: Voitures, Arrivée		4048	5.926	4.742	5.334	1.184	-0.019	4.500	19.100	2.129	0.164	0.095	0.035
Avarie 4 C5: Voitures, camions, autobus, Départ		4360	6.076	5.190	5.633	0.886	0.020	3.400	18.300	2.210	0.169	0.099	0.034
Avarie 4 C6: Voitures, camions, autobus, Arrivée		4173	6.010	4.890	5.450	1.120	-0.108	4.600	16.000	2.058	0.133	0.064	0.024
Avarie 4 C7: Camions, Départ		4364	6.080	5.192	5.636	0.888	-0.001	3.500	17.400	2.157	0.158	0.135	0.030
Avarie 4 C8: Camions, Arrivée		4179	6.017	4.892	5.455	1.125	-0.130	4.700	15.200	2.008	0.123	0.100	0.021
Avarie 5 C1: Navire léger départ		3845	6.166	5.114	5.640	1.052	0.121	2.100	27.300	2.752	0.272	0.249	0.079
Avarie 5 C2: Navire léger arrivée		3633	6.045	4.788	5.417	1.257	0.198	2.300	25.900	2.500	0.268	0.245	0.076
Avarie 5 C3: Voitures, Départ		4263	6.290	5.872	6.081	0.418	0.057	1.800	15.200	2.684	0.143	0.073	0.024
Avarie 5 C4: Voitures, Arrivée		4051	6.164	5.583	5.874	0.581	0.132	2.100	16.200	2.418	0.168	0.098	0.030
Avarie 5 C5: Voitures, camions, autobus, Départ		4388	6.382	6.016	6.199	0.366	-0.032	1.800	11.700	2.539	0.101	0.031	0.013
Avarie 5 C6: Voitures, camions, autobus, Arrivée		4177	6.254	5.733	5.993	0.521	0.050	2.100	13.500	2.394	0.130	0.060	0.020
Avarie 5 C7: Camions, Départ		4392	6.385	6.018	6.202	0.367	-0.041	1.800	11.100	2.484	0.095	0.071	0.012
Avarie 5 C8: Camions, Arrivée		4182	6.261	5.736	5.999	0.525	0.038	2.100	13.000	2.352	0.122	0.099	0.018
Avarie 6 C1: Navire léger départ		3846	4.924	5.393	5.158	-0.469	0.781	3.800	26.900	1.530	0.241	0.217	0.066
Avarie 6 C2: Navire léger arrivée		3633	4.777	5.068	4.922	-0.291	0.735	5.800	23.900	1.218	0.203	0.180	0.050
Avarie 6 C3: Voitures, Départ		4249	5.003	6.160	5.581	-1.157	0.227	2.700	17.900	1.667	0.151	0.082	0.030
Avarie 6 C4: Voitures, Arrivée		4037	4.882	5.865	5.373	-0.983	0.443	3.800	16.900	1.197	0.126	0.057	0.023
Avarie 6 C5: Voitures, camions, autobus, Départ		4372	5.085	6.304	5.694	-1.219	0.119	2.200	15.700	1.737	0.134	0.065	0.023
Avarie 6 C6: Voitures, camions, autobus, Arrivée		4160	4.968	6.016	5.492	-1.048	0.325	3.300	15.200	1.289	0.112	0.043	0.019
Avarie 6 C7: Camions, Départ		4392	5.081	6.336	5.708	-1.255	0.023	3.200	13.400	1.645	0.105	0.081	0.016
Avarie 6 C8: Camions, Arrivée		4182	4.961	6.047	5.504	-1.086	0.196	4.400	12.500	1.209	0.083	0.059	0.012

**Tableau 3. Navire modifié, sans quartier d'équipage, résumé des conditions avariées après équilibrage**

							TP 10943 draft v6, 2 Compartiments, Eaux Intérieures						
Condition		Dépl. tonne	T. eau à A.P. m	T. eau à F.P. m	T. eau Midship m	Assiette sur LBP m	Marge de Francbord	Gîte à l'équilibre	Arc de GZ Positif	GM résiduel	GZ maximum	GZ résiduel (gîte pass ou vent)	Aire de équ. à 27°
d'avarie	de chargement						m	degrés	degrés	m	m	m	m
							>0	<12	>15	>0.05	>0.1	>0.04	>0.015
Avarie 1	C4: Voitures, Arrivée	4051	5.043	4.188	4.616	0.855	1.396	1.100	34.400	2.026	0.475	0.409	0.146
Avarie 1	C7: Camions, Départ	4392	5.182	4.632	4.907	0.550	1.282	1.000	31.700	2.231	0.429	0.406	0.133
Avarie 1	C8: Camions, Arrivée	4182	5.114	4.337	4.725	0.777	1.314	1.200	31.500	1.978	0.415	0.392	0.127
Avarie 2	C4: Voitures, Arrivée	4051	4.976	4.251	4.613	0.725	1.274	2.400	35.100	1.610	0.394	0.328	0.116
Avarie 2	C7: Camions, Départ	4392	5.136	4.681	4.909	0.455	1.141	2.200	32.400	1.859	0.347	0.324	0.105
Avarie 2	C8: Camions, Arrivée	4182	5.057	4.393	4.725	0.664	1.175	2.500	31.500	1.568	0.332	0.309	0.098
Avarie 3	C4: Voitures, Arrivée	4048	4.850	4.363	4.606	0.487	1.153	4.000	32.100	1.507	0.349	0.283	0.097
Avarie 3	C7: Camions, Départ	4364	4.979	4.798	4.888	0.181	1.234	2.600	31.500	1.672	0.333	0.310	0.099
Avarie 3	C8: Camions, Arrivée	4179	4.927	4.506	4.717	0.421	0.988	4.500	28.600	1.437	0.289	0.266	0.080
Avarie 4 api	C4: Voitures, Arrivée	4045	6.157	4.768	5.463	1.389	0.398	0.000	28.200	2.077	0.299	0.230	0.090
Avarie 4 api	C7: Camions, Départ	4337	6.278	5.216	5.747	1.062	0.294	0.000	24.100	2.187	0.255	0.232	0.066
Avarie 4 api	C8: Camions, Arrivée	4176	6.252	4.916	5.584	1.336	0.305	0.000	24.400	1.996	0.254	0.230	0.066
Avarie 5 api	C4: Voitures, Arrivée	4051	6.288	5.669	5.979	0.619	0.408	0.000	22.000	2.695	0.253	0.183	0.060
Avarie 5 api	C7: Camions, Départ	4392	6.509	6.096	6.303	0.413	0.098	0.000	15.600	2.891	0.154	0.130	0.026
Avarie 5 api	C8: Camions, Arrivée	4182	6.385	5.820	6.103	0.565	0.214	0.000	18.100	2.629	0.199	0.175	0.039
Avarie 6 api	C4: Voitures, Arrivée	4018	4.929	5.946	5.438	-1.017	0.548	0.000	22.000	1.461	0.206	0.137	0.048
Avarie 6 api	C7: Camions, Départ	4392	5.117	6.448	5.783	-1.331	0.044	0.000	19.400	1.923	0.202	0.178	0.043
Avarie 6 api	C8: Camions, Arrivée	4183	5.020	6.161	5.590	-1.141	0.332	0.000	19.900	1.554	0.192	0.168	0.041
Avarie 6B	C4: Voitures, Arrivée	4052	4.930	5.280	5.105	-0.350	1.219	0.000	25.400	0.906	0.186	0.118	0.046
Avarie 6B	C7: Camions, Départ	4392	5.094	5.778	5.436	-0.684	0.719	0.000	22.300	1.289	0.179	0.156	0.043
Avarie 6B	C8: Camions, Arrivée	4183	5.007	5.455	5.231	-0.448	1.043	0.000	22.300	0.936	0.152	0.129	0.035
Avarie 7	C4: Voitures, Arrivée	4051	4.403	5.863	5.133	-1.460	0.627	0.000	28.000	0.524	0.211	0.143	0.059
Avarie 7	C7: Camions, Départ	4392	4.605	6.287	5.446	-1.682	0.202	0.000	24.200	1.120	0.188	0.165	0.049
Avarie 7	C8: Camions, Arrivée	4182	4.502	6.005	5.253	-1.503	0.485	0.000	24.400	0.659	0.172	0.149	0.043
Avarie 7B	C4: Voitures, Arrivée	4052	4.657	4.703	4.680	-0.046	1.798	0.000	32.100	0.189	0.242	0.175	0.065
Avarie 7B	C7: Camions, Départ	4392	4.799	5.235	5.017	-0.436	1.263	0.000	28.700	0.738	0.209	0.186	0.058
Avarie 7B	C8: Camions, Arrivée	4183	4.730	4.887	4.809	-0.157	1.613	0.000	28.400	0.345	0.190	0.167	0.048
Avarie 8	C4: Voitures, Arrivée	4052	4.217	5.765	4.991	-1.548	0.590	3.500	27.300	1.385	0.265	0.198	0.074
Avarie 8	C7: Camions, Départ	4392	4.412	6.188	5.300	-1.776	0.202	3.200	23.100	1.626	0.216	0.193	0.054
Avarie 8	C8: Camions, Arrivée	4182	4.307	5.909	5.108	-1.602	0.438	3.700	23.200	1.378	0.214	0.191	0.054
Avarie 8B	C4: Voitures, Arrivée	4051	4.665	4.550	4.608	0.115	1.888	0.500	36.700	1.140	0.413	0.347	0.124
Avarie 8B	C7: Camions, Départ	4392	4.805	5.033	4.919	-0.228	1.454	0.400	34.100	1.552	0.368	0.345	0.115
Avarie 8B	C8: Camions, Arrivée	4182	4.738	4.713	4.725	0.025	1.755	0.500	33.500	1.206	0.353	0.330	0.107
Avarie 9	C4: Voitures, Arrivée	4051	4.324	5.249	4.786	-0.925	1.178	1.900	32.900	1.439	0.396	0.329	0.118
Avarie 9	C7: Camions, Départ	4392	4.473	5.742	5.108	-1.269	0.715	1.700	29.000	1.700	0.332	0.309	0.098
Avarie 9	C8: Camions, Arrivée	4182	4.404	5.411	4.907	-1.007	1.015	2.000	29.300	1.422	0.335	0.312	0.097
Avarie 10	C4: Voitures, Arrivée	4052	4.508	4.848	4.678	-0.340	1.650	0.000	38.700	1.369	0.523	0.457	0.162
Avarie 10	C7: Camions, Départ	4392	4.643	5.340	4.992	-0.697	1.156	0.000	35.700	1.800	0.460	0.437	0.148
Avarie 10	C8: Camions, Arrivée	4183	4.586	5.007	4.796	-0.421	1.491	0.000	35.600	1.412	0.458	0.435	0.143

## 1.4 Coût du scénario 1

L'estimé des coûts a été préparé afin de tenir compte seulement des modifications relatives au présent mandat. Ces coûts incluent la mise en cale sèche, le démantèlement du quartier d'équipage actuel, l'élargissement de l'arrière, l'ajout des différentes cloisons sous le pont principal ainsi que les modifications à apporter à la tuyauterie et à la ventilation. Ces coûts ont été élaborés avec les hypothèses suivantes:

- Le coût de l'acier est de 1350\$ la tonne.
- Les transformations se feront dans un chantier canadien possédant une cale sèche.
- Le coût de transformation de l'acier varie de 8800 à 22 000\$ la tonne dépendant de la complexité de la structure.
- Le taux horaire uniformisé est de 55\$/heure.
- Les coûts de gestion de la Société des Traversiers sont exclus.
- Les coûts d'approbation et d'inspection sont exclus.
- L'estimé possède une variabilité de l'ordre de  $\pm 20\%$ .

Toutes ces hypothèses sont représentatives d'un chantier d'envergure possédant des installations d'importance. La mise en cale sèche est nécessaire car les modifications de l'arrière sont situées en partie sous la ligne de flottaison légère du navire. Il est toutefois possible de diminuer ces coûts en effectuant une partie de ces transformations à l'eau par une entreprise établie possédant moins d'installations. Ces coûts sont aussi variables en fonction de la disponibilité des chantiers, de la variation des coûts de l'acier et de l'inflation. L'estimé du coût de transformation pour le scénario 1 est d'environ 6 millions de dollars canadiens.

Le coût détaillé de cette option est présenté en *annexe VIII*.

## 1.5 Sommaire

La mise en conformité du navire au TP10943 amendé selon ce scénario nécessitera principalement l'ajout de cloisons dans l'ancien quartier d'équipage, dans le compartiment des eaux usées ainsi que dans la salle des arbres. De plus, des caissons extérieurs devront être ajoutés à l'arrière du navire. Ces modifications ainsi que le démantèlement du quartier d'équipage coûteront environ 6 millions de dollars.

## Section 2 Navire avec le quartier d'équipage déplacé

### 2.1 Problèmes et solutions

#### 2.1.1 Introduction

Dans la Section 1, nous avons déterminé un éventail de solutions afin de rendre le navire conforme aux nouvelles exigences de Transports Canada en matière de stabilité avariée pour le navire avec son quartier d'équipage éliminé. Toutes ces solutions ont permis au navire de conserver sa charge utile actuelle sans limitation d'opération autre que le tirant d'eau maximum. Dans le scénario où le quartier d'équipage serait déplacé du pont inférieur au pont des embarcations couple 14 à 41 (voir C07-04-602-02, *Arrangement général*), un poids de 113 tonnes est calculé pour l'ajout du nouveau quartier d'équipage. En plus de cet ajout de poids, le centre de gravité longitudinal du navire lège se déplace vers l'arrière (voir calcul en *annexe III*) et le centre de gravité vertical monte de 300mm ce qui est significatif. Cet ajout de poids à l'arrière empire les conditions d'avarie pour lesquelles les caissons arrière ont été ajoutés, soient les cas d'avaries 2, 3, 4 et 5. L'augmentation du centre de gravité vertical fait en sorte que maintenant, les cas d'avaries 3, 4, 5, 6, 7 et 8 sont critiques pour les critères d'aire sous la courbe.

Dans les prochaines sections, comme la séquence de détermination des scénarios de modifications est similaire à la Section 1, nous allons commencer l'analyse en supposant le navire déjà modifié selon la Section 1.

#### 2.1.2 Cas d'avarie 5

Si le navire transporte sa pleine charge utile, le cas d'avarie 5 ne respecte pas le critère de la ligne de surimmersion et des aires sous la courbe.

##### 2.1.2.1 Augmentation du volume ajouté à l'arrière

Dans la Section 1, nous avons déterminé le volume nécessaire à ajouter au navire afin qu'il soit conforme aux critères (voir point 1.1.3.3). Lors de l'élaboration du scénario 1, deux itérations ont été nécessaires afin de déterminer son volume. À la suite de ces itérations, ce volume a été maximisé et ne peut, d'après nous, être augmenté d'avantage sans compromettre l'un ou l'autre des critères du point 1.2.5.1 à 1.2.5.4.

##### 2.1.2.2 Cloisonnement longitudinal

Similairement au point 1.1.3.1 et 1.1.3.2, cette modification n'est pas possible à cause de l'asymétrie de l'envahissement car le navire chavire.

##### 2.1.2.3 Diminution de la charge utile

Ayant épuisé les solutions possibles de modifications, la seule issue disponible consiste à diminuer la charge utile du navire. Comme il sera discuté en détail au point 2.2.5.1, la condition de chargement qui sera limitée est celle avec 12 camion-remorques.

#### 2.1.3 Cas d'avaries 2,3,4,6,7

Ayant effectué les modifications de la Section 1 et diminué la charge utile, le navire rencontre maintenant tous les critères du TP 10943 amendé.

## **2.2 Résultats de stabilité**

### **2.2.1 Calcul du nouveau poids lège**

Le nouveau poids lège du navire a été calculé en considérant l'enlèvement du quartier d'équipage ainsi que l'ajout des items nécessaires aux modifications et du nouveau quartier d'équipage. Cet estimé des poids est présenté en *Annexe III*.

### **2.2.2 Conditions de chargement, stabilité intacte**

Les conditions de chargement analysées pour la stabilité intacte sont les suivantes:

1. Navire lège opérationnel, départ.
2. Navire lège opérationnel, arrivée.
3. Voitures, départ.
4. Voitures, arrivée.
5. Voitures, autobus, camions, départ .
6. Voitures, autobus, camions, arrivée.
7. Camions, départ.
8. Camions, arrivée

### **2.2.3 Cas d'avaries**

#### **2.2.3.1 Conditions de chargement**

La stabilité endommagée a été analysée pour les trois conditions de chargement suivantes:

5. Voitures, autobus, camions, départ (plus grand chargement).
7. Camions, départ (pire condition de départ pour l'aire sous la courbe).
8. Camions, arrivée (pire condition d'arrivée pour l'aire sous la courbe).

#### **2.2.3.2 Cas d'avaries**

Les cas d'avarie utilisés dans le calcul de stabilité avariée sont les mêmes que ceux présentés au point 1.3.2. Pour les cas d'avarie où un équilibrage est nécessaire, les calculs ont été faits avant et après l'équilibrage.

### **2.2.4 Résultats**

Après modifications avec le quartier d'équipage ajouté au pont des embarcations, le navire rencontre encore avec de bonnes marges tous les critères de la stabilité intacte (*TP7301, Stab.5*). La hauteur du centre vertical de gravité du navire ayant augmenté de 300mm, les valeurs des aires sous la courbe de GZ ont généralement diminué d'environ 15% mais tous en gardant une marge d'environ 4 fois et demi des valeurs requises.

Après modifications, le navire est conforme aux exigences du TP10943. Par contre, de nombreuses conditions, toutes en cas d'avarie, n'ont pas de marge importante. Les pires étant:

- Condition 5, avarie 6, la ligne de surimmersion est à 54mm au dessus de l'eau, à l'avant.
- Condition 5, avarie 5, l'aire sous la courbe est de 0.02m·rad (0.015 requis).

- Pour cette même condition, l'arc de GZ positif est de 13°, le minimum étant 15°. D'après le TP10943, il est permis que l'arc de GZ positif soit inférieur à 15° mais, pour ce faire, il faut que l'aire sous la courbe de GZ soit majorée du minimum de 0.015 par le multiplicateur 15°(requis)/13° (actuel). Pour cette condition, l'aire sous la courbe requise sera  $0.015 \times 15/13 = 0.0173 \text{ m}\cdot\text{rad}$ .

Un sommaire des résultats est présenté aux tableaux ci-dessous.

Avec l'ajout du poids important du nouveau quartier d'équipage au pont des embarcations, le navire est maintenant critique non seulement avec la ligne de surimmersion mais aussi avec l'aire sous la courbe du bras de redressement et ce sur une plage plus importante de ses cas d'avarie que celle observée pour le premier scénario de modification. Ceci vient également du fait que le port en lourd a été optimisé sur les critères de la courbe de GZ. Soit, de meilleures marges sur les valeurs de GZ correspondent directement sur une diminution de la charge utile déjà réduite.

### **2.2.5 Restrictions d'opérations**

Avec le scénario 2, il existe pour toutes les conditions de chargement un critère de stabilité du TP10943 qui est limitatif pour l'opération. En autres mots, la plage d'opération en ce qui a trait au chargement est très petite. Afin de rencontrer les critères de stabilité, le capitane devra, lors du chargement et de l'opération du navire, rencontrer les limites d'opérations suivantes:

#### **2.2.5.1 Charge utile maximum de 363 tonnes**

Le navire pourra transporter au maximum 363 tonnes de chargement au pont principal, comparées aux 425 tonnes du navire actuel, soit une réduction de 62 tonnes ou de 15%. Cette limitation sera effective pour la condition de chargement avec camion-remorques qui limite le nombre de camion transporté à 10 camions de 40' ou 8 camions de 53'. De plus, la position des camions dans le navire devront être telle que spécifiée dans les plans de chargements (C07-04-673-02).

#### **2.2.5.2 Chargement mixte**

Dans le cas du chargement mixte, les camion-remorques lourds devront être chargés en premier à l'avant du navire, suivi successivement des camions légers puis des autobus, afin de respecter la limitation du tirant d'eau discuté ci-bas. Si cette condition n'est pas respectée, la charge utile du navire devra être diminuée davantage.

#### **2.2.5.3 Compensation de l'utilisation du carburant par du ballast**

Pour le navire avec un plein chargement de camions, le capitaine devra compenser une partie de la perte de carburant par du ballast, soit environ 15 tonnes de plus d'eau dans les ballasts avant qu'au départ.

#### **2.2.5.4 Tirant d'eau**

Le navire ne devra pas naviguer avec un tirant d'eau arrière supérieur à 4.848m et un tirant d'eau avant supérieur à 4.833m sauf pour les conditions navire lège départ et arrivée, comparativement à 5.15m pour le navire actuel à l'arrière.

