NAPEC North Africa Petroleum Exhibition & Conference
25-28 Mars 2018
NAPEC 2018

8th NORTH AFRICA PETROLEUM EXHIBITION & CONFERENCE
Le Méridien Oran Hotel & Convention Centre, Algeria
www.napec-dz.com

LE CALIBRAGE DES RESERVOIRS DE STOCKAGE D'HYDROCARBURES PAR NUMERISATION LASER 3D :

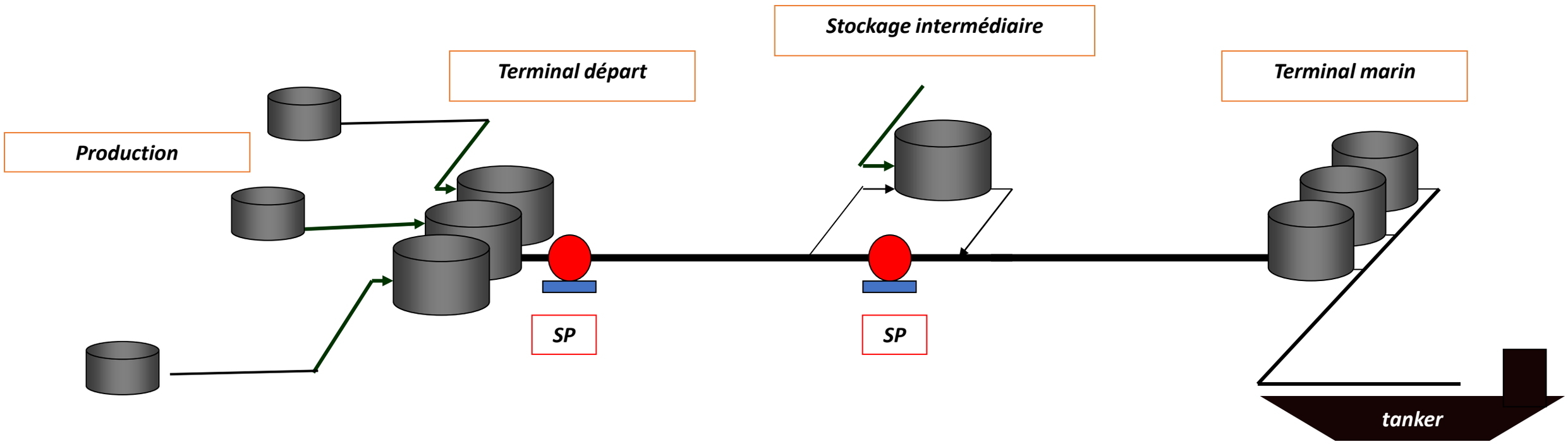
Outil d'amélioration de la performabilité de la chaine pétrolière

Pegaz Engineering
www.pegaz-engineering.com

Abdelnacer SMATI
Directeur général

INTRODUCTION

- ***Les réservoirs de stockage: maillons essentiels des chaines pétrolières;***
- ***Le calibrage périodique des réservoirs d'hydrocarbures: une exigence réglementaire;***
- ***Périodicité légale : moyenne de 10 ans et systématiquement après un incident sur le réservoir;***
- ***Cette exigence peut s'avérer très pénalisante en termes de performance de la chaine pétrolière.***

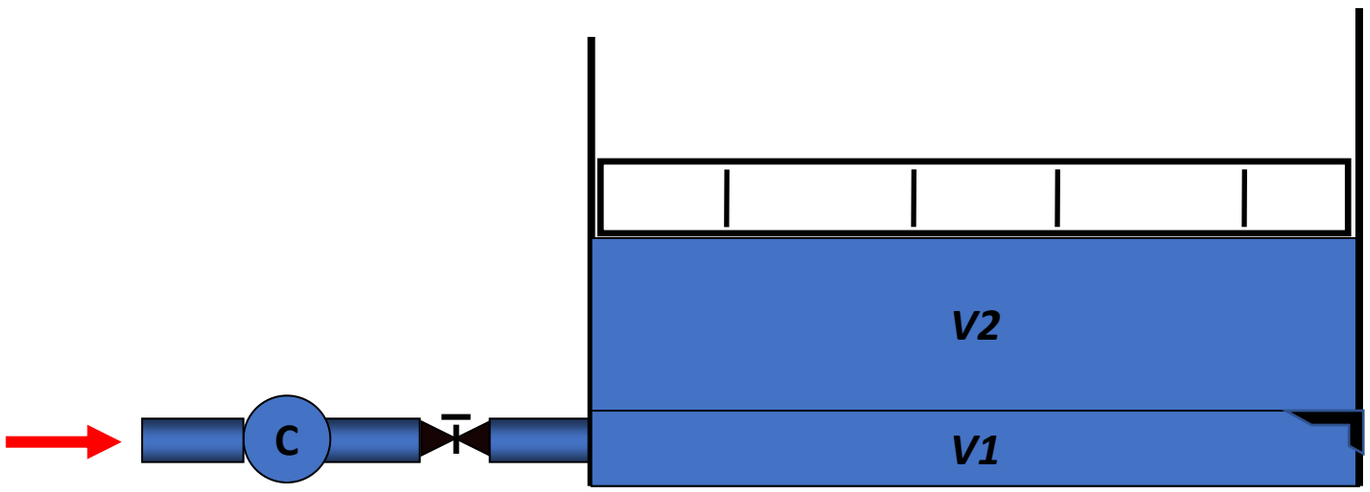