#### 2.2.5.5 Chargement maximum en carburant et eau potable

Un maximum de 113 tonnes de carburant pourra être transporté à bord ainsi qu'un maximum de 34 tonnes d'eau potable.

#### **2.2.6 Implications futures**

Comme la plage d'utilisation du navire est limitée, la marge disponible pour son utilisation future est elle aussi limitée. En effet, si le navire est modifié selon cette alternative la marge disponible d'ajout de poids dans les années de services subséquentes sera très faible, d'autant plus qu'il est difficilement envisageable d'effectuer de nouvelles modifications, par exemple à sa compartimentation, car toutes les méthodes ont déjà été utilisées. La seule marge véritable que le navire disposera sera l'ajout de volume à l'arrière, en déplaçant la porte arrière et en allongeant le navire de quelques mètres.

**Tableau 4. Navire modifié, avec quartier d'équipage, résumé des conditions intactes**
**Résumé des conditons intactes**

Condition de chargement	Dépl. tonnes	T. eau à A.P. m	T. eau à F.P. m	T. eau Midship m	Assiette sur LBP m	TP 7301. STAB.5					
						Aire de 0° à 30°	Aire de 0° à 40°	Aire de 30° à 40°	GZ max. au delà de 30°	Angle de GZ maximum	GM initial
						m.rad >0.055	m.rad >0.09	m.rad >0.03	m >0.20	degrés >25	m >0.15
C1: Navire lège départ	3887	4.968	3.741	4.354	1.227	0.288	0.507	0.218	1.553	53.100	2.231
C2: Navire lège arrivée	3747	4.939	3.509	4.224	1.430	0.271	0.474	0.203	1.420	53.100	2.036
C3: Voitures, Départ	4363	4.798	4.870	4.834	-0.072	0.250	0.451	0.200	1.443	51.800	1.710
C4: Voitures, Arrivée	4222	4.753	4.674	4.713	0.079	0.231	0.417	0.186	1.327	51.800	1.473
C5: Voitures, camions, autobus, Départ	4365	4.818	4.846	4.832	-0.028	0.243	0.438	0.195	1.397	51.800	1.684
C6: Voitures, camions, autobus, Arrivée	4236	4.761	4.689	4.725	0.072	0.222	0.403	0.180	1.285	51.800	1.440
C7: Camions, Départ	4348	4.807	4.831	4.819	-0.024	0.243	0.437	0.195	1.397	51.800	1.666
C8: Camions, Arrivée	4222	4.742	4.687	4.714	0.055	0.228	0.409	0.181	1.283	51.800	1.389

**Tableau 5. Navire modifié, avec quartier d'équipage, résumé des conditions avariées avant équilibrage**

Résumé des conditons avariées

							TP 10943 draft v6, 2 Compartiments, Eaux Intérieures						
Condition		Dépl. tonne	T. eau à A.P. m	T. eau à F.P. m	T. eau Midship m	Assiette sur LBP m	Marge de Francbord	Gîte à l'équilibre	Arc de GZ Positif	GM résiduel	GZ maximum	GZ résiduel (gîte pass ou vent)	Aire de éq. à 27°
d'avarie	de chargement						m	degrés	degrés	m	m	m	m
							Non requis	<15	>7	Non requis	>0.05	Non requis	Non requis
Avarie 4 . C5: Voitures, camions, autobus, Départ		4347	6.067	5.171	5.619	0.896	-0.130	4.400	12.100	1.822	0.097	0.028	0.013
Avarie 4 . C7: Camions, Départ		4330	6.054	5.155	5.605	0.899	-0.120	4.400	12.300	1.845	0.100	0.076	0.014
Avarie 4 . C8: Camions, Arrivée		4219	5.998	4.998	5.498	1.000	-0.151	4.900	11.400	1.748	0.086	0.062	0.011
Avarie 5 . C5: Voitures, camions, autobus, Départ		4364	6.350	6.005	6.178	0.345	-0.043	2.000	8.700	2.266	0.075	0.004	0.007
Avarie 5 . C7: Camions, Départ		4348	6.338	5.987	6.162	0.351	-0.031	2.100	9.000	2.293	0.078	0.054	0.008
Avarie 5 . C8: Camions, Arrivée		4222	6.249	5.839	6.044	0.410	0.066	2.000	10.500	2.129	0.100	0.076	0.012
Avarie 6 . C5: Voitures, camions, autobus, Départ		4364	5.035	6.325	5.680	-1.290	-0.019	4.100	9.500	1.242	0.055		
Avarie 6 . C7: Camions, Départ		4348	5.021	6.310	5.665	-1.289	-0.010	4.200	9.500	1.236	0.055	0.031	0.006
Avarie 6 . C8: Camions, Arrivée		4222	4.932	6.158	5.545	-1.226	0.061	4.800	8.800	0.958	0.051	0.019	0.004



### **2.3 Coûts du scénario 2**

Les coûts du scénario 2 ont été estimés sur la même base que ceux du scénario 1, au point 1.4. Ils incluent les éléments suivants:

- Démantèlement complet du quartier d'équipage existant.
- Cloisonnement de la région avant.
- Élargissement du navire à l'arrière.
- Ajout du pont pour le nouveau quartier d'équipage.
- Ajout du nouveau quartier d'équipage.
- Ajout des nouvelles succions d'assèchement des fonds.

Il a été calculé que ce scénario coûterait 11.8 millions de dollars

### **2.4 Sommaire**

L'ajout d'un quartier d'équipage au navire à l'arrière a pour effet que le navire devra réduire sa charge utile à 85% de celle du navire actuel, la raison principale étant que le nouveau quartier est ajouté à l'arrière et c'est à l'arrière que le navire est limité par sa stabilité. Cette option coûtera environ 11.8 millions. Le navire étant déjà critique pour plusieurs conditions de stabilité avariée, il sera très important de maintenir un contrôle strict sur les poids ajoutés au navire au cours des transformations.

De plus, pour le scénario 1 et 2 où le volume arrière de la coque sous la ligne d'eau est modifié, nous recommandons que si le scénario 1 ou 2 était choisi par la STQ, que des essais en bassin de carène soient effectués afin de valider l'écoulement de l'eau au niveau des hélices afin de détecter des problèmes possibles de cavitation.

## Section 3 Navire allongé, sans quartier d'équipage

### 3.1 Introduction

Tel que spécifié par la Société des Traversiers, dans le cas où le navire serait allongé, l'allongement minimum demandé est de 25m, soit la longueur d'un train routier<sup>4</sup>. Notre mandat se limitant à l'évaluation de la stabilité du navire, de la résistance longitudinale ainsi que l'estimation de la puissance requise, aucun des aspects suivants ni leur impact sur le chargement et sur les coûts n'a été considéré:

- Remotorisation soit moteur, arbres, hélices (autre que l'estimé de puissance).
- Puissance des génératrices.
- Nouvelles unités de ventilation.
- Augmentation de la capacité en CO<sub>2</sub>.
- Remplacement des ancres, chaînes de mouillage, appareils de mouillage.
- Installations portuaires.
- Nécessité d'un nouveau propulseur d'étrave.
- Remplacement du gouvernail et de l'appareil à gouverner.
- Augmentation de la dimension des ailerons stabilisateurs.
- Modification des aménagements autres que ceux dans la nouvelle section.
- Augmentation du poids lège causé par les items ci-dessus.

Il a été choisi que le navire serait allongé au couple 62-200mm en dessous du pont principal et au couple 70-200mm au-dessus. Les raisons étant:

1. La coupe au couple 62 permet d'éviter la salle des génératrices.
2. Le maître bau du navire est au couple 57 mais cet endroit passe directement au travers des génératrices et des ailerons.
3. La différence de forme entre le couple 57 et 62 est mineure et limitée seulement au bouchain (voir Figure 18).
4. La coupe au couple 70 permet d'éviter la cuisine au pont des passagers, celle du pont des embarcations et l'unité de ventilation.

L'arrangement du navire une fois allongé est présenté dans le dessin *C07-04-602-03*. Il est noté que cet arrangement est facilement modifiable au gré des besoins de la STQ.

<sup>4</sup> Guide des normes de charge et dimensions des véhicules, édition 2005

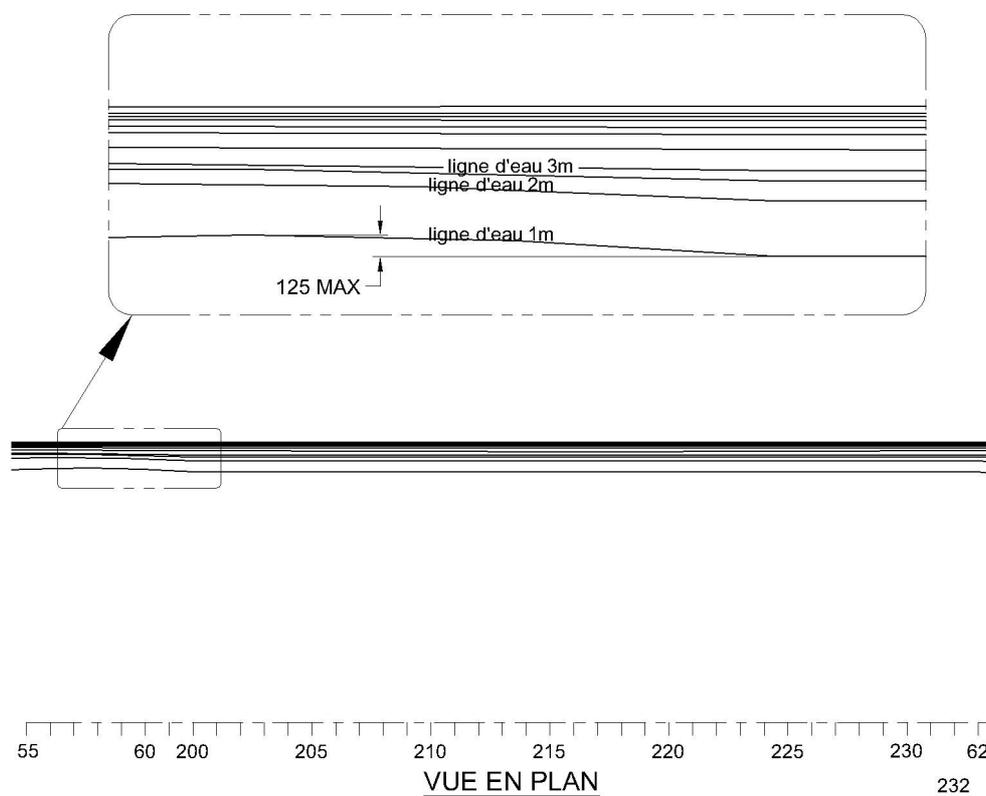
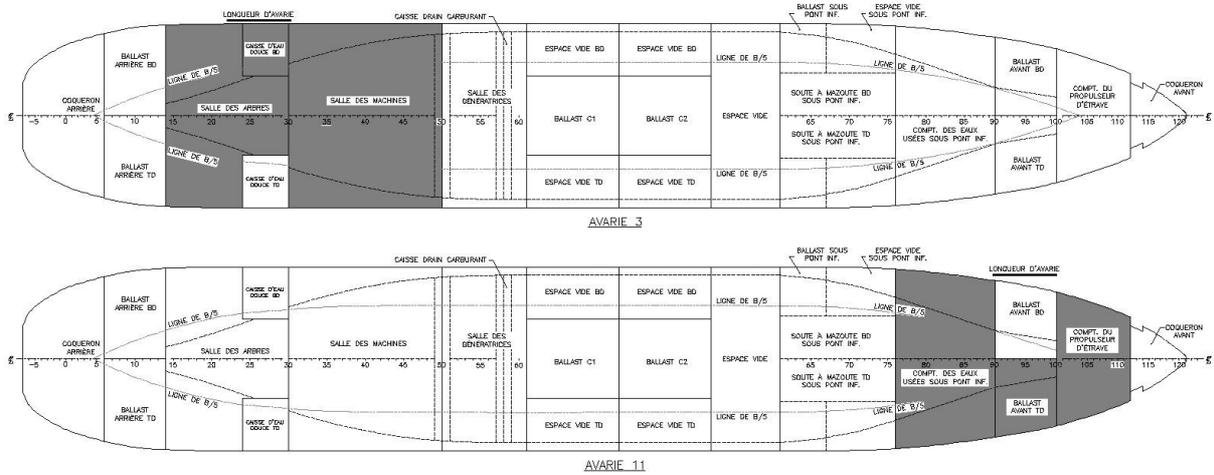


Figure 18. Changement de forme au droit de la nouvelle partie

### 3.2 Problèmes et solutions

En allongeant le navire du minimum demandé, soit 25m, avec un plein chargement mixte de camions remorques de 40' et de 53', le navire ne rencontre pas le critère de la ligne de surimmersion pour le cas d'avarie où la salle des machines et la salle des génératrices sont endommagées. Il est à noter que cette condition est celle pour laquelle l'élargissement de l'arrière est requis dans les scénarios 1 et 2 (voir Section 1 et 2). La longueur minimum requise afin que la modification de l'arrière ne soit pas nécessaire a été déterminée par itération. Cette itération dans laquelle le chargement, le poids de la partie ajoutée ainsi que les conditions de stabilité étaient des variables, a permis de calculer qu'il était nécessaire d'allonger le navire de 29.7m pour que celui-ci soit conforme aux critères. Par contre, une fois allongé de 29.7m, le navire n'est pas encore conforme pour tous les critères de stabilité avariée. En effet, avec sa pleine charge utile, les cas d'avaries 3 et 11 ne sont pas conformes car la longueur d'avarie, maintenant plus grande, fait en sorte que de grands compartiments sont avariés (voir Figure 19. Avarie 3 et 11 ). Pour ces cas, l'augmentation de la longueur n'est pas une solution.



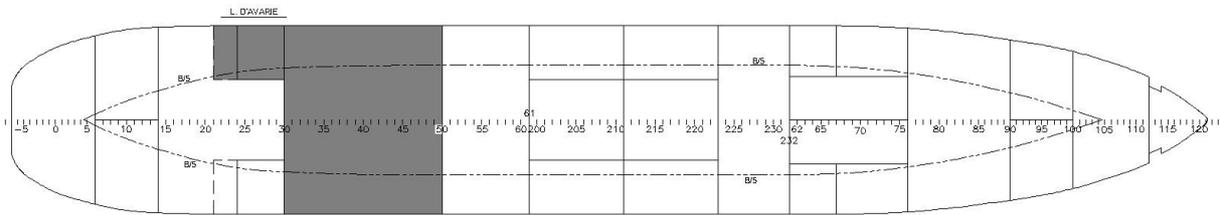
**Figure 19. Avarie 3 et 11**

### 3.2.1 Cas d'avarie 3

La problématique de ce cas est similaire au navire non allongé où les deux plus grands compartiments du navire sont avariés soit la salle des arbres et la salle des machines, ce qui engendre l'immersion de la ligne de surimmersion à l'arrière.

#### 3.2.1.1 Cloisonnement transversal

L'ajout d'une cloison transversale au couple 21, image ci-dessous, permet au navire de diminuer le volume envahi et d'être conforme aux critères de stabilité.



**Figure 20. Avarie 3, ajout d'une cloison transversale**

### 3.2.2 Cas d'avarie 11

Pour ce cas, la longueur d'avarie fait en sorte que 3 compartiments sont avariés, soit l'ancien quartier d'équipage, les ballasts avant ainsi que la salle du propulseur d'étrave. La ligne de surimmersion est immergée.

#### 3.2.2.1 Ajout d'un cofferdam

L'ajout d'un cofferdam au couple 89 s'étendant du bordé jusqu'à la zone de B/5 permet au volume d'eau envahi de diminuer suffisamment pour que la stabilité soit conforme.

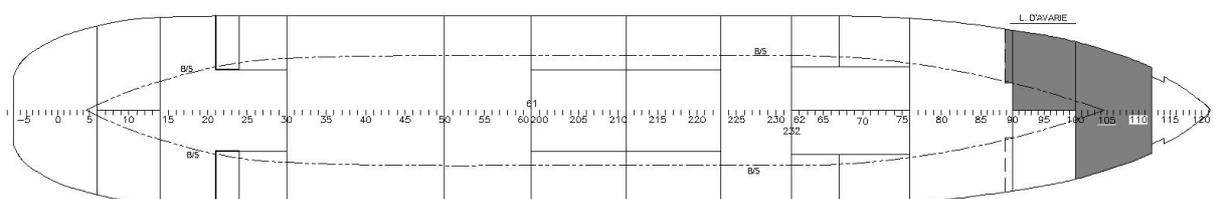


Figure 21. Avarie 11, ajout d'un cofferdam au couple 89

### 3.3 Approfondissement des solutions

#### 3.3.1 Ajout d'une partie milieu de 29.7m

##### 3.3.1.1 Introduction

Comme cet ajout est fait dans un espace relativement peu chargé de machinerie (couple 62) ainsi que d'aménagement au pont supérieur (couple 70), il est relativement facile à mettre en oeuvre. Nous utilisons le terme relativement car bien que le navire ne soit pas très complexe dans cette région, l'allongement d'un navire est toujours une modification majeure. À ce titre, Transports Canada exige qu'après avoir subi des modifications majeures, un navire est considéré comme un navire neuf en relation avec toutes les normes de construction en vigueur. C'est-à-dire que *tous* les systèmes du navire, aussi bien la machinerie, la tuyauterie, la ventilation, l'électricité, la navigation, le sauvetage et la finition, devront subir des modifications afin de les rendre conformes aux règlements en vigueur au moment des modifications.

##### 3.3.1.2 Modification de stabilité

Les items principaux de cette modification seront le démantèlement des bossoirs pour les embarcations de secours ainsi que l'extension des tuyaux de ballast coupant le couple 62. Les arrangements structuraux de cette nouvelle partie sont présentés dans le dessin C07-04-101-03.

#### 3.3.2 Cofferdam dans la salle des eaux usées

L'ajout d'un cofferdam au couple 89 est une modification mineure. La seule difficulté sera de sceller les pénétrations des différents circuits traversant la cloison 90. L'arrangement structurel est présenté au dessin C07-04-101-03 feuille 4.

#### 3.3.3 Compartimentation dans la salle des arbres

L'ajout de cloisons transversales au couple 21 et longitudinales des couples 21 à 24 est aussi une modification mineure. Elle n'engendra que le déplacement des magasins actuellement au pont inférieur ainsi que le déplacement d'une ligne de ballast. L'arrangement structurel est présenté au dessin C07-04-101-03 feuille 4.

#### 3.3.4 Tuyauterie pouvant causer un envahissement progressif

Similairement aux scénarios 1 et 2, nous avons regardé les plans composites de tuyauterie afin de déterminer les circuits qui, s'ils se trouvaient dans la zone d'avarie B/5, pourraient causer un envahissement progressif d'un compartiment autre que celui avarié.

Les circuits touchés par l'envahissement sont les suivants:

- Ballast.
- Événements des compartiments situés hors de la zone d'avarie (carburant des couples 61 à 76, événements des double-fonds de la salle des arbres).

Les circuits non touchés par l'envahissement sont les suivants:

- Huile de lubrification.
- Carburant.
- Eau potable.

Les différentes modifications nécessaires à l'élimination des causes d'envahissement progressif sont présentées dans le dessin *C07-04-500-03/04*. Elles impliquent l'ajout de valves d'isolation contrôlées à distance aux extrémités des tuyaux de ballast et le déplacement des événements des réservoirs à carburant et du double fond de la salle des arbres.

Il est noté que certains circuits ne sont pas ouverts mais peuvent causer l'envahissement de systèmes ayant un volume important. C'est le cas des unités de traitement des eaux usées, par exemple, où les différents drains de pont une fois avariés vont envahir les réservoirs de ces unités. Similairement, les différentes caisses de récupération des huiles usées des moteurs principaux (situés dans la salle des génératrices) ont le même problème. Dans ces cas, nos conditions d'avarie ont considéré l'envahissement de ces volumes.

### **3.3.5 Cloison d'abordage**

Avec une longueur de navire augmentée de 32%, la cloison d'abordage n'est maintenant plus à la position prescrite par Lloyds par rapport à l'avant du navire. Il est donc requis d'ajouter une nouvelle cloison un (1) couple à l'arrière de la cloison actuelle et d'ajouter la cloison existante. Les modifications sont présentées dans le dessin *C07-04-101-03/04 feuille 4, navire allongé structure avant et arrière*.

## **3.4 Estimé de puissance**

Il a été demandé par la STQ que dans le cas du navire allongé, la vitesse de service du navire soit 21 noeuds. A cet effet, nous avons préparé une courbe de puissance du navire allongé, avec sa pleine charge utile maximale (soit 820 tonnes). Les hypothèses de calculs sont les suivantes:

- Navire en condition pleine charge de camions, assiette neutre.
- Estimé basé sur la méthode Holtrop<sup>5</sup> du logiciel Hullspeed.
- La résistance inclut l'effet du gouvernail, des ailerons d'hélices et du propulseur d'étrave;
- Elle exclut la résistance accrue causée par les vagues ainsi que le vent (autre que celle causée par l'avancement du navire).
- Une diminution de l'efficacité des hélices de 7.5% est inclus pour la perte causée par le gros moyeux des hélices à pas variable ainsi que celle causée par le renforcement requis des hélices pour la glace.
- Cet estimé est doté d'une variabilité de  $\pm 10\%$ .

<sup>5</sup> Holtrop, J., "A Statistical Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data", International Shipbuilding Progress, Vol. 31, No. 363 Nov 1984.

Il a été estimé que la puissance au frein totale requise pour atteindre 21 nœuds avec un plein chargement de camion-remorques à 85% du MCR est de 14 900kW (21 300hp). Il est noté les faits suivants:

- La puissance requise pour faire avancer le navire à 21 nœuds est 2.5 fois plus élevée que pour le faire avancer à 17 nœuds (5500kW vs 13 500kW). Cet écart est prévisible car la puissance requise pour faire avancer TOUT navire varie à la puissance 4 ou 5 lorsque le navire approche sa vitesse de coque, qui est d'environ 25 nœuds pour le Camille Marcoux allongé.
- Malgré que son déplacement soit supérieur de 1350 tonnes, la puissance requise du navire allongé pour atteindre 17 nœuds est environ la même que pour le navire actuel, due à la plus grande ligne d'eau du navire.
- Les nouvelles hélices auront un diamètre égal à celui des hélices existantes.
- La sélection des hélices aura une grande influence sur l'efficacité de l'ensemble propulsif, du au renforcement pour la glace et au pas variable, qui pourraient induire des différences avec cet estimé plus grandes que 10%.
- La marge d'erreur des calculs de puissance augmente lorsque la vitesse du navire s'approche de la vitesse de coque.

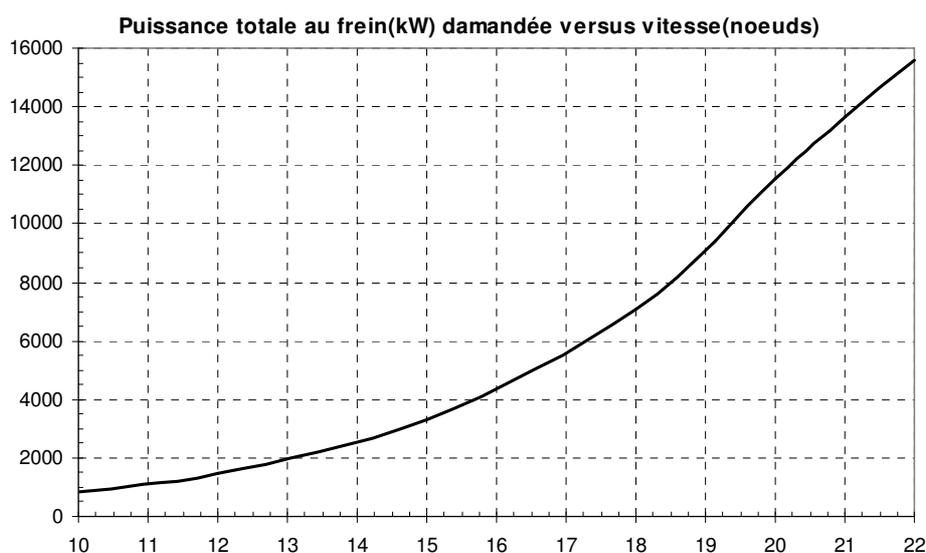


Figure 22. Navire allongé sans quartier d'équipage, courbe de puissance demandée

L'estimé complet est présenté en *annexe V*.

### **3.5 Résistance longitudinale**

#### **3.5.1 Distribution de poids léger, navire actuel**

Les plans de structure, de machinerie et de finition sont les plus importants pour l'élaboration d'une distribution de poids léger. Pour le Camille Marcoux, seul les plans de machinerie étaient complets. Pour la structure, il nous manquait quelques plans clés et les plans d'échantillonnage

des ponts étaient des plans préliminaires qui ne concordaient pas avec les autres plans. De plus, aucun plan de finition ne nous a été remis. Nous avons dû estimer une bonne partie de ces poids. Par contre, en ne tenant pas compte de la machinerie, le navire est uniforme dans la distribution des ponts et des aménagements. Par cette constatation nous sommes confiants que cette estimation sera représentative de la distribution réelle. Finalement, le devis de poids nous a été soumis par la STQ, mais ne présente que la somme des poids pour les groupes acier, machinerie, électricité et finition. Malgré le fait qu'il manque 150 tonnes à ce devis par rapport au poids lège actuel, il a été bénéfique dans la vérification de la distribution.

### **3.5.2 Distribution de poids lège, navire allongé**

La distribution du poids lège du navire allongé a été préparée en utilisant les données de base du navire actuel, tel que discuté au point 3.5.1, auxquelles les poids de la nouvelle partie ainsi que ceux des modifications aux extrémités ont été ajoutés. Cette distribution est présentée en *annexe VII*.

### **3.5.3 Résultats**

Comme le pont de résistance est le pont des passagers et que ce dernier est haut par rapport à la longueur du navire, sa section module est élevée. Cette caractéristique fait en sorte que le navire, une fois allongé, possède une marge de 38% sur la section module requise.

Un graphique des moments fléchissants et efforts tranchants pour la condition de chargement avec camion-remorques, départ, qui constitue la pire condition de chargement, est présenté à la Figure 23. Le calcul de la section maîtresse, de la distribution de poids lège ainsi que le calcul des moments fléchissants et efforts tranchants permis selon Lloyds est présenté en *annexe VII*.

### **3.5.4 Échantillonnage local**

Bien que le mandat de cette première phase se limitait au calcul de la résistance longitudinale, nous avons effectué une vérification sommaire de l'effet de l'allongement sur l'échantillonnage local de certains éléments de structure. En effet, les sociétés de classifications permettent une réduction de l'échantillonnage des éléments entrants dans la résistance longitudinale du navire lorsque ce dernier possède une marge sur la section module du navire. Pour le navire actuel, cette marge est au-delà de 100%, ce qui implique que certains éléments de structure ont pu bénéficier d'une réduction de leur échantillonnage, qui peut aller jusqu'à 20%. Nous avons trouvé que c'est le cas pour le bordé au-dessus du pont principal et de la tôle carreau au pont des embarcations. Il nous apparaît que ce sont les deux seules zones qui nécessiteraient un renforcement dans la région milieu, qui pourrait se faire, par exemple, en ajoutant des raidisseurs intermédiaires. Par contre, une vérification exhaustive devra être effectuée dans une phase ultérieure afin de s'assurer des modifications possibles.

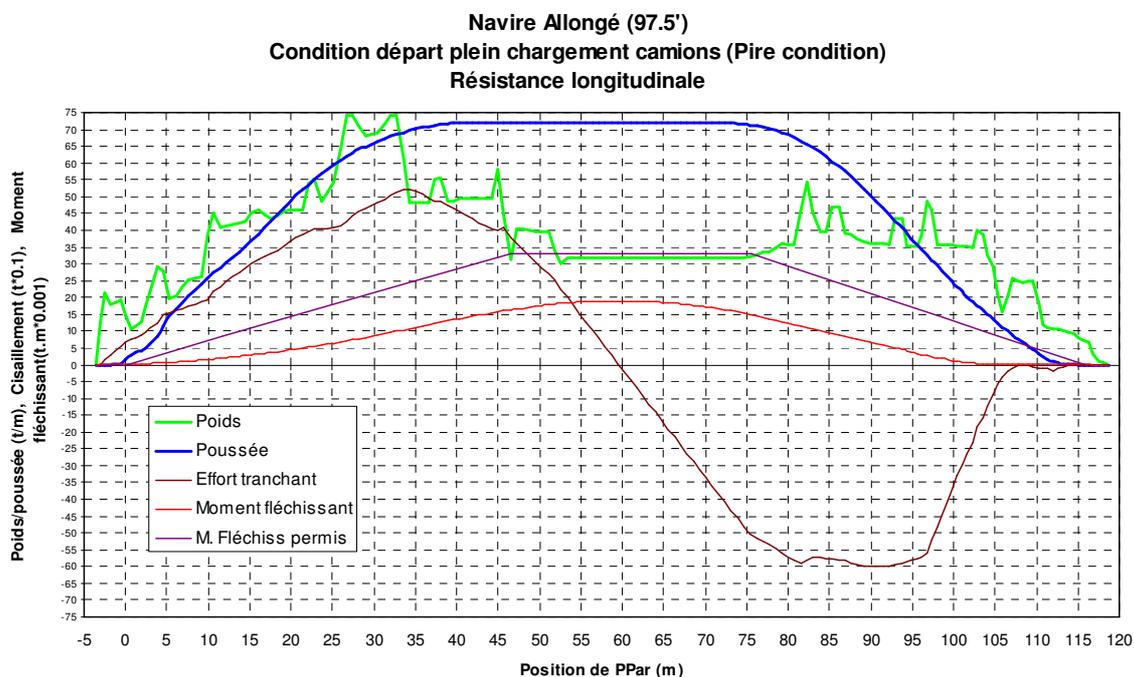


Figure 23. Graphique des efforts tranchants et moment fléchissant, scénario 3

### 3.6 Stabilité après modifications

Note: Comme il sera discuté dans la Section 4, le poids ajouté pour le quartier d'équipage est relativement faible comparé au poids lège du navire allongé. Par ce fait, un seul livret est présenté en annexe soit pour le navire allongé avec quartier d'équipage.

#### 3.6.1 Conditions de chargement, stabilité intacte

Les cas de chargements analysés pour la stabilité intacte sont les suivants:

1. Navire lège opérationnel, départ.
2. Navire lège opérationnel, arrivée.
3. Voitures, départ.
4. Voitures, arrivée.
5. Voitures, autobus, camions, départ .
6. Voitures, autobus, camions, arrivée.
7. Camions, départ.
8. Camions, arrivée

#### 3.6.2 Cas d'avaries

##### 3.6.2.1 Conditions de chargement

La stabilité endommagée a été analysée pour les deux conditions de chargement suivantes:

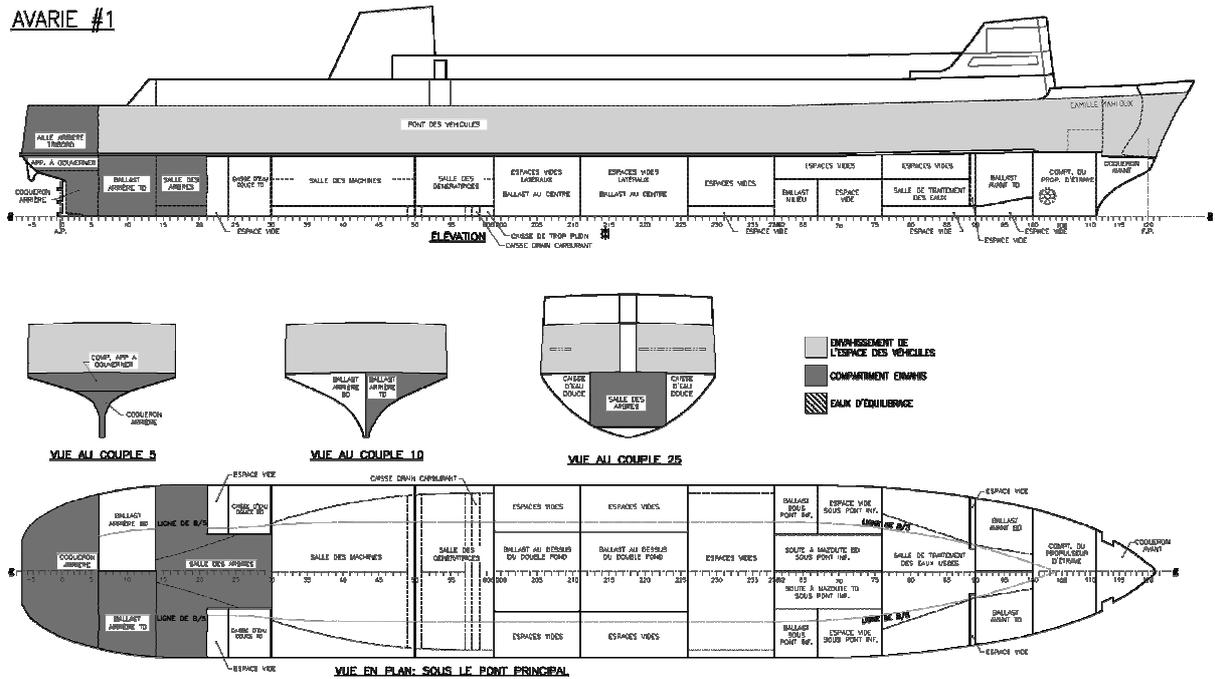
7. Camions, départ (plus grand chargement, pire GZ et l'aire sous la courbe)
8. Camions, arrivée (pire condition d'arrivée pour l'aire sous la courbe)

### 3.6.2.2 Cas d'avaries

Chacun des cas d'avarie utilisés dans le calcul de stabilité avariée est présenté aux Figure 24 à Figure 35.

**Figure 24.**

AVARIE #1



**Figure 25.**

AVARIE #2

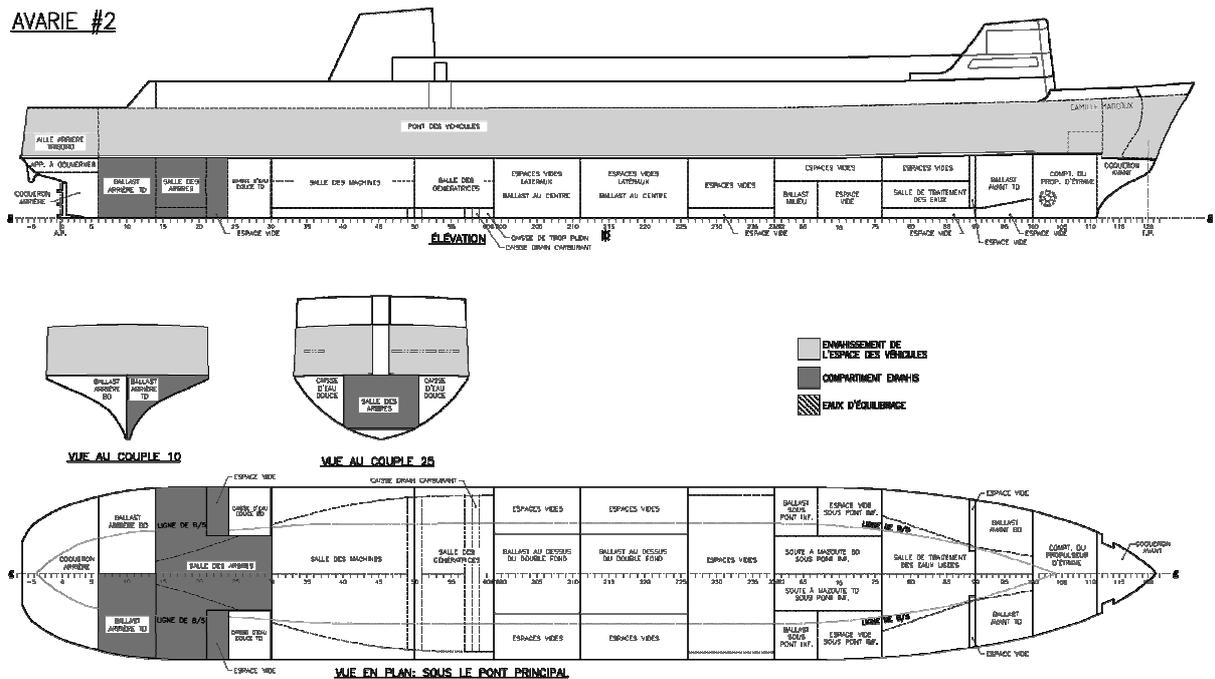


Figure 26.

AVARIE #3

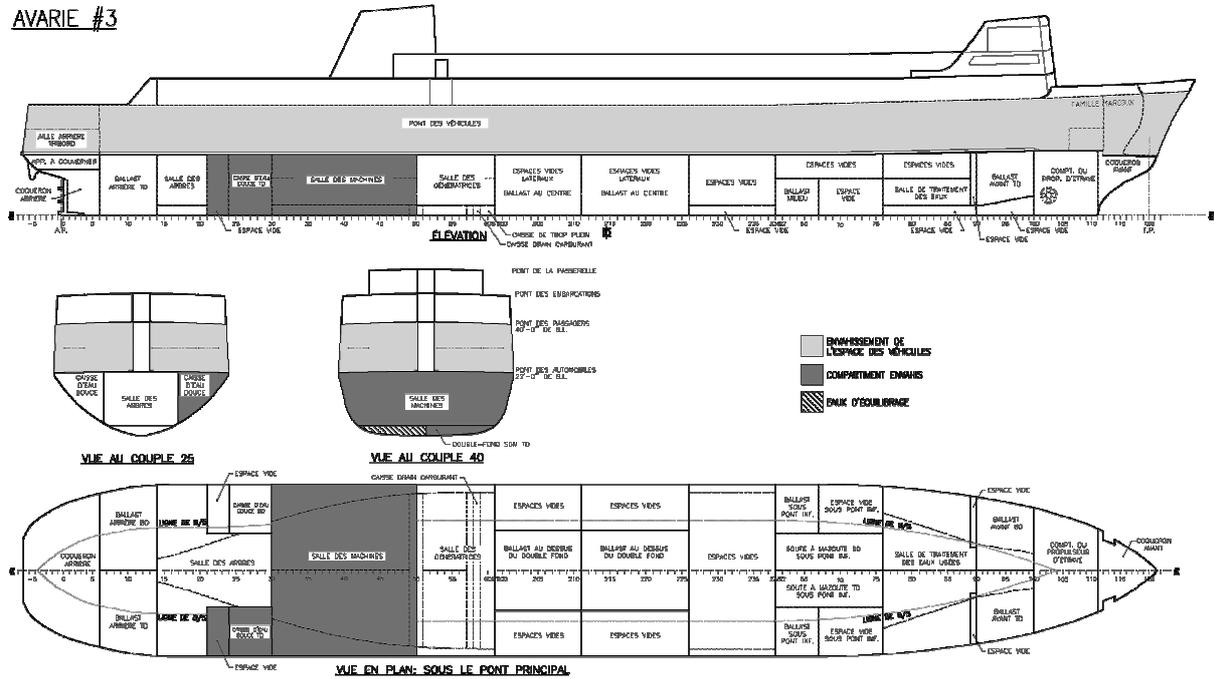


Figure 27.

AVARIE #4

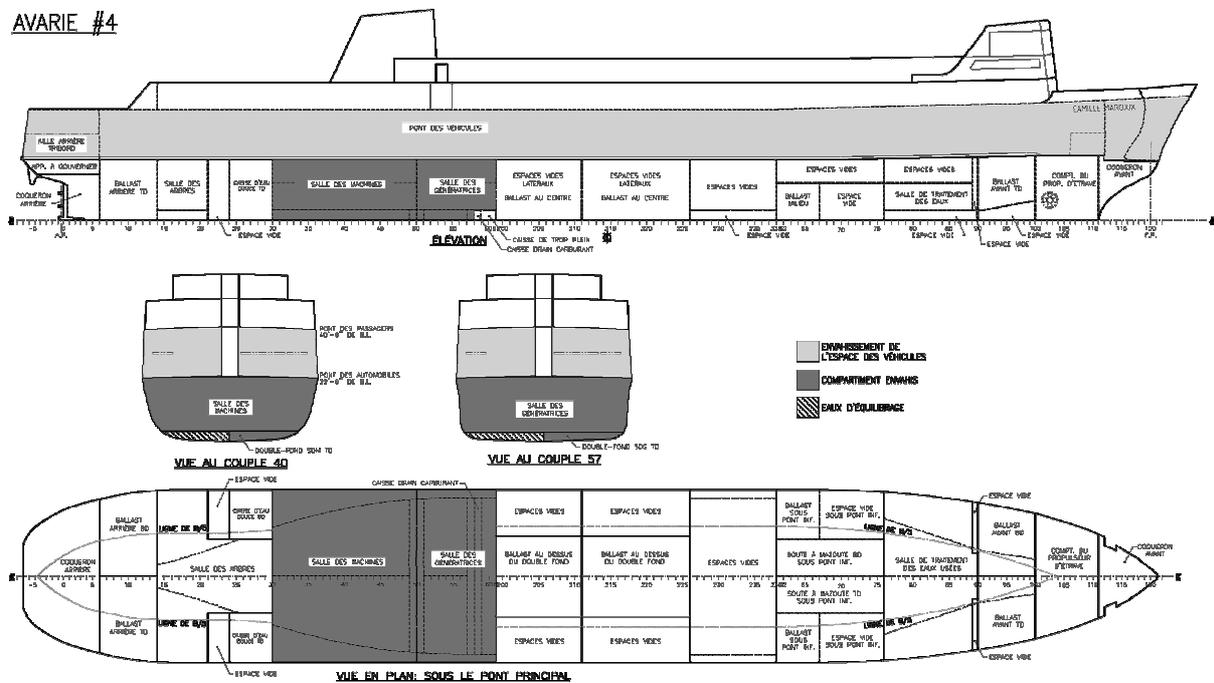


Figure 28.

AVARIE #5

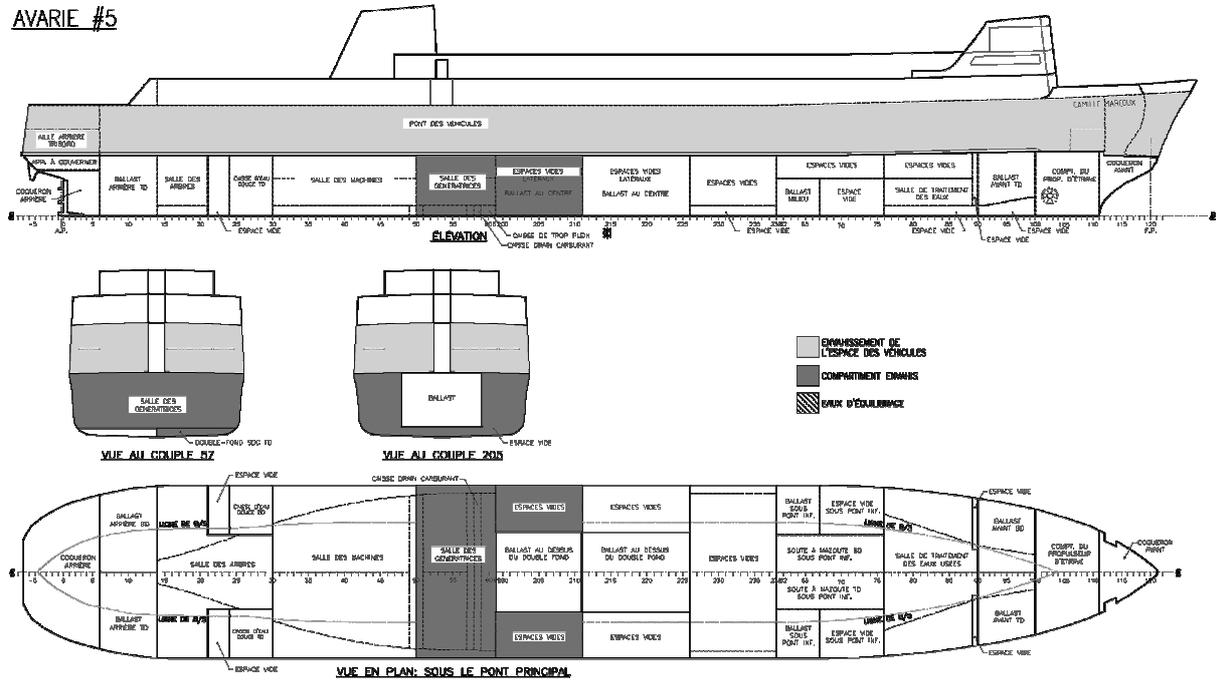


Figure 29.

AVARIE #6

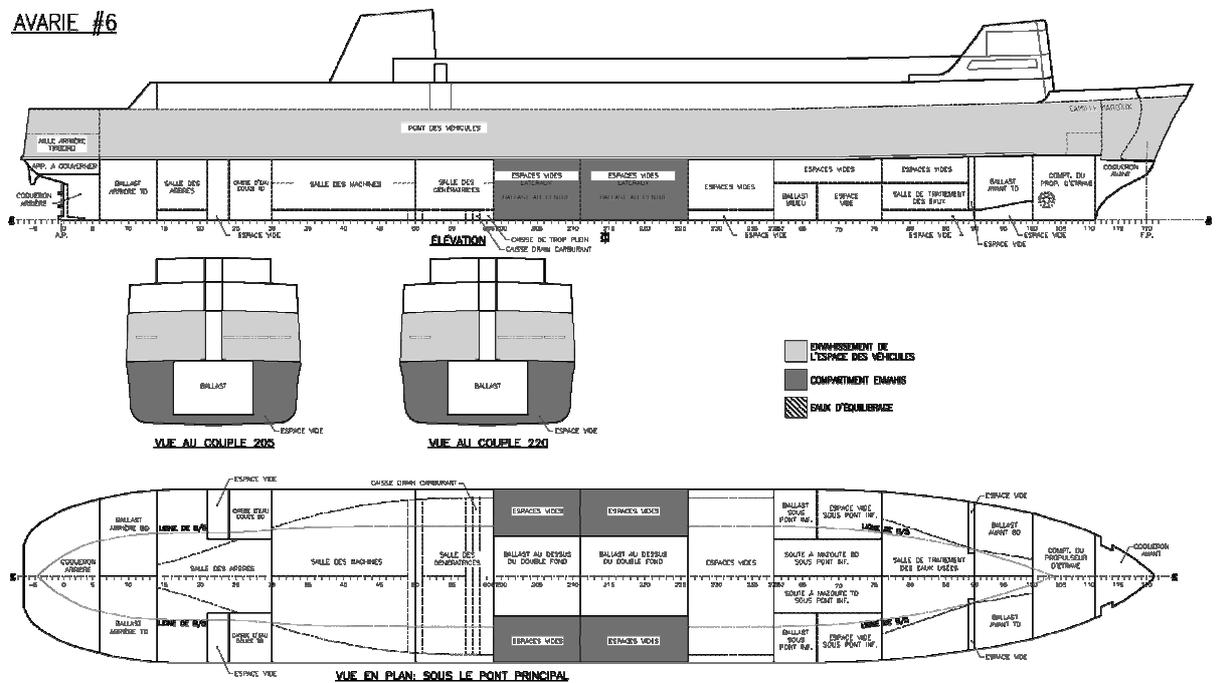


Figure 30.

AVARIE #7

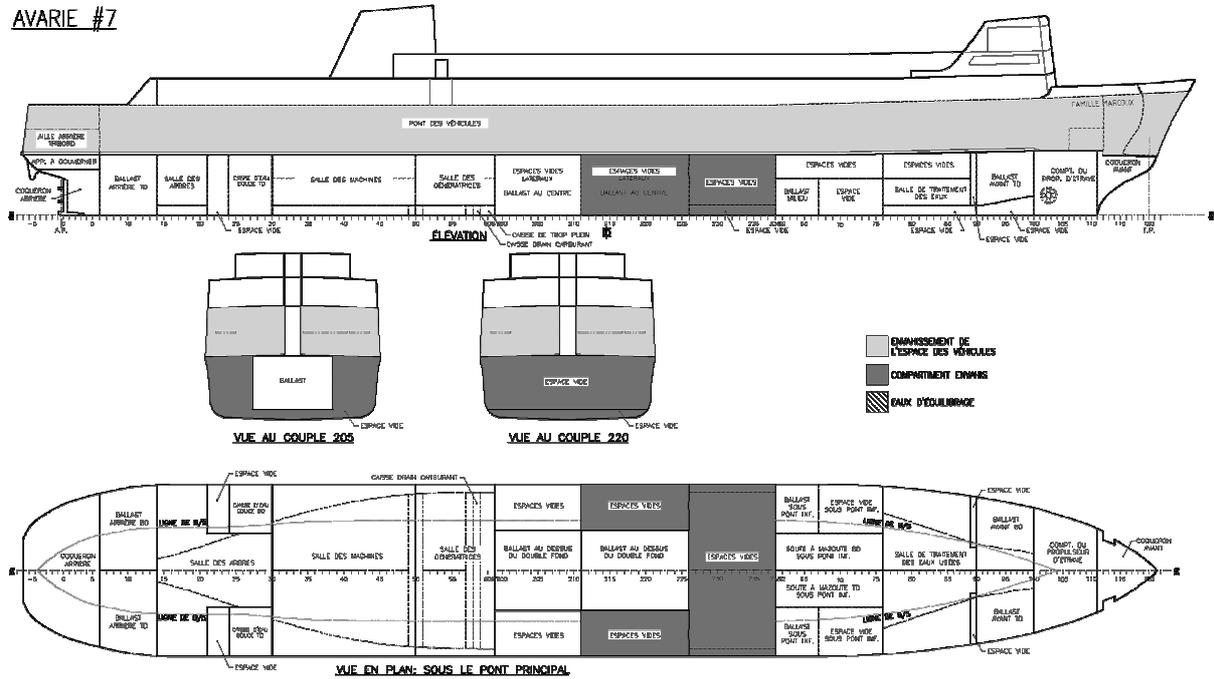


Figure 31.

AVARIE #8

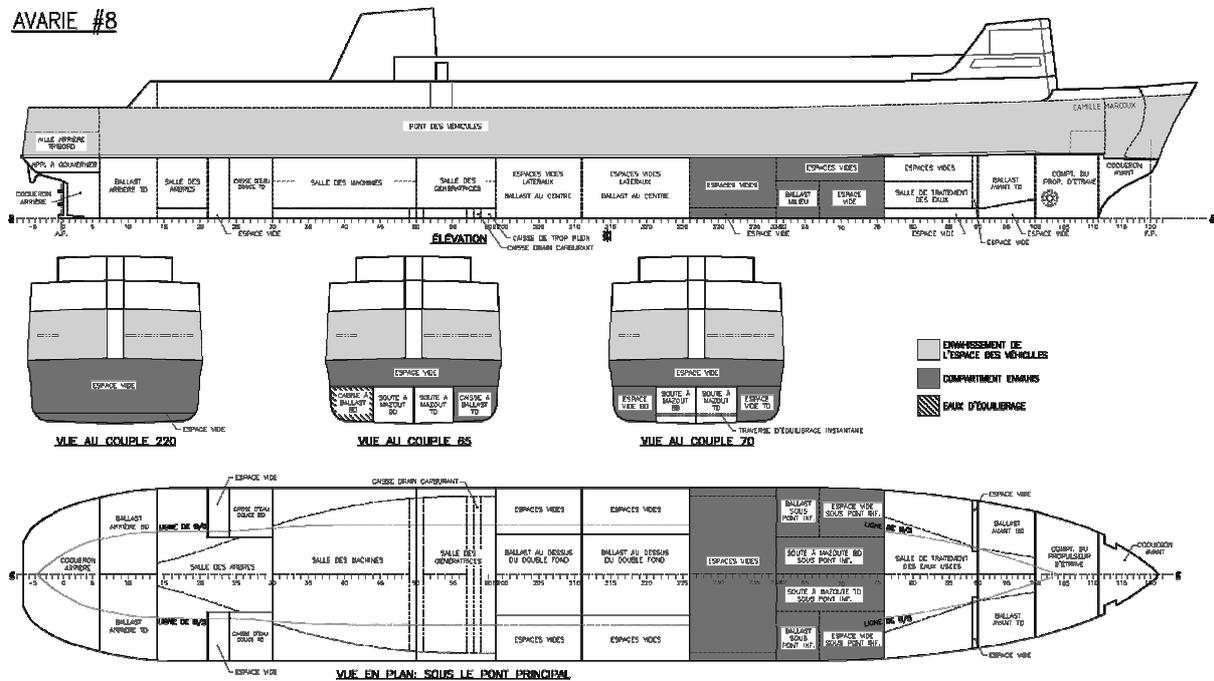


Figure 32.

AVARIE #9

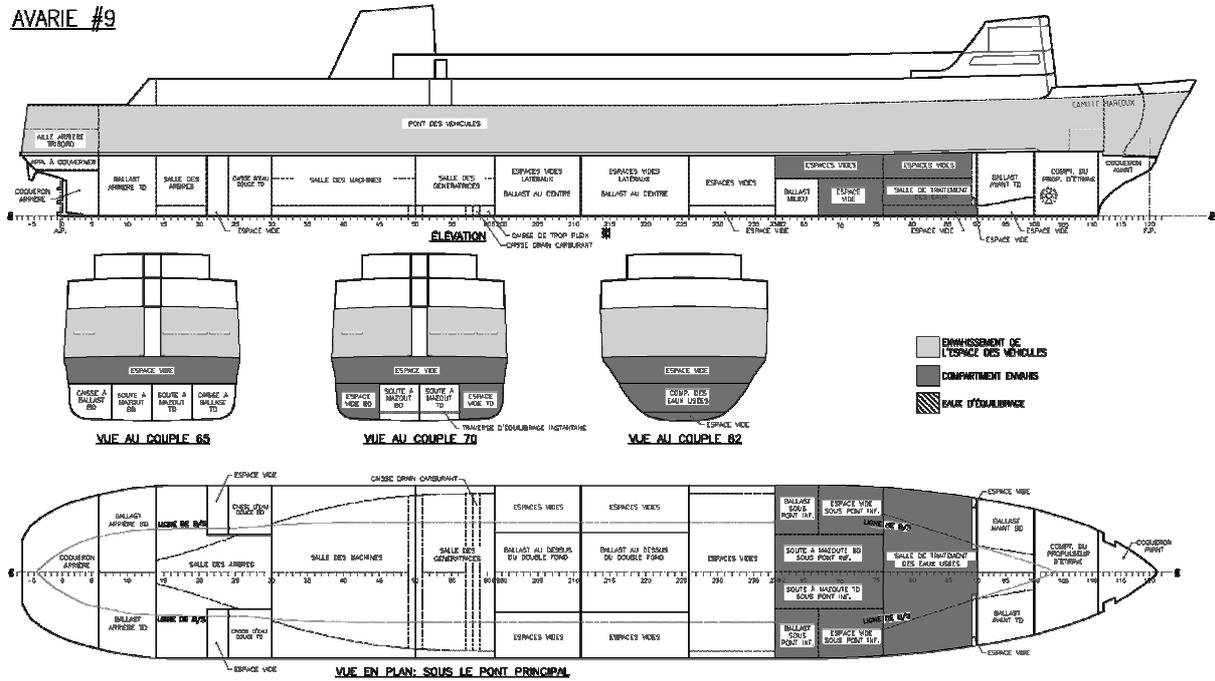


Figure 33.

AVARIE #10

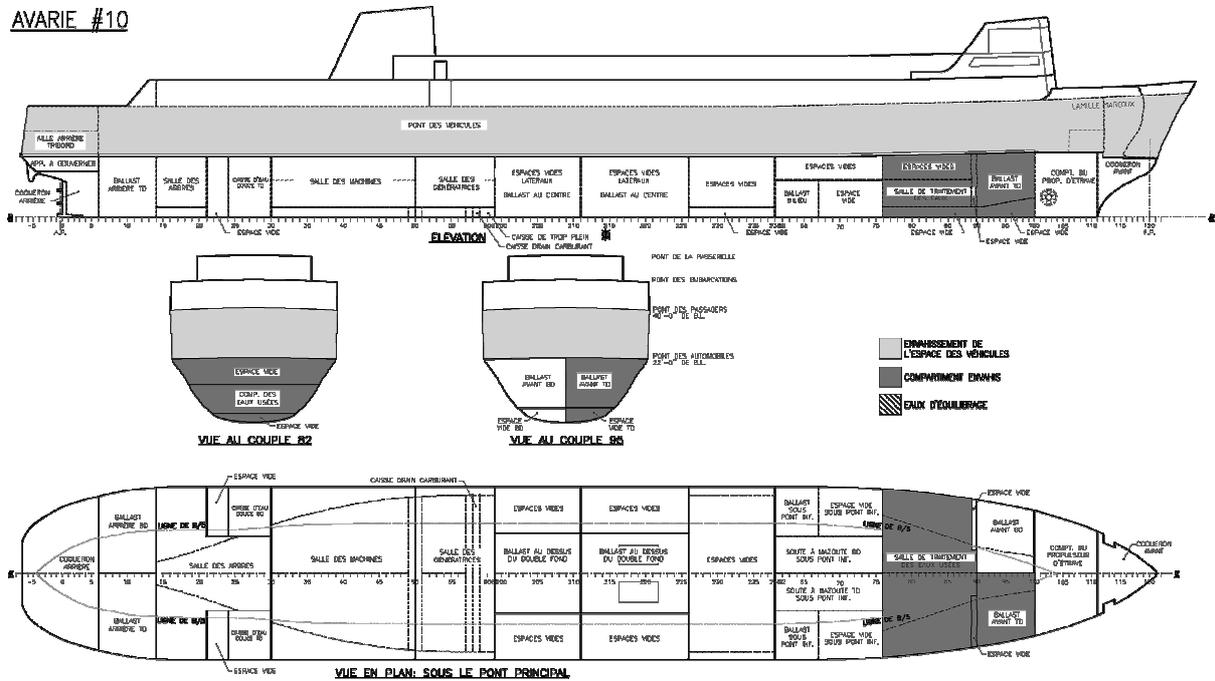


Figure 34.

AVARIE #11

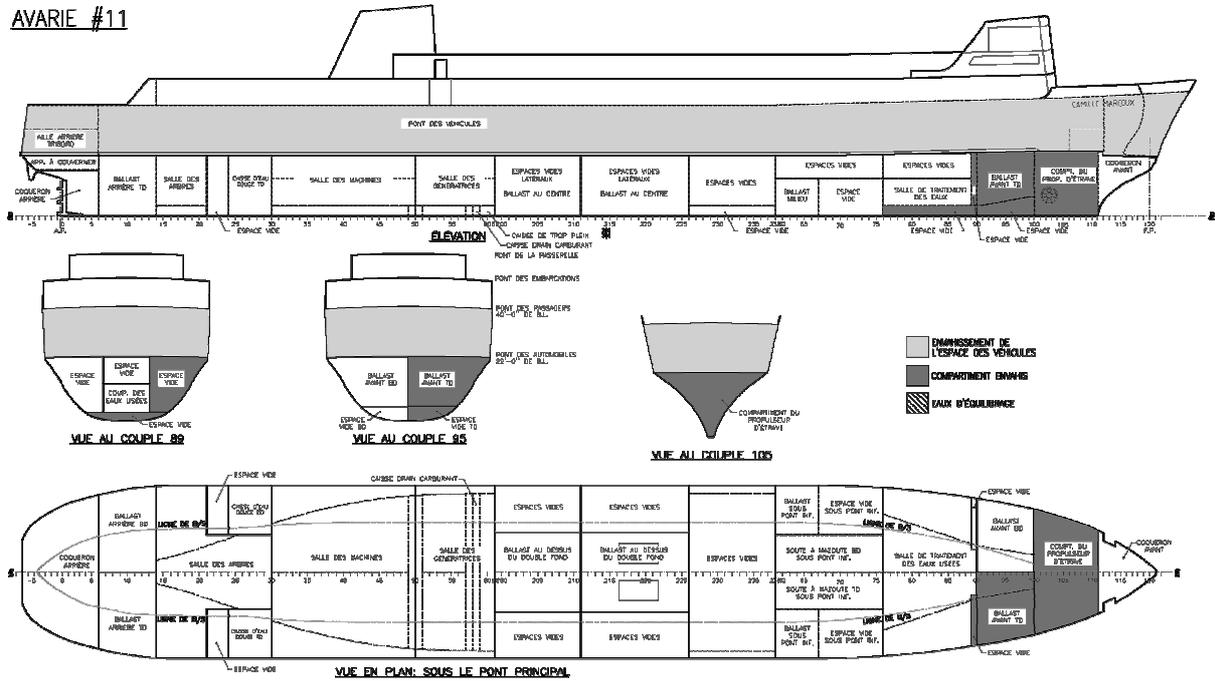
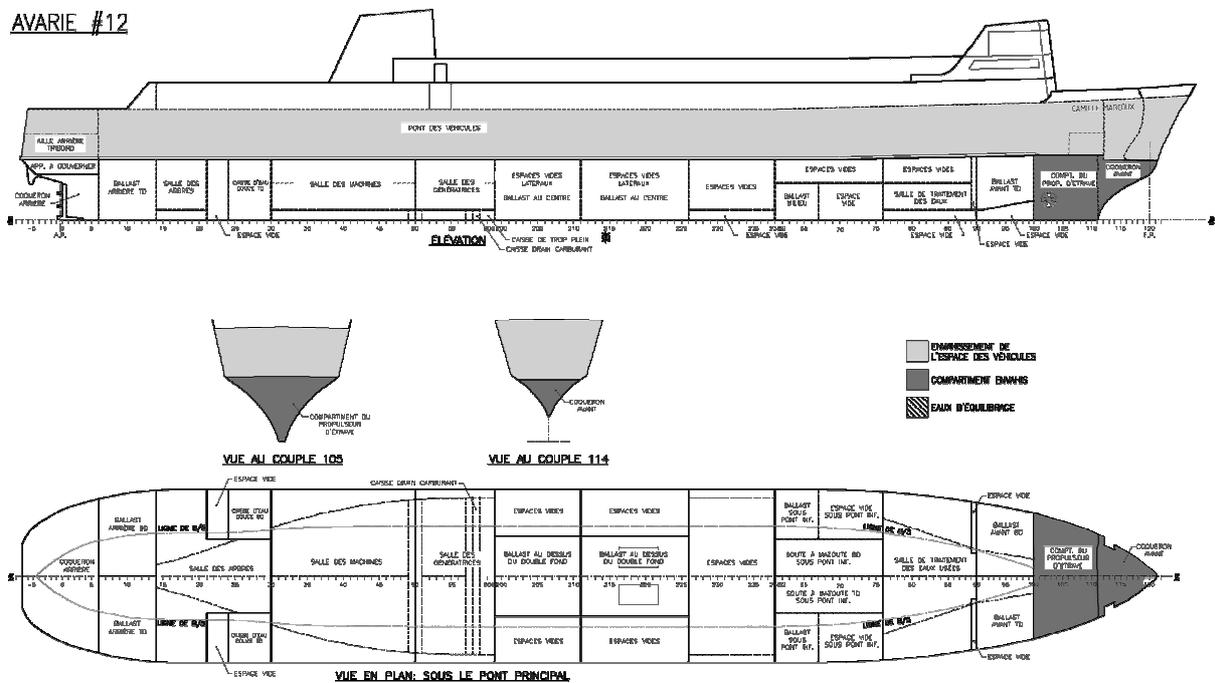


Figure 35.

AVARIE #12



### 3.6.3 Résultats

Le navire, une fois allongé, est conforme aux exigences du TP10943. Les conditions suivantes seront limitatives:

- Condition 7, camions, avarie 4, la ligne de surimmersion est 0.001m au dessus de l'eau, à l'arrière.
- Condition 7, camions, avarie 9, la ligne de surimmersion est 0.064m au dessus de l'eau.
- Bien qu'il apparaisse que ce scénario est plus critique que les scénarios 1 et 2, il est important de mentionner que le navire est chargé au maximum, c'est-à-dire que 23 camion-remorques y sont chargés. En comparant avec le navire actuel, c'est 11 camions de plus alors que l'ajout de 29.7m ne permettrait, en théorie, que d'en ajouter 6. La raison est que le navire actuel est déjà limité dans sa stabilité en ne pouvant que charger des camions de 53', alors que le navire allongé peut charger un maximum de camions de 40'. Il est finalement noté que si le navire charge des camions de 53' comme le navire actuel, il possédera une très bonne marge sur sa stabilité.

**Résumé des conditons intactes**

						TP 7301. STAB.5					
						Aire de 0° à 30°	Aire de 0° à 40°	Aire de 30° à 40°	GZ max. au delà de 30°	Angle de GZ maximum	GM initial
Condition de chargement	Dépl.	T. eau à A.P.	T. eau à F.P.	T. eau Midship	Assiette sur LBP	m.rad	m.rad	m.rad	m	degrés	m
	tonne	m	m	m	m	>0.055	>0.09	>0.03	>0.20	>25	>0.15
C1: Navire lège départ	4698	4.088	3.011	3.549	1.077	0.340	0.578	0.238	1.469	53.500	2.176
C2: Navire lège arrivée	4543	4.102	2.783	3.443	1.319	0.329	0.553	0.223	1.320	53.000	2.136
C3: Voitures, Départ	5277	4.016	3.860	3.938	0.156	0.290	0.510	0.220	1.416	52.500	1.695
C4: Voitures, Arrivée	5122	4.021	3.651	3.836	0.370	0.278	0.484	0.207	1.287	52.500	1.625
C5: Voitures, camions, autobus, Départ	5628	4.205	4.105	4.155	0.100	0.261	0.467	0.207	1.347	50.800	1.447
C6: Voitures, camions, autobus, Arrivée	5473	4.208	3.901	4.055	0.307	0.248	0.442	0.194	1.228	50.800	1.365
C7: Camions, Départ	5769	4.243	4.243	4.243	0.000	0.250	0.452	0.202	1.324	50.300	1.365
C8: Camions, Arrivée	5625	4.224	4.080	4.152	0.144	0.237	0.426	0.189	1.208	50.300	1.270

## Résumé des conditons avariées avant équilibrage

							TP 10943 draft v6, 2 Compartiments, Eaux Intérieures						
Condition		Dépl. tonne	T. eau à A.P. m	T. eau à F.P. m	T. eau Midship m	Assiette sur LBP m	Marge de Francbord	Gîte à l'équilibre	Arc de GZ Positif	GM résiduel	GZ maximum	GZ résiduel (gîte pass ou vent)	Aire de équ. à 27°
d'avarie	Chargement						m	degrés	degrés	m	m	m	m
							Non requis	<15	>7	Non requis	>0.05	Non requis	Non requis
Avarie 3	C1: Navire lège départ	4685	5.638	2.427	4.033	3.211	0.513	3.900	35.100	1.826	0.491	0.466	0.131
Avarie 3	C2: Navire lège arrivée	4540	5.651	2.191	3.921	3.460	0.382	4.900	33.200	1.816	0.458	0.433	0.119
Avarie 3	C3: Voitures, Départ	5264	5.636	3.265	4.451	2.371	0.359	5.000	28.000	1.485	0.302	0.232	0.082
Avarie 3	C4: Voitures, Arrivée	5120	5.644	3.046	4.345	2.598	0.282	5.500	26.400	1.461	0.276	0.206	0.072
Avarie 3	C5: Voitures, camions, autobus, Dé	5615	5.843	3.530	4.686	2.313	0.151	5.000	21.600	1.382	0.184	0.112	0.044
Avarie 3	C6: Voitures, camions, autobus, Arr	5471	5.843	3.318	4.581	2.525	0.018	6.000	20.100	1.283	0.157	0.086	0.035
Avarie 3	C7: Camions, Départ	5755	5.889	3.674	4.781	2.215	0.102	5.000	19.200	1.308	0.151	0.126	0.032
Avarie 3	C8: Camions, Arrivée	5623	5.871	3.498	4.684	2.373	<b>-0.051</b>	6.200	17.500	1.176	0.124	0.098	0.024
Avarie 4	C1: Navire lège départ	4698	6.103	2.562	4.333	3.541	0.199	2.600	33.700	1.960	0.385	0.360	0.118
Avarie 4	C2: Navire lège arrivée	4543	6.089	2.337	4.213	3.752	0.217	2.600	32.600	1.876	0.368	0.343	0.111
Avarie 4	C3: Voitures, Départ	5278	6.145	3.399	4.772	2.746	0.169	2.600	25.600	1.631	0.229	0.157	0.065
Avarie 4	C4: Voitures, Arrivée	5122	6.122	3.190	4.656	2.932	0.157	2.900	25.000	1.523	0.213	0.141	0.060
Avarie 4	C5: Voitures, camions, autobus, Dé	5629	6.351	3.682	5.016	2.669	<b>-0.019</b>	2.500	19.000	1.524	0.133	0.061	0.029
Avarie 4	C6: Voitures, camions, autobus, Arr	5473	6.331	3.476	4.903	2.855	<b>-0.002</b>	2.500	18.600	1.383	0.119	0.047	0.025
Avarie 4	C7: Camions, Départ	5769	6.401	3.830	5.115	2.571	<b>-0.066</b>	2.500	16.600	1.477	0.106	0.080	0.020
Avarie 4	C8: Camions, Arrivée	5626	6.367	3.660	5.014	2.707	<b>-0.036</b>	2.500	16.100	1.311	0.094	0.068	0.018
Avarie 8	C1: Navire lège départ	4699	3.770	4.563	4.167	-0.793	1.471	5.000	32.800	1.221	0.448	0.424	0.107
Avarie 8	C2: Navire lège arrivée	4544	3.791	4.269	4.030	-0.478	1.693	5.000	31.800	1.169	0.435	0.411	0.100
Avarie 8	C3: Voitures, Départ	5278	3.693	5.644	4.669	-1.951	0.598	5.000	24.300	0.933	0.218	0.148	0.054
Avarie 8	C4: Voitures, Arrivée	5122	3.683	5.375	4.529	-1.692	0.534	7.000	23.000	0.910	0.215	0.145	0.050
Avarie 8	C5: Voitures, camions, autobus, Dé	5628	3.880	5.976	4.928	-2.096	0.174	5.900	17.500	0.851	0.115	0.043	0.022
Avarie 8	C6: Voitures, camions, autobus, Arr	5473	3.865	5.719	4.792	-1.854	0.142	7.600	16.300	0.772	0.109	<b>0.038</b>	0.020
Avarie 8	C7: Camions, Départ	5769	3.920	6.151	5.036	-2.231	0.021	5.800	14.700	0.788	0.080	0.054	<b>0.013</b>
Avarie 8	C8: Camions, Arrivée	5625	3.887	5.938	4.913	-2.051	<b>-0.024</b>	7.500	13.400	0.749	0.072	0.046	<b>0.010</b>

**Résumé des conditons avariées**

							TP 10943 draft v6, 2 Compartiments, Eaux Intérieures						
Condition		Dépla. tonne	T. eau à A.P. m	T. eau à F.P. m	T. eau au Midship m	Assiette sur LBP m	Marge de Francbord	Gîte à l'équilibre	Arc de GZ Positif	GM résiduel	GZ maximum	GZ résiduel (gîte pass ou vent)	Aire de équ. à 27°
d'avarie	Chargement						m	degrés	degrés	m	m	m	m
							>0	<12	>15	>0.05	>0.1	>0.04	>0.015
Avarie 1	C7: Camions, Départ	5769	5.556	3.461	4.509	2.095	0.918	1.200	31.000	1.492	0.373	0.348	0.113
Avarie 1	C8: Camions, Arrivée	5626	5.535	3.291	4.413	2.244	0.930	1.300	30.600	1.400	0.364	0.339	0.109
Avarie 2	C7: Camions, Départ	5756	5.567	3.472	4.519	2.095	0.562	4.000	26.600	1.388	0.289	0.264	0.079
Avarie 2	C8: Camions, Arrivée	5623	5.579	3.283	4.431	2.296	0.449	4.800	25.300	1.327	0.267	0.241	0.070
Avarie 3 a	C7: Camions, Départ	5756	6.031	3.639	4.835	2.392	0.221	3.100	22.500	1.393	0.196	0.170	0.048
Avarie 3 a	C8: Camions, Arrivée	5623	6.020	3.461	4.740	2.559	0.090	4.200	21.200	1.311	0.171	0.145	0.040
Avarie 4 A	C7: Camions, Départ	5769	6.444	3.834	5.139	2.610	0.001	1.400	18.200	1.531	0.127	0.101	0.027
Avarie 4 A	C8: Camions, Arrivée	5626	6.411	3.663	5.037	2.748	0.031	1.400	17.900	1.418	0.116	0.090	0.024
Avarie 5	C7: Camions, Départ	5769	5.162	4.445	4.804	0.717	1.454	0.000	28.200	0.930	0.283	0.257	0.079
Avarie 5	C8: Camions, Arrivée	5626	5.132	4.279	4.705	0.853	1.480	0.000	27.900	0.797	0.264	0.238	0.072
Avarie 6	C7: Camions, Départ	5770	4.782	4.920	4.851	-0.138	1.719	0.000	26.500	0.702	0.230	0.204	0.059
Avarie 6	C8: Camions, Arrivée	5626	4.753	4.753	4.753	0.000	1.887	0.000	26.000	0.561	0.209	0.183	0.051
Avarie 7	C7: Camions, Départ	5769	4.406	5.752	5.079	-1.346	0.878	0.000	24.600	0.870	0.211	0.185	0.052
Avarie 7	C8: Camions, Arrivée	5626	4.377	5.579	4.978	-1.202	1.051	0.000	24.500	0.712	0.198	0.172	0.048
Avarie 8 a	C7: Camions, Départ	5769	3.908	6.310	5.109	-2.402	0.311	0.000	22.200	0.770	0.145	0.119	0.034
Avarie 8 a	C8: Camions, Arrivée	5626	3.885	6.111	4.998	-2.226	0.512	0.000	22.400	0.598	0.138	0.112	0.032
Avarie 9	C7: Camions, Départ	5769	3.354	6.551	4.953	-3.197	0.064	0.000	23.900	0.681	0.140	0.114	0.036
Avarie 9	C8: Camions, Arrivée	5626	3.356	6.311	4.833	-2.955	0.306	0.000	24.500	0.531	0.141	0.115	0.035
Avarie 10	C7: Camions, Départ	5669	3.665	5.567	4.616	-1.902	1.058	0.100	33.200	1.236	0.378	0.353	0.116
Avarie 10	C8: Camions, Arrivée	5520	3.682	5.326	4.504	-1.644	1.301	-0.800	33.600	1.130	0.387	0.362	0.117
Avarie 11	C7: Camions, Départ	5670	4.051	4.626	4.339	-0.575	1.999	-0.600	38.000	1.454	0.557	0.532	0.167
Avarie 11	C8: Camions, Arrivée	5521	4.060	4.411	4.235	-0.351	2.167	-0.800	38.000	1.366	0.564	0.540	0.166
Avarie 12	C7: Camions, Départ	5770	4.098	4.509	4.303	-0.411	2.127	0.000	37.900	1.384	0.564	0.540	0.163
Avarie 12	C8: Camions, Arrivée	5626	4.091	4.326	4.209	-0.235	2.313	0.000	37.400	1.287	0.558	0.533	0.157

### **3.6.4 Charge utile**

Une fois allongé, le navire pourra transporter 820 tonnes de charge utile, soit environ le double du navire actuel (100% d'augmentation). En terme de longueur roulier, le navire pourra transporter 400m de camions et 880m de voitures, comparés aux 280m de camions et 580m de voitures du navire existant. Il s'agit d'une augmentation en pourcentage de longueur de 43% et de 52%. Une distinction importante à apporter est que le navire existant peut transporter un plein chargement de camion-remorques de 53' pesant 35 tonnes chaque alors que le navire allongé pourra transporter un plein chargement de camions mixte 40'/53', ce qui constitue une amélioration appréciable.

Les restrictions d'opération pour le navire allongé avec et sans quartier d'équipage seront les suivantes:

- Tirant d'eau arrière maximum de 4.243m.
- Tirant d'eau avant maximum de 4.243m.
- Après envahissement, les cas d'avaries 3, 4 et 8 nécessiteront un équilibrage respectivement du double fond de la salle des machines, du double fond de la salle des génératrices et des ballasts avant.
- Dans la condition avec un plein chargement de camions, environ 16 tonnes d'eau de ballast devront être ajoutées pour compenser l'utilisation du carburant.
- Le carburant est limité à une capacité maximum de 135tonnes.
- L'eau potable est limitée à une capacité maximum de 26.6tonnes.

### **3.6.5 Équilibrage des double fonds de la salle des machines et de la salle des génératrices**

Ces compartiments étant des espaces vides, des valves d'équilibrage devront être ajoutées entre les espaces vides bâbord et tribord afin de pouvoir équilibrer les compartiments une fois avariés.

### **3.6.6 Ballastage pour opération dans la glace**

Le navire, tel que conçu, ne peut opérer dans la glace à un tirant d'eau de moins de 3.96m (13'). Il sera nécessaire, pour maintenir ce tirant d'eau, de ballaster le navire afin de maintenir 800 tonnes de port en lourd dans la saison hivernale. Seule la condition d'arrivée avec un chargement de voitures ne respecte pas ce tirant d'eau. Afin de la respecter, le navire devra transporter 200 tonnes de plus d'eau de ballast qu'en saison estivale.

## **3.7 Coûts**

À partir des mêmes hypothèses que le scénario 1, l'allongement du navire selon ce scénario coûtera 24.3 millions de dollars, uniquement pour les modifications discutées dans ce rapport. À ce coût s'ajoutera, entre autre, la remotorisation, le remplacement des ancres et chaînes, l'ajout possible d'un deuxième propulseur d'étrave, le remplacement des arbres, des hélices, des gouvernails et des appareils à gouverner et finalement, toutes autre modifications nécessaires à l'extension de la vie utile du navire pour 20 ou 30 ans. De plus, tel que discuté au point 3.3.1.1, les coûts liés à la mise à niveau de tous les systèmes du navire s'ajoutera.

### 3.8 Sommaire

Pour le scénario 3, le navire devra être allongé de 29.7m afin qu'il puisse transporter un plein chargement de camion-remorques. L'ajout de cette partie milieu implique l'ajout d'un module d'environ 1000 tonnes au couple 61. Cette modification coûtera environ 24.3 millions uniquement pour les modifications nécessaires à la stabilité. De plus, les poids associés aux items non estimés dans ce rapport feront en sorte que, une fois connus, une réévaluation de la stabilité du navire sera nécessaire, ce qui pourrait rendre cette alternative beaucoup moins intéressante.

Le tirant d'eau maximum à l'arrière sera de 4.24m, comparé à 4.95m pour le navire existant, soit une perte d'immersion des hélices de 0.7m. En navigation, cette faible immersion pourrait causer l'émergence des hélices hors de l'eau. À ce titre, une analyse de comportement en mer serait bénéfique dans une deuxième phase afin de quantifier ce risque. S'il s'avérait nécessaire d'augmenter le tirant d'eau à l'arrière au-delà de 4.243m, l'élargissement de l'arrière discuté au scénario 1 et 2 serait nécessaire, ce qui ajouterait 5.8 millions à la facture.

Il a été présenté que le navire allongé selon ce scénario peut transporter 23 camions de 40' à 35 tonnes chaque. D'après le guide des normes de charge et dimensions des véhicules du Québec, le poids des camion-remorques peut varier entre 25 et 56 tonnes et ce pour un camion de 40'. En théorie, le navire actuel pourrait charger 840 tonnes (15 camions @ 56t), comparé aux 425 tonnes maximum selon la stabilité et le navire allongé pourrait charger 1344 tonnes (24 camions @ 56 tonnes), comparé aux 800 tel que calculées dans cette section. Afin de pouvoir juger adéquatement de la conformité des 4 scénarios, il sera impératif dans la deuxième phase d'obtenir un portrait précis des conditions de chargement du navire actuel. Les questions qui devront se poser seront:

- Quel est le poids moyen des camions embarqués ET quelles sont leurs dimensions?
- Est-ce que la condition départ pleine charge de camions est représentative de la réalité?
- Dans le même optique, est-ce que le poids de 1.6 tonnes pour les véhicules est toujours le même? Il est noté que 1.6 tonnes est le même poids que dans le livret d'origine et que BC Ferries utilise 1.8 tonnes dans tous leur calculs, ce qui correspond à une différence de 13%.



### 4.3 Estimé de puissance

Cet estimé a été fait avec les mêmes hypothèses que celles mentionnées au point 3.4.

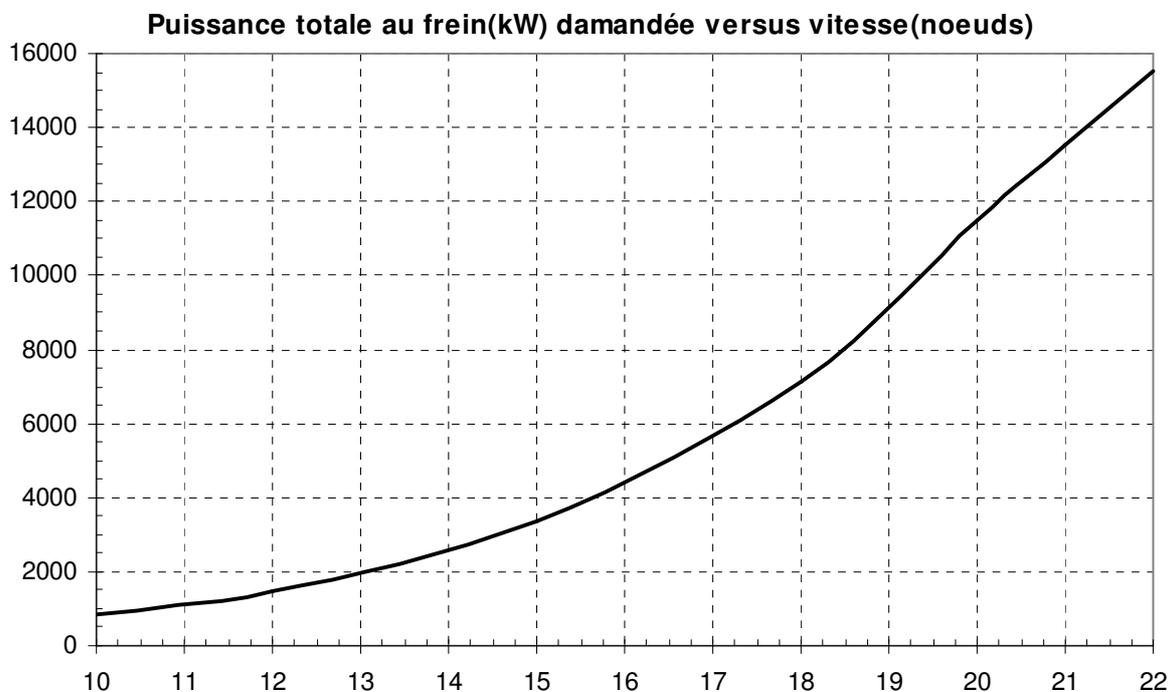


Figure 38. Navire allongé avec quartier d'équipage, courbe de puissance demandée

### 4.4 Stabilité après modifications

Les résultats de stabilité sont discutés au point 3.6.

### 4.5 Coûts

À partir des mêmes hypothèses que le scénario 1, l'allongement du navire selon ce scénario coûterait 28.7 millions de dollars, uniquement pour les modifications discutées dans ce rapport. À ce coût s'ajouterait, entre autres, la remotorisation, le remplacement des ancres et chaînes, l'ajout possible d'un deuxième propulseur d'étrave, le remplacement des arbres, des hélices, des gouvernails et des appareils à gouverner et finalement, toute autre modification nécessaire à l'extension de la vie utile du navire pour 20 ou 30 ans. De plus, tel que discuté au point 3.3.1.1, les coûts liés à la mise à niveau de tous les systèmes du navire s'ajouteront.

### 4.6 Sommaire

Voir point 3.8.

## Section 5 Conclusion

### 5.1 Travail effectué

Dans cette étude, nous avons évalué les modifications nécessaires à apporter au navire actuel afin de le rendre conforme aux exigences de Transports Canada en matière de stabilité à l'état d'avarie. Ces modifications ont été faites selon quatre scénarios:

1. Navire modifié avec le quartier d'équipage éliminé.
2. Navire modifié avec le quartier d'équipage déplacé au pont des embarcations.
3. Navire allongé de 29.7m, avec le quartier d'équipage éliminé.
4. Navire allongé de 29.7m avec le quartier d'équipage déplacé au pont des embarcations.

### 5.2 Scénarios 1 et 2

Il a été déterminé que le navire non allongé peut rencontrer les critères du TP10943 proposé en le re-compartmentant et en élargissant l'arrière. Une fois modifié selon le scénario 1, le navire pourra transporter la même charge utile que le navire actuel. Par contre, le navire modifié selon le scénario 2 ne pourra plus transporter que 80% de la charge utile du navire actuel. De plus, le chargement devra être tel que les camion-remorques devront être chargés à l'avant du navire afin de compenser le poids ajouté du nouveau quartier d'équipage. Pour ces scénarios, les autres limitations d'opérations seront similaires à celles du navire existant, soient les tirants d'eau avant et arrière ainsi que la capacité en carburant et en eau potable. Les coûts reliés uniquement aux transformations proposées s'élèvent à respectivement 6.0 et 11.8 millions de dollars canadiens.

### 5.3 Scénarios 3 et 4

Pour les scénarios 3 et 4, le navire pourra transporter un plein chargement de camions avec certaines limitations. La limitation de tirant d'eau à l'arrière fera en sorte que les hélices seront moins immergées que sur le navire actuel, ce qui pourrait engendrer des probabilités plus grandes d'émergence des hélices, qui seront en partie contrées par le meilleur comportement en mer du navire, dû à sa longueur. À ce titre, une évaluation des probabilités d'émergence des hélices est recommandée pour une deuxième phase en effectuant une analyse informatique du comportement en mer. S'il advenait que les probabilités d'émergence seraient inacceptables, l'élargissement de l'arrière du navire tel que discuté dans les scénarios 1 et 2 permettrait de ballaster le navire suffisamment et cette modification coûterait 4 millions additionnels.

Les coûts respectifs des scénarios 3 et 4 est de 24.3 et 28.7 millions de dollars canadiens. Il est bien important de comprendre que ces coûts comprennent uniquement les modifications nécessaires à la stabilité du navire et n'incluent pas:

- La remotorisation.
- Le remplacement des ancres et chaînes.
- L'ajout possible d'un deuxième propulseur d'étrave.
- Le remplacement des arbres, des hélices, des gouvernails et des appareils à gouverner.
- Toutes autres modifications nécessaires à l'extension de la vie utile du navire pour 20 ou 30 ans.

De plus, si le navire est modifié selon ces deux scénarios, Transports Canada considèrera le navire comme neuf. Les implications de ce fait sont importantes car tous les systèmes du navire

devront être révisés (tuyauterie, électricité ventilation, sauvetage, incendie, navigation, isolation, machinerie) afin de se conformer aux exigences *actuelles* des normes de construction des navires. Sans analyse détaillée, ces modifications inconnues pose un risque financier potentiellement important.

La puissance nécessaire afin de propulser le navire à une vitesse 21 noeuds, comparé à 17 noeuds pour le navire actuel, sera 2 fois plus élevée que le navire actuel, soit 13 500 kW versus 6600 kW.

La manoeuvrabilité du navire allongé à basse vitesse devra être évaluée.

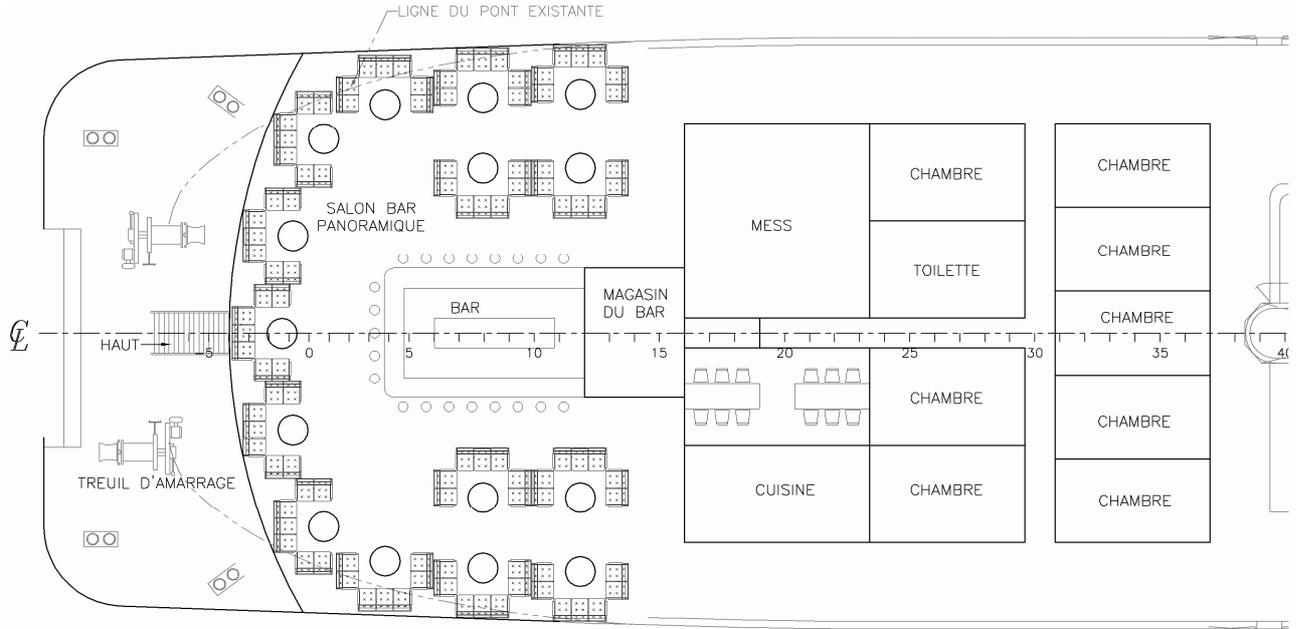
## 5.4 Recommandations

À la lumière du travail effectué dans cette phase, il apparaît qu'il n'y a pas de solution idéale, chacune des alternatives possédant des contraintes tant sur l'opération que sur la marge d'ajout de poids. Dans une seconde phase, il sera essentiel de regarder les éléments suivants:

- Déterminer avec exactitude le poids moyen des autos et camions chargés à bord.
- Si l'avenue de l'allongement est choisie, une étude approfondie sur l'échantillonnage local devra être effectuée.
- Évaluer d'un point de vue financier et technique l'impact de l'ensemble des modifications nécessaires à être faites pour l'extension de la vie du navire pour 20 ou 30 ans.
- Solution idéale.
- Puissance.

Finalement, sans avoir fait d'analyse détaillée, une solution intermédiaire entre la modification et l'allongement serait d'effectuer l'élargissement de l'arrière, d'ajouter une section à l'arrière du navire et de déplacer la porte arrière. L'espace créé permettrait l'incorporation du quartier d'équipage à même le pont des passagers, ce qui diminuerait le poids ajouté et permettrait au navire d'avoir une marge sur l'ajout de poids futur. Un arrangement possible du pont passager est présenté ci-dessous. Cet arrangement permet aux passagers de profiter d'un salon panoramique à l'arrière et de disposer le quartier plus près du milieu du navire et un pont plus bas.

**Solution intermédiaire entre l'allongement et le navire actuel**  
**Vue en plan du pont passager**



**Annexe 1.**  
**Justification des cas d'avaries**

## Scénarios 1 et 2

### AVARIE 1

Couples	Compartiments	
Arr à 6	-Coqueron arrière -Compartiment de l'appareil à gouverner -Aile arrière Tribord	
6 à 14	-Réservoir à ballast arrière tribord	

### AVARIE 2

Couples	Compartiments	
6 à 14	-Réservoir à ballast arrière tribord	
14 à 22	-Espace vide tribord	

La salle des arbres ainsi que le double fond des couples 14 à 30 ne s'étendent pas à l'extérieur de la ligne de B/5 et est donc hors des limites d'avarie.

### AVARIE 3

Couples	Compartiments	
14 à 22	-Espace vide tribord	
22 à 30	-Réservoir d'eau douce tribord	

La salle des arbres ainsi que le double fond des couples 14 à 30 ne s'étendent pas à l'extérieur de la ligne de B/5 et est donc hors des limites d'avarie.

### AVARIE 4 avant équilibrage

Couples	Compartiments	
22 à 30	-Réservoir d'eau douce tribord	
30 à 50	-Salle des machines -Double fond tribord	

### AVARIE 4 après équilibrage

Couples	Compartiments	
22 à 30	-Réservoir d'eau douce tribord -Réservoir d'eau douce bâbord	-par la traverse existante
30 à 50	-Salle des machines -Double fond tribord -Double fond bâbord	-par une ouverture à ajouter

### AVARIE 5 avant équilibrage

Le pire positionnement de la l'étendue d'avarie est de l'arrière du couple 49 vers l'avant, ce qui inclut le double fond de la salle des machines.

Couples	Compartiments	
30 à 50	-Salle des machines -Double fond tribord	
50 à 61	-Salle des génératrices -Double fond tribord -Caisse des drains de carburant	

La caisse des drains de carburant est située au-delà de l'étendue d'avarie à partir du couple 49 mais de la tuyauterie s'y raccordant passe à l'extérieur de la ligne de B/5 au niveau de la salle des machines. Les autres réservoirs de double fond à l'avant du couple 57 sont situés au-delà de l'étendue d'avarie à partir du couple 49 et ne sont pas envahi via de la tuyauterie traversant la zone d'avarie.

**AVARIE 5 après équilibrage**

Couples	Compartiments	
30 à 50	-Salle des machines -Double fond tribord -Double fond bâbord	-par une ouverture à ajouter
50 à 61	-Salle des génératrices -Double fond tribord -Caisse des drains de carburant -Double fond bâbord	-par une ouverture à ajouter

**AVARIE 6 avant équilibrage**

Le pire positionnement de l'étendue d'avarie chevauche à la fois les cloisons du couple 61 et du couple 67.

Couples	Compartiments	
50 à 61	-Salle des génératrices -Caisse de trop plein	
61 à 76	-Réservoir à ballast tribord -Espace vide inférieur tribord cpl.67 à 76 -Espace vide inférieur bâbord cpl.67 à 76 -Espace vide supérieur tribord cpl.61 à 76 -Espace vide supérieur bâbord cpl.61 à 76	-Traverse d'équilibrage instantanée -Traverse d'équilibrage instantanée
76 à 90	-Caisses de traitement des eaux usées	-Via tuyauterie

Le double fond de la salle des génératrices est situé hors de l'étendue d'avarie

Les soutes à carburant ne s'étendent pas à l'extérieur de la ligne de B/5. Il est assumé que les événements des soutes à carburant sont déplacés afin qu'ils ne traversent pas la zone d'avarie.

Les 2 caisses de traitement des eaux usées sont envahies via des conduites de drainage traversant la zone d'avarie.

**AVARIE 6 après équilibrage**

Couples	Compartiments	
50 à 61	-Salle des génératrices -Caisse de trop plein	
61 à 76	-Réservoir à ballast tribord -Réservoir à ballast bâbord -Espace vide inférieur tribord cpl.67 à 76 -Espace vide inférieur bâbord cpl.67 à 76 -Espace vide supérieur tribord cpl.61 à 76 -Espace vide supérieur bâbord cpl.61 à 76	-par la traverse existante -Traverse d'équilibrage instantanée -Traverse d'équilibrage instantanée
76 à 90	-Caisses de traitement des eaux usées	-Via tuyauterie

**AVARIE 7 avant équilibrage**

Couples	Compartiments	
61 à 76	-Espace vide inférieur tribord cpl.67 à 76 -Espace vide inférieur bâbord cpl.67 à 76 -Espace vide supérieur tribord cpl.61 à 76 -Espace vide supérieur bâbord cpl.61 à 76	-Traverse d'équilibrage instantanée -Traverse d'équilibrage instantanée
76 à 90	-Espace vide inférieur tribord cpl.76 à 90 -Espace vide inférieur bâbord cpl. 76 à 90 -Espace vide supérieur tribord cpl. 76 à 84 -Espace vide supérieur bâbord cpl. 76 à 84 -Double fond tribord couple 76 à 90 -Caisses de traitement des eaux usées	-Traverse d'équilibrage instantanée -Traverse d'équilibrage instantanée -Via tuyauterie

Les soutes à carburant ne s'étendent pas à l'extérieur de la ligne de B/5.

Le compartiment des eaux usées ne s'étend pas à l'extérieur de la ligne de B/5.

Les 2 caisses de traitement des eaux usées sont envahies via des conduites de drainage traversant la zone d'avarie.

#### AVARIE 7 après équilibrage

Couples	Compartiments	
61 à 76	-Espace vide inférieur tribord cpl.67 à 76 -Espace vide inférieur bâbord cpl.67 à 76 -Espace vide supérieur tribord cpl.61 à 76 -Espace vide supérieur bâbord cpl.61 à 76	-Traverse d'équilibrage instantanée  -Traverse d'équilibrage instantanée
76 à 90	-Espace vide inférieur tribord cpl.76 à 90 -Espace vide inférieur bâbord cpl. 76 à 90 -Espace vide supérieur tribord cpl. 76 à 84 -Espace vide supérieur bâbord cpl. 76 à 84 -Double fond tribord couple 76 à 90 -Double fond bâbord couple 76 à 90 -Caisses de traitement des eaux usées	-Traverse d'équilibrage instantanée  -Traverse d'équilibrage instantanée  -par une ouverture à ajouter -Via tuyauterie

#### AVARIE 8

Couples	Compartiments	
76 à 90	-Espace vide inférieur tribord cpl.76 à 90 -Espace vide inférieur bâbord cpl. 76 à 90 -Espace vide supérieur tribord cpl. 76 à 84 -Espace vide supérieur bâbord cpl. 76 à 84 -Double fond tribord couple 76 à 90 -Double fond bâbord couple 76 à 90 -Caisses de traitement des eaux usées	-Traverse d'équilibrage instantanée  -Traverse d'équilibrage instantanée  -par une ouverture à ajouter -Via tuyauterie
90 à 100	-Réservoir de ballast avant tribord -Espace vide tribord	

Le compartiment des eaux usées ne s'étend pas à l'extérieur de la ligne de B/5.

Les 2 caisses de traitement des eaux usées sont envahies via des conduites de drainage traversant la zone d'avarie.

#### AVARIE 9

Couples	Compartiments	
90 à 100	-Réservoir de ballast avant tribord -Espace vide tribord	
100 à 112	-Compartiment propulseur d'étrave	

#### AVARIE 10

Couples	Compartiments	
100 à 112	-Compartiment propulseur d'étrave	
112 à Av.	-Coqueron avant	

### Scénarios 3 et 4

#### AVARIE 1

Couples	Compartiments	
Arr à 6	-Coqueron arrière -Compartiment de l'appareil à gouverner	
6 à 14	-Réservoir à ballast arrière tribord	
14 à 30	-Salle des arbres	

#### AVARIE 2

Couples	Compartiments	
6 à 14	-Réservoir à ballast arrière tribord	
14 à 30	-Salle des arbres	
	-Espace vide latéral tribord	
	-Réservoir d'eau douce tribord	

Le double fond du couple 14 à 30 ne s'étend pas à l'extérieur de la ligne de B/5 et est donc hors des limites d'avarie.

#### AVARIE 3 avant équilibrage

Couples	Compartiments	
14 à 21	-Espace vide latéral tribord	
24 à 30	-Réservoir d'eau douce tribord	
30 à 50	-Double fond de la salle des machines tribord	
	-Salle des machines	

#### AVARIE 3 après équilibrage

Couples	Compartiments	
14 à 21	-Espace vide latéral tribord	
24 à 30	-Réservoir d'eau douce tribord	
	-Réservoir d'eau douce bâbord	
30 à 50	-Double fond de la salle des machines tribord	
	-Double fond de la salle des machines bâbord	-par une valve à ajouter cpl 33
	-Salle des machines	

#### AVARIE 4 avant équilibrage

Couples	Compartiments	
30 à 50	-Salle des machines -Double fond tribord	
50 à 61	-Salle des génératrices -Double fond tribord -Caisse des drains de carburant -Caisse à boues	

#### AVARIE 4 après équilibrage

Couples	Compartiments	
30 à 50	-Salle des machines -Double fond tribord	
50 à 61	-Salle des génératrices -Double fond tribord -Double fond bâbord -Caisse des drains de carburant -Caisse à boues	-par une valve à ajouter cpl 54

### AVARIE 5

Le pire positionnement de l'étendue d'avarie est de l'arrière du couple 49 vers l'avant ce qui inclut le double fond de la salle des machines.

Couples	Compartiments	
50 à 61	-Salle des génératrices -Caisse des drains de carburant -Caisse à boues -Caisse à trop plein	
61 à 211	-Espace vide 1	

La caisse des drains de carburant est située au-delà de l'étendue d'avarie à partir du couple 49 mais de la tuyauterie s'y raccordant passe à l'extérieur de la ligne de B/5 au niveau de la salle des machines. Les autres réservoirs de double fond à l'avant du couple 57 sont situés au-delà de l'étendue d'avarie à partir du couple 49 et ne sont pas envahis via de la tuyauterie traversant la zone d'avarie.

### AVARIE 6

Couples	Compartiments	
61 à 211	-Espace vide 1	
211 à 226	-Espace vide 2	

### AVARIE 7

Couples	Compartiments	
211 à 226	-Espace vide 2	
226 à 238	-Espace vide 3 -Double fond	

### AVARIE 8 avant équilibrage

Couples	Compartiments	
226 à 238	-Espace vide 3 -Double fond	
61 à 76	-Espace vide inférieur tribord cpl.67-76 -Espace vide supérieur tribord cpl. 61-76 -Caisse à ballast tribord	

Les soutes à carburant ne s'étendent pas à l'extérieur de la ligne de B/5.

### AVARIE 8 après équilibrage

Couples	Compartiments	
226 à 238	-Espace vide 3 -Double fond	
61 à 76	-Espace vide inférieur tribord cpl.67-76 -Espace vide supérieur tribord cpl. 61-76 -Caisse à ballast tribord -Caisse à ballast bâbord	Via conduite d'équilibrage existante

### AVARIE 9

Couples	Compartiments	
61 à 76	-Espace vide inférieur tribord cpl.67-76 -Espace vide supérieur tribord cpl. 61-76	
76 à 90	-Double fond 76 à 90 -Espace vide supérieur 76 à 90 -Compartiment des eaux usées	

**AVARIE 9B**

Couples	Compartiments	
61 à 76	-Espace vide inférieur tribord cpl.67-76 -Espace vide supérieur tribord cpl. 61-76	
76 à 90	-Espace vide supérieur 76 à 90 -Compartiment des eaux usées	

**AVARIE 9C**

Couples	Compartiments	
61 à 76	-Espace vide supérieur tribord cpl. 61-76	
76 à 90	-Espace vide supérieur 76 à 90 -Compartiment des eaux usées	

**AVARIE 9D**

Couples	Compartiments	
61 à 76	-Espace vide supérieur tribord cpl. 61-76	
76 à 90	-Espace vide supérieur 76 à 90	

**AVARIE 10**

Couples	Compartiments	
76 à 90	-Double fond 76 à 90 -Espace vide supérieur 76 à 90 -Compartiment des eaux usées -Cofferdam couple 89-90	
90 à 100	-Réservoir de ballast avant tribord -Espace vide tribord	

**AVARIE 11**

Couples	Compartiments	
76 à 90	-Double fond 76 à 90 -Cofferdam couple 89-90	
90 à 100	-Réservoir de ballast avant tribord -Espace vide tribord	
100 à 112	-Compartiment propulseur d'étrave	

**AVARIE 12**

Couples	Compartiments	
100 à 112	-Compartiment propulseur d'étrave	
112 à Av.	-Coqueron avant	

**Annexe II**  
**Calculs d'équilibrage**

**Calcul des Traverses d'Équilibrage Selon IMO resolution A.266(VIII)**

Espace Vide Sous le Pont Inférieur à l'extérieur de 14' du CL entre les couples 67 et 76			
Volume à Transférer ( <b>par la nouvelle traverse Ø20"</b> )	$W_f$	65.3	m <sup>3</sup>
Tête d'eau avant le commencement de l'équilibrage	$H_0$	4.62	m
Tête d'eau au stade final de l'équilibrage	$h_f$	1.39	m
Définition de la traverse d'équilibrage			
Diamètre équivalent	D	0.501	m
Longueur	l	8.534	m
Aire de section	S	0.197	m <sup>2</sup>
Coefficients de friction du système		$k$	
	Tuyau	0.340	
	Entrée	0.450	
	Sortie	1.000	
	Soupape		
Somme des facteurs de restriction	$\Sigma k$	<u>1.790</u>	
Facteur de réduction de vitesse	F	0.747	
Volume à Transférer ( <b>par la Traverse Existante Ø10"</b> )	$W_f$	15.4	m <sup>3</sup>
Tête d'eau avant le commencement de l'équilibrage	$H_0$	4.62	m
Tête d'eau au stade final de l'équilibrage	$h_f$	1.39	m
Définition de la traverse d'équilibrage			
Diamètre	D	0.254	m
Longueur	l	8.534	m
Aire de section	S	0.051	m <sup>2</sup>
Coefficients de friction du système		$k$	
	Tuyau	0.672	
	Entrée	0.450	
	Sortie	1.000	
	Soupape		
Somme des facteurs de restriction	$\Sigma k$	<u>2.122</u>	
Facteur de réduction de vitesse	F	0.686	
Temps d'équilibrage	$T_f$	<b>1.00</b>	min

Espace Vide Sur le Pont Inférieur à l'extérieur de 14' du CL entre les couples 61 et 76			
Valide pour Espace Vide sur le Pont Inférieur à l'ext. de 14' du CL entre les cpl.76 et 84			
Volume à transférer	$W_f$	145.4	m <sup>3</sup>
Tête d'eau avant le commencement de l'équilibrage	$H_0$	4.62	m
Tête d'eau au stade final de l'équilibrage	$h_f$	0.25	m
Définition de la traverse d'équilibrage			
Diamètre	D	-	m
Longueur	l	8.534	m
Aire de section	S	1.090	m <sup>2</sup>
Coefficients de friction du système	k		
		Tuyau	0.000
		Conduit 60" x 30"	0.500
		Sortie	1.000
		Soupape	
Somme des facteurs de restriction	$\Sigma k$	1.500	
Facteur de réduction de vitesse	F	0.816	
<b>Temps d'équilibrage</b>	<b><math>T_f</math></b>	<b>0.46</b>	<b>min</b>

Espace Vide Sous le Pont Inférieur à l'extérieur de 14' du CL entre les couples 76 et 90			
Volume à transférer	$W_f$	68.8	m <sup>3</sup>
Tête d'eau avant le commencement de l'équilibrage	$H_0$	4.57	m
Tête d'eau au stade final de l'équilibrage	$h_f$	2.29	m
Définition de la traverse d'équilibrage			
Diamètre	D	-	m
Longueur	l	8.534	m
Aire de section	S	1.090	m <sup>2</sup>
Coefficients de friction du système	k		
		Tuyau	0.000
		Conduit 60" x 30"	0.500
		Entrée	0.000
		Sortie	1.000
	Soupape		
Somme des facteurs de restriction	$\Sigma k$	1.500	
Facteur de réduction de vitesse	F	0.816	
<b>Temps d'équilibrage</b>	<b><math>T_f</math></b>	<b>0.16</b>	<b>min</b>

**Annexe III**  
**Estimé des poids**  
**Scénarios 1 et 2**

**Annexe IV**  
**Estimé des poids**  
**Scénarios 3 et 4**

**Annexe V**  
**Estimé de puissance**  
**Navire allongé sans quartier d'équipage**



Projet: **Camille Marcoux**  
Titre: **Estimé de puissance, allongé 97.5' sans quartier d'équipage**  
**Plein chargement, assiette nulle**

Référence C07-04  
Révision 0

Eau douce  
 Eau salée

Aucun appendice  
 Avec appendices

Pas fixe  
 Pas variable

Résistance vent  
 Résistance vague

**Caractéristiques de la coque**

Longueur ligne d'eau	114.8 m
Largeur ligne d'eau	17.8 m
Tirant d'eau moulé	4.18 m
Assiette	0 m
Vitesse de design	21 nœuds
Déplacement	5675 tonnes
Surface mouillée	2140 m <sup>2</sup>
Aire du plan d'eau	1610 m <sup>2</sup>
Aire de section max.	69.3 m <sup>2</sup>

**Coefficients**

Bloc	0.648
Plan d'eau	0.788
Prismatique	0.696
Maître couple	0.931
% LCB arrière midship	1.9%
Form factor	1.2
Rugosité coque	0.35 mm
Efficacité trans./arbres	94%

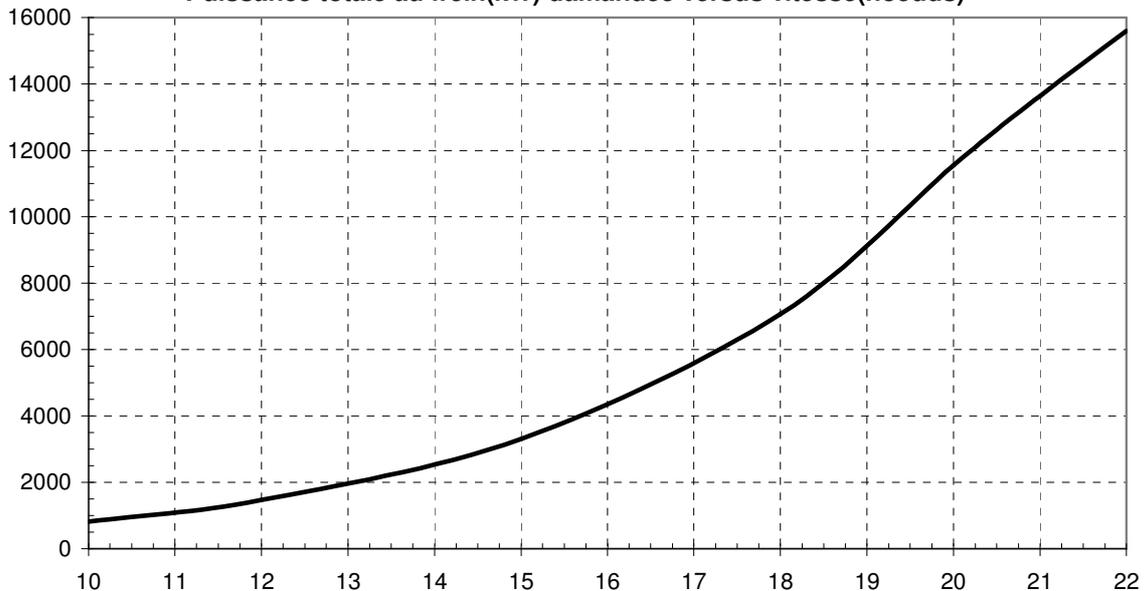
**Caractéristiques hélice**

Nombre d'hélice	2
Diamètre	3.25 m
Nombre de pales	5
Ratio d'aire	0.8
Pas	Var
Ratio transmiss.	3.3 :1
P/D	Var

**Données de puissance**

Vitesse nœuds	Fn	Cr x10 <sup>-3</sup>	R <sub>T</sub> kN	Pe kW	w	t	η <sub>H</sub>	η <sub>O</sub>	QPC	n <sub>P</sub> rpm	n <sub>E</sub> rpm	P <sub>D</sub> kW	P <sub>B</sub> kW
10	0.153	0.410	92	475	0.12	0.13	0.988	0.644	0.623	236	786	763	816
12	0.184	0.577	138	853	0.12	0.13	0.987	0.644	0.622	276	919	1371	1466
15	0.230	1.103	247	1907	0.12	0.13	0.987	0.637	0.616	316	1052	3098	3313
18	0.276	1.928	430	3981	0.12	0.13	0.987	0.624	0.602	355	1181	6611	7070
20	0.307	2.724	621	6387	0.12	0.13	0.986	0.612	0.591	401	1335	10803	11554
21	0.322	2.830	697	7526	0.12	0.13	0.986	0.611	0.590	454	1512	12752	13639
22	0.337	2.812	761	8611	0.12	0.13	0.986	0.612	0.590	454	1512	14587	15601

**Puissance totale au frein(kW) demandée versus vitesse(nœuds)**



Cr Résistance résiduelle  
Fn Nombre de froude  
R<sub>T</sub> Résistance totale incluant appendices  
Pe Puissance effective

w Wake fraction  
t Thrust deduction factor  
η<sub>H</sub> Efficacité de la coque = (1-t) / (1-w)  
η<sub>O</sub> Efficacité de l'hélice sans la coque

QPC Quasi propulsive coefficient  
n<sub>P</sub> Vitesse de rotation hélice  
n<sub>E</sub> Vitesse de rotation moteurs  
P<sub>B</sub> Puissance au frein

**Annexe VI**  
**Estimé de puissance**  
**Navire allongé avec quartier d'équipage**

Projet: **Camille Marcoux**  
 Titre: **Estimé de puissance, allongé 97.5' avec quartier d'équipage**  
**Plein chargement, assiette nulle**

 Référence C07-04  
 Révision 0

 Eau douce  
 Eau salée

 Aucun appendice  
 Avec appendices

 Pas fixe  
 Pas variable

 Résistance vent  
 Résistance vague

**Caractéristiques de la coque**

Longueur ligne d'eau	115 m
Largeur ligne d'eau	17.8 m
Tirant d'eau moulé	4.25 m
Assiette	0 m
Vitesse de design	21 nœuds
Déplacement	5720 tonnes
Surface mouillée	2205 m <sup>2</sup>
Aire du plan d'eau	1666 m <sup>2</sup>
Aire de section max.	70.9 m <sup>2</sup>

**Coefficients**

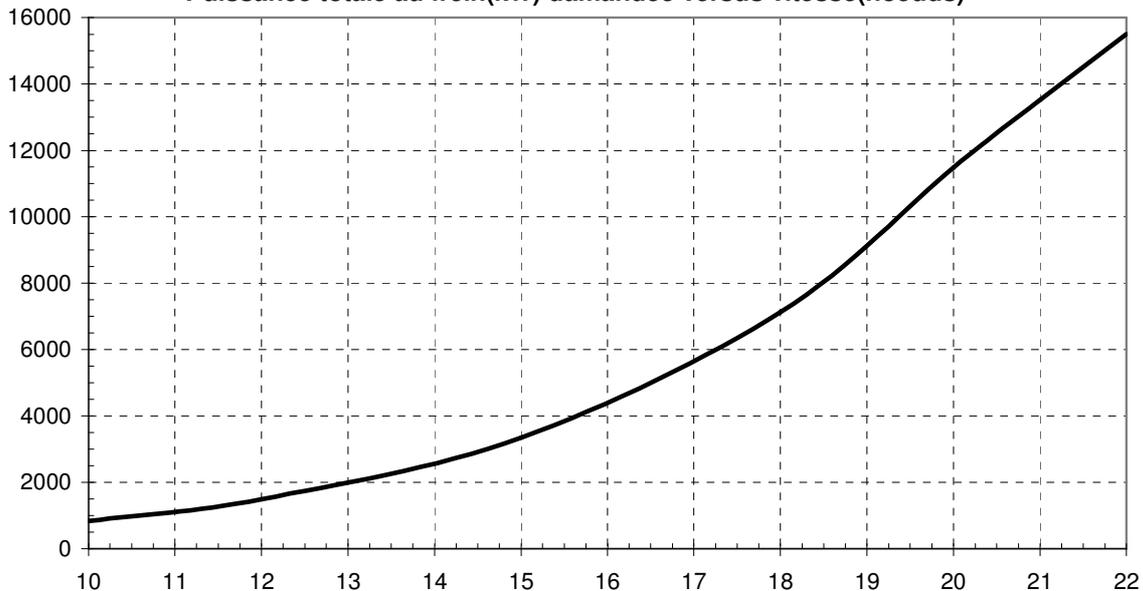
Bloc	0.641
Plan d'eau	0.814
Prismatique	0.684
Maître couple	0.937
% LCB arrière midship	1.9%
Form factor	1.2
Rugosité coque	0.35 mm
Efficacité trans./arbres	94%

**Caractéristiques hélice**

Nombre d'hélice	2
Diamètre	3.25 m
Nombre de pales	5
Ratio d'aire	0.8
Pas	Var
Ratio transmiss.	3.3 :1
P/D	Var

**Données de puissance**

Vitesse nœuds	Fn -	Cr x10 <sup>-3</sup>	R <sub>T</sub> kN	Pe kW	w -	t -	η <sub>H</sub> -	η <sub>O</sub> -	QPC -	n <sub>P</sub> rpm	n <sub>E</sub> rpm	P <sub>D</sub> kW	P <sub>B</sub> kW
10	0.153	0.394	94	485	0.12	0.13	0.988	0.644	0.623	236	786	779	833
12	0.184	0.547	141	868	0.12	0.13	0.987	0.644	0.622	276	919	1395	1492
15	0.230	1.038	250	1925	0.12	0.13	0.987	0.637	0.616	316	1052	3127	3344
18	0.276	1.839	433	4012	0.12	0.13	0.987	0.624	0.602	355	1181	6662	7125
20	0.306	2.547	617	6349	0.12	0.13	0.986	0.612	0.591	401	1335	10739	11486
21	0.322	2.633	690	7458	0.12	0.13	0.986	0.611	0.590	454	1512	12636	13514
22	0.337	2.633	756	8560	0.12	0.13	0.986	0.612	0.590	454	1512	14501	15509

**Puissance totale au frein(kW) demandée versus vitesse(nœuds)**

 Cr Résistance résiduelle  
 Fn Nombre de froude  
 R<sub>T</sub> Résistance totale incluant appendices  
 Pe Puissance effective

 w Wake fraction  
 t Thrust deduction factor  
 η<sub>H</sub> Efficacité de la coque = (1-t) / (1-w)  
 η<sub>O</sub> Efficacité de l'hélice sans la coque

 QPC Quasi propulsive coefficient  
 n<sub>P</sub> Vitesse de rotation hélice  
 n<sub>E</sub> Vitesse de rotation moteurs  
 P<sub>B</sub> Puissance au frein

**Annexe VII**  
**Calculs de résistance longitudinale**



**Annexe VIII**  
**Estimé des coûts**

<b>Coût budgétaire +-20% pour le scénario 1</b>				
<b>Items</b>	<b>Poids</b>	<b>Coût unit.</b>	<b>Coût/tonne</b>	<b>Coût total</b>
	<b>t</b>	<b>\$</b>	<b>\$/t</b>	<b>\$</b>
Mise en cale sèche (30 jours)		96 000		<b>96 000 \$</b>
Démantèlement structure		252 800		<b>252 800 \$</b>
Démantèlement du quartier d'équipage		250 000		<b>250 000 \$</b>
Nouvelles cloisons cpl. 61 à 90				
<i>Achat de l'acier</i>	16.58		1 350	<b>22 378 \$</b>
<i>Pertes découpage (12%)</i>	1.99		1 350	<b>2 685 \$</b>
<i>Main d'œuvre</i>	18.07		18 000	<b>325 184 \$</b>
<i>Conduites d'équilibrage</i>		50 000		<b>50 000 \$</b>
<i>Ouverture et fermeture d'accès pour les travaux</i>		50 000		<b>50 000 \$</b>
Nouvelles cloisons cpl. 14 à 24				
<i>Achat de l'acier</i>	7.18		1 350	<b>9 696 \$</b>
<i>Pertes découpage (12%)</i>	0.86		1 350	<b>1 164 \$</b>
<i>Main d'œuvre</i>	7.94		18 000	<b>142 947 \$</b>
<i>Ouverture et fermeture d'accès pour les travaux</i>		50 000		<b>50 000 \$</b>
Modification et ajout de tuyauterie		75 000		<b>75 000 \$</b>
Modification et ajout de ventilation		20 000		<b>20 000 \$</b>
Élargissement de la partie arrière				
<i>Achat de l'acier</i>	99.66		1 350	<b>134 544 \$</b>
<i>Pertes découpage (22%)</i>	21.93		1 350	<b>29 600 \$</b>
<i>Main d'œuvre</i>	99.66		18 000	<b>1 793 923 \$</b>
<i>Modification de la structure existante</i>	12.63		18 000	<b>227 319 \$</b>
<i>Réaménagement des rangements</i>		20 000		<b>20 000 \$</b>
<i>Démantèlement de l'isolation à l'arrière du cpl. 15</i>		20 000		<b>20 000 \$</b>
Modification au système électrique		20 000		<b>20 000 \$</b>
Peinture		100 000		<b>100 000 \$</b>
<b>Sous total</b>				<b>3 693 240 \$</b>
<i>Imprévus (12%)</i>				443 189 \$
<i>Assurance (2%)</i>				82 729 \$
<i>Conception (6.5%)</i>				274 245 \$
<i>Financement (8%)</i>				359 472 \$
<i>Profit du chantier (15%)</i>				727 931 \$
<i>TPS (6%)</i>				334 848 \$
<b>Total des modifications scénario 1</b>				<b>5 915 654 \$</b>



<b>Coût budgétaire +-20% pour le scénario 2</b>				
<b>Items</b>	<b>Poids</b>	<b>Coût unit.</b>	<b>Coût/tonne</b>	<b>Coût total</b>
	<b>t</b>	<b>\$</b>	<b>\$/t</b>	<b>\$</b>
Coût des modifications scénario 1				<b>3 693 240 \$</b>
Entreposage de l'ameublement du quartier d'équipage		20 000		<b>20 000 \$</b>
Nouvelle structure d'acier				
<i>Achat de l'acier</i>	61.39		1 350	<b>82 875 \$</b>
<i>Pertes découpage (15%)</i>	9.21		1 350	<b>12 431 \$</b>
<i>Main d'œuvre</i>	61.39		13 500	<b>828 752 \$</b>
Planchers		120 000		<b>120 000 \$</b>
Cloisons et finition		300 000		<b>300 000 \$</b>
Plafonds		96 000		<b>96 000 \$</b>
Portes		78 000		<b>78 000 \$</b>
Fenêtres		88 000		<b>88 000 \$</b>
Ameublement		300 000		<b>300 000 \$</b>
Toilettes		60 000		<b>60 000 \$</b>
Cuisine		150 000		<b>150 000 \$</b>
Ventilation		150 000		<b>150 000 \$</b>
Isolation		38 400		<b>38 400 \$</b>
Escaliers		40 000		<b>40 000 \$</b>
Main d'œuvre finition 20000 heure-hommes @ 55\$/hr		1 100 000		<b>1 100 000 \$</b>
Électricité et éclairage		100 000		<b>100 000 \$</b>
Peinture et nettoyage		75 000		<b>75 000 \$</b>
<b>Sous-total</b>				<b>7 332 699 \$</b>
<i>Imprévus (12%)</i>				879 924 \$
<i>Assurance (2%)</i>				164 252 \$
<i>Conception (6.5%)</i>				544 497 \$
<i>Financement (8%)</i>				713 710 \$
<i>Profit du chantier (15%)</i>				1 445 262 \$
<i>TPS (6%)</i>				664 821 \$
<b>Total des modifications scénario 2</b>				<b>11 745 165 \$</b>

<b>Coût budgétaire +-20% du scénario 3</b>				
<b>Items</b>	<b>Poids</b>	<b>Coût unit.</b>	<b>Coût/tonne</b>	<b>Coût total</b>
	<b>t</b>	<b>\$</b>	<b>\$/t</b>	<b>\$</b>
<b>Structure et finition sous le pont des passagers :</b>				
Démantèlement du quartier d'équipage		248 800		<b>248 800</b>
Mise en cale sèche (120 jours)		384 000		<b>384 000</b>
Démantèlement au droit de la coupe, coupe et déplacement de la partie coupée		275 000		<b>275 000</b>
Nouvelle section centrale				
<i>Achat de l'acier</i>	730.98		1 350	<b>986 818</b>
<i>Pertes découpage (18%)</i>	131.58		1 350	<b>177 627</b>
<i>Main d'œuvre</i>	730.98		11 000	<b>8 040 742</b>
Ajustement de la nouvelle section		132 000		<b>132 000</b>
Nouveaux espaces vide cpl. 21 à 24				
<i>Achat de l'acier</i>	4.91		1 350	<b>6 628</b>
<i>Pertes découpage (12%)</i>	0.59		1 350	<b>795</b>
<i>Main d'œuvre</i>	4.91		18 000	<b>88 379</b>
<i>Ouverture et fermeture d'accès pour les travaux</i>		20 000		<b>20 000</b>
Nouveaux espaces vide cpl. 89 à 90				
<i>Achat de l'acier</i>	3.97		1 350	<b>5 354</b>
<i>Pertes découpage (12%)</i>	0.48		1 350	<b>642</b>
<i>Main d'œuvre</i>	3.97		18 000	<b>71 382</b>
<i>Ouverture et fermeture d'accès pour les travaux</i>		20 000		<b>20 000</b>
Nouvelle cloison d'abordage				
<i>Achat de l'acier</i>	1.71		1 350	<b>2 308</b>
<i>Pertes découpage (12%)</i>	0.21		1 350	<b>277</b>
<i>Main d'œuvre</i>	1.71		18 000	<b>30 772</b>
<i>Ouverture et fermeture d'accès pour les travaux</i>		20 000		<b>20 000</b>
Nouvelle rampe automobile				
<i>Achat de l'acier</i>	51.77		1 350	<b>69 896</b>
<i>Pertes découpage (12%)</i>	6.21		1 350	<b>8 388</b>
<i>Main d'œuvre</i>	51.77		9 000	<b>465 972</b>
Acier de support pour les travaux				
<i>Achat de l'acier</i>	18.50		1 350	<b>24 975</b>
<i>Main d'œuvre</i>	18.50		12 500	<b>231 250</b>
Ascenseur		250 000		<b>250 000</b>
Modification système de tuyauterie		500 000		<b>500 000</b>
Événements		50 000		<b>50 000</b>
Isolation au droit des embarcations de sauvetage		75 000		<b>75 000</b>
Électricité et éclairage sous le pont principal		100 000		<b>100 000</b>
Peinture et nettoyage		150 000		<b>150 000</b>

**Scénario 3, ...suite**

Items	Poids t	Coût unit. \$	Coût/tonne \$/t	Coût total \$
Finition espace des passagers				
<i>Planchers</i>		120 000		<b>120 000</b>
<i>Cloisons, finition, cadres de fenêtres, etc.</i>		200 000		<b>200 000</b>
<i>Fenêtre (A-30 au droit des embarcations)</i>		240 000		<b>240 000</b>
<i>Plafonds</i>		96 000		<b>96 000</b>
<i>Ameublement</i>		300 000		<b>300 000</b>
<i>Isolation</i>		40 000		<b>40 000</b>
<i>Électricité</i>		200 000		<b>200 000</b>
<i>Ventilation</i>		150 000		<b>150 000</b>
<i>Protection incendie</i>		150 000		<b>150 000</b>
<i>Escaliers</i>		40 000		<b>40 000</b>
<i>Peinture et nettoyage</i>		75 000		<b>75 000</b>
<i>Main d'œuvre finition 20000 h-hommes @ 55\$/hr</i>		1 100 000		<b>1 100 000</b>
<b>Sous total</b>				<b>15 148 005</b>
<i>Imprévus (12%)</i>				1 817 761
<i>Assurance (2%)</i>				339 315
<i>Conception (6.5%)</i>				1 124 830
<i>Financement (8%)</i>				1 474 393
<i>Profit du chantier (15%)</i>				2 985 646
<i>TPS (6%)</i>				1 373 397
<b>Total des modifications scénario 3</b>				<b>24 263 347</b>



<b>Coût budgétaire +-20% du scénario 4</b>				
<b>Items</b>	<b>Poids t</b>	<b>Coût unit. \$</b>	<b>Coût/tonne \$/t</b>	<b>Coût total \$</b>
Coût des modification scénario 3				<b>15 148 005</b>
Entreposage de l'ameublement du quartier d'équipage		20 000		<b>20 000</b>
Planchers		120 000		<b>120 000</b>
Cloisons et finition		300 000		<b>300 000</b>
Plafonds		96 000		<b>96 000</b>
Portes		78 000		<b>78 000</b>
Fenêtres		88 000		<b>88 000</b>
Ameublement		300 000		<b>300 000</b>
Toilettes		60 000		<b>60 000</b>
Cuisine		150 000		<b>150 000</b>
Ventilation		150 000		<b>150 000</b>
Isolation		38 400		<b>38 400</b>
Escaliers		40 000		<b>40 000</b>
Main d'œuvre 20000 h-hommes @ 55\$/heure		1 100 000		<b>1 100 000</b>
Électricité et éclairage		100 000		<b>100 000</b>
Peinture et nettoyage		75 000		<b>75 000</b>
<b>Sous total</b>				<b>17 863 405</b>
<i>Imprévus (12%)</i>				2 143 609
<i>Assurance (2%)</i>				400 140
<i>Conception (6.5%)</i>				1 326 465
<i>Financement (8%)</i>				1 738 690
<i>Profit du chantier (15%)</i>				3 520 846
<i>TPS (6%)</i>				1 619 589
<b>Total des modifications scénario 4</b>				<b>28 612 745</b>

**Annexe IX**

**Livret provisoire stabilité intacte et endommagée  
Navire modifié sans quartier d'équipage**

**Voir document C07-04-079-SQE**

**Livret de stabilité intacte et endommagée provisoire**

**Annexe X**

**Livret provisoire stabilité intacte et endommagée  
Navire modifié avec quartier d'équipage**

**Voir document C07-04-079-AQE**

**Livret de stabilité intacte et endommagée provisoire**

**Annexe XI**  
**Livret provisoire stabilité intacte et endommagée**  
**Navire allongé avec quartier d'équipage**

**Voir document C07-04-079-ALLONGE-AQE**  
**Livret de stabilité intacte et endommagée provisoire**



**Annexe XII**  
**Liste des dessins soumis**

<b>Dessin</b>	<b>Feuille</b>	<b>Titre</b>
C07-04-085-01/02	1 de 1	Navire modifié, Plan des formes
C07-04-085-03/04	1 de 1	Navire allongé, Plan des formes
C07-04-110-02	1 de 5	Navire modifié, Structure du nouveau quartier
C07-04-110-01/02	2 de 5	Navire modifié, Structure arrière
C07-04-110-01/02	3 de 5	Navire modifié, Structure couple -6 à 6
C07-04-110-01/02	4 de 5	Navire modifié, Structure couple 8 à 24
C07-04-110-01/02	5 de 5	Navire modifié, Structure couple 61 à 90
C07-04-110-03/04	1 de 4	Navire allongé, Structure partie milieu, plan
C07-04-110-03/04	2 de 4	Navire allongé, Structure partie milieu, couples
C07-04-110-03/04	3 de 4	Navire allongé, Structure partie milieu, élévation
C07-04-110-03/04	4 de 4	Navire allongé, Structure partie avant et arrière
C07-04-500-01/02	1 de 1	Navire modifié, Modifications tuyauterie
C07-04-500-03/04	1 de 1	Navire allongé, Modifications tuyauterie
C07-04-600-01/02	1 de 1	Navire modifié, Modifications stabilité
C07-04-600-03/04	1 de 1	Navire allongé, Modifications stabilité
C07-04-602-01	1 de 1	Navire modifié sans quartier, Arrangement général
C07-04-602-02	1 de 1	Navire modifié avec quartier, Arrangement général
C07-04-602-03	1 de 1	Navire allongé sans quartier, Arrangement général
C07-04-602-04	1 de 1	Navire allongé avec quartier, Arrangement général
C07-04-620-01/02	1 de 1	Navire modifié, Plan de capacité
C07-04-620-03/04	1 de 1	Navire allongé, Plan de capacité
C07-04-673-01	1 de 1	Navire modifié sans quartier, Plan de chargement
C07-04-673-02	1 de 1	Navire modifié avec quartier, Plan de chargement
C07-04-673-03/04	1 de 1	Navire allongé, Plan de chargement



## Directive sur les conditions de travail lors d'affectation en Italie

---

À jour au 30 octobre 2013

### Table des matières

1. Identification
2. Énoncé de principe
3. Cadre juridique
4. Champ d'application
5. Définitions
6. Principes directeurs
7. Autorisation de déplacement
8. Indemnités remboursables lors d'un déplacement
  - 8.1 Frais de transport
  - 8.2 Frais de repas
  - 8.3 Frais de logement
  - 8.4 Frais d'appel téléphonique interurbain
  - 8.5 Frais divers
9. Pièces justificatives
10. Allocations en cours d'affectation
11. Frais médicaux
12. Santé et sécurité
13. Horaire de travail
14. Responsabilités
15. Entrée en vigueur

 [Manuel de déploiement en Italie](#)

---

### 1. Identification

- **Titre** : Directive relative aux conditions de travail lors d'affectation en Italie
  - **Responsable** : la Direction principale des ressources humaines
  - **Cette directive s'adresse** à toute personne à l'emploi de la Société des traversiers du Québec (STQ), détenteur d'un poste régulier ou temporaire et à tout intervenant d'une firme de consultant.
  - **Approbation** : révisée par le comité de direction le 7 octobre 2013.
-

## 2. Énoncé de principe

Cette directive a pour objet de définir les conditions de travail du personnel lors d'affectation en Italie, dans le cadre du projet de construction du nouveau navire destiné à la traverse Matane–Baie-Comeau–Godbout.

---

## 3. Cadre juridique

Aucun.

---

## 4. Champ d'application

Cette directive s'applique à tout le personnel de la STQ, détenteur d'un poste régulier ou temporaire et à tout intervenant d'une firme de consultant.

---

## 5. Définitions

Aux fins de la présente directive, les mots, expressions et acronymes suivants signifient :

- **Affectation** : Toute assignation de longue durée et récurrente, effectuée dans le cadre du projet de construction du nouveau navire destiné à la traverse Matane–Baie-Comeau–Godbout.
  - **Indice de poste** : L'indice de poste est établi périodiquement par Statistique Canada selon le pays d'affectation. Comme les prix des biens et services de consommation sont souvent très différents à l'étranger, cet indice permet d'égaliser le pouvoir d'achat de la partie du salaire de l'employé consacrée à l'achat du « panier » de biens et services.
  - **Longue durée et récurrente** : Assignation d'une durée minimale de 12 semaines, soit un minimum de deux périodes consécutives de 6 semaines, qui peuvent être entrecoupées d'une période de retour au Québec de 2 semaines.
-

## 6. Principes directeurs

Le président-directeur général est responsable de la gestion et de l'application de la présente directive dans une orientation visant l'utilisation optimale des ressources humaines, matérielles et financières requises lors d'une affectation.

La STQ détermine les moyens de transport et les modalités de logement et de repas qui doivent être utilisés par l'employé à l'occasion d'une affectation en Italie, en tenant compte des coûts de transport et des facilités qu'elle peut mettre à la disposition des employés visés.

Une dépense, pour être remboursable, doit être nécessaire, raisonnable et avoir été effectuée.

La présentation de renseignements ou de pièces justificatives faux, inexacts ou incomplets, faite dans le but d'appuyer une réclamation non conforme à la présente directive, est passible de mesures disciplinaires, pouvant aller jusqu'au congédiement.

Certaines des dispositions de la présente directive s'appuient sur deux directives émises par le Conseil du trésor :

- Directive sur les frais remboursables lors d'un déplacement à l'extérieur du Québec;
- Directive concernant les indemnités et les allocations versées aux fonctionnaires à l'extérieur du Québec.

---

## 7. Autorisation de déplacement

L'autorisation de déplacement doit avoir été accordée par le président-directeur général.

---

## 8. Indemnités remboursables lors d'une affectation

### 8.1 Frais de transport

Les frais de transport pour tous les déplacements effectués dans le cadre du travail sont remboursables. Il s'agit notamment des billets d'avion, frais de taxis, de location de voitures ou de tout autre moyen de transport utilisé **dans le cadre du travail**.

Les déplacements en avion doivent être effectués en classe économique. Cependant, le président-directeur général peut autoriser un déplacement en classe affaires dans des cas exceptionnels, pour une urgence ou pour tout autre motif jugé valable.

## 8.2 Frais de repas

Pour chaque journée civile complète, l'employé touche pour ses frais de repas et de petites dépenses, une indemnité globale maximum qui varie selon les deux situations suivantes :

- L'employé reçoit une indemnité quotidienne de **34,00 \$** lorsqu'il est hébergé dans un logement comprenant les services de base tels que les équipements de cuisine et une indemnité de **9,00 \$** pour les petites dépenses. L'indemnité pour les repas se divise ainsi :
  - Déjeuner 6,80 \$
  - Dîner 11,90 \$
  - Souper 15,30 \$
- L'employé reçoit une indemnité quotidienne de **70,00 \$** lorsqu'il est hébergé à un endroit ne comprenant pas les services de base tels que les équipements de cuisine et une indemnité de **9,00 \$** pour les petites dépenses. L'indemnité pour les repas se divise ainsi :
  - Déjeuner 14,00 \$
  - Dîner 24,50 \$
  - Souper 31,50 \$

Si, en raison de circonstances et pour des motifs jugés exceptionnels, l'employé doit supporter des frais de repas supérieurs à ceux prévus, il sera remboursé sur explication jugée valable par son supérieur hiérarchique.

Lors de circonstances particulières, le président-directeur général peut autoriser des frais de repas pour plus d'une personne, occasionnés pour l'accomplissement des tâches.

## 8.3 Frais de logement

Tous les frais de logement sont assumés par la STQ. Dans les circonstances où l'employé devrait lui-même trouver son lieu d'hébergement, il doit s'assurer de minimiser les frais encourus.

## 8.4 Frais d'appel téléphonique interurbain

Lorsque l'employé effectue un appel téléphonique interurbain autre que pour des raisons professionnelles, il a droit à une durée maximale de dix (10) minutes pour chaque période comportant trois (3) couchers consécutifs. Les pièces justificatives doivent contenir tous les éléments permettant de connaître la durée de l'appel.

Malgré ce qui précède, si la STQ est en mesure de fournir l'accès à la téléphonie IP, l'utilisation de celle-ci prévaudra.

### 8.5 Frais divers

La STQ rembourse les frais divers suivants encourus par un employé dans l'exercice de ses fonctions :

- les frais de buanderie;
  - les frais d'obtention d'un passeport, d'un visa ou d'un permis de conduire international;
  - tous autres frais directement relié à l'affectation et autorisé par le président-directeur général.
- 

## 9. Pièces justificatives

### 9.1 Règle générale

Lorsque l'employé doit se faire rembourser les frais encourus dans le cadre du travail, il doit remplir le formulaire de remboursement des frais de déplacement et fournir les pièces justificatives à cet effet.

### 9.2 Règles spécifiques

Une pièce justificative est requise pour justifier les dépenses dans les cas suivants :

- **Transport** : Tous les frais reliés au transport doivent être supportés par des pièces justificatives.
  - **Repas** : Lorsque le coût réclamé pour un repas dépasse le maximum admissible, les pièces justificatives sont exigées.
  - **Logement** : Dans un établissement hôtelier, la pièce justificative fournie doit être rédigée par le personnel de l'établissement sur du papier officiel indiquant le nom de l'établissement, le nom de l'employé, la durée et les dates de séjour ainsi que le montant effectivement payé.
  - **Autres frais** : Lorsque d'autres frais admissibles en vertu de cette directive sont engagés, les pièces justificatives doivent être fournies.
- 

## 10. Allocations en cours d'affectation

En plus de son traitement mensuel habituel, l'employé reçoit les allocations prévues à la présente section qui lui sont versées à compter du jour de son arrivée au lieu d'affectation jusqu'au jour de son départ. Ces allocations sont calculées au prorata du nombre de jours

effectivement travaillés lors de l'affectation. Pour y avoir droit, l'affectation de l'employé doit répondre aux critères mentionnés à la section 5 du présent document qui stipule qu'il doit s'agir d'une assignation de longue durée et récurrente.

### 10.1 Allocation de vie chère

Une allocation de vie chère est versée mensuellement à l'employé. Cette allocation est égale au traitement brut mensuel de l'employé, multiplié par la formule suivante :

$$\text{Traitement brut mensuel} \times \left( 50\% \frac{(\text{indice de poste}^* - 100)}{100} \right)$$

\* À la date d'adoption de cette directive, l'indice de poste pour l'Italie est établi à 116. Étant donné que les employés de la STQ n'ont pas de privilèges d'achats spéciaux, il faut ajouter 5 points à l'indice de poste, pour un total de 121. Le calcul pour tous les employés est donc effectué avec **121** comme indice de poste.

**Exemple :** L'employé affecté en Italie a un traitement brut mensuel de 2 500 \$.

$$2\,500\$ \times \left( 50\% \frac{(121 - 100)}{100} \right) = 262,50\$ \text{ sera versé mensuellement à l'employé } *$$

### 10.2 Allocation de fonction et de service à l'extérieur

Une allocation de fonction et de service à l'extérieur du Québec est versée mensuellement à l'employé. Ce montant est calculé de la façon suivante :

$$\text{Allocation de base}^* \times \frac{(\text{indice de poste})}{100}$$

L'allocation de base est le montant déterminé à l'annexe 1 de la Directive concernant les indemnités et les allocations versées aux fonctionnaires à l'extérieur du Québec émise par le Conseil du trésor. Cette allocation est révisée sur la base du pourcentage de majoration des échelles de traitement des employés de la fonction publique et cette révision prend effet à compter de la date de cette majoration. À la date d'adoption de cette directive, ce montant était de 778 \$.

**Exemple :** 778 \$ x (121/100) = 941,38 \$ sera versé mensuellement à l'employé.

## 11. Frais médicaux

L'employeur doit s'assurer que l'employé est couvert pour les frais médicaux encourus en Italie pour la durée de son affectation. Dans le cas où l'employé n'est pas couvert par son régime d'assurance collective, l'employeur fera les démarches nécessaires afin d'aider l'employé à se procurer une assurance personnelle pour la durée de son affectation. Les frais d'une telle assurance sont remboursés par la STQ, sur présentation de pièces justificatives.

---

## 12. Santé et sécurité

L'employé demeure couvert par la [Loi sur les accidents de travail et les maladies professionnelles](#) durant toute la durée de son affectation.

---

## 13. Horaire de travail

L'horaire de travail de l'employé doit s'arrimer avec l'horaire du chantier de construction du navire et doit être préalablement approuvé par le supérieur immédiat.

Les heures de travail effectuées en sus de l'horaire préalablement établi, seront compensées en crédit de congé. La prise en congé de ce temps compensé devra avoir fait l'objet d'une entente avec le supérieur immédiat.

Tous les employés (incluant les cadres) doivent remplir une fiche de présence pour chaque période de paie et la faire approuver par leur supérieur immédiat.

---

## 14. Responsabilités

La Direction principale des ressources humaines est responsable d'appliquer cette directive.

---

## 15. Entrée en vigueur

La Directive relative aux conditions de travail lors d'affectation en Italie entre en vigueur le 26 février 2013.

---

### Historique des révisions

- 7 octobre 2013

ABROGÉE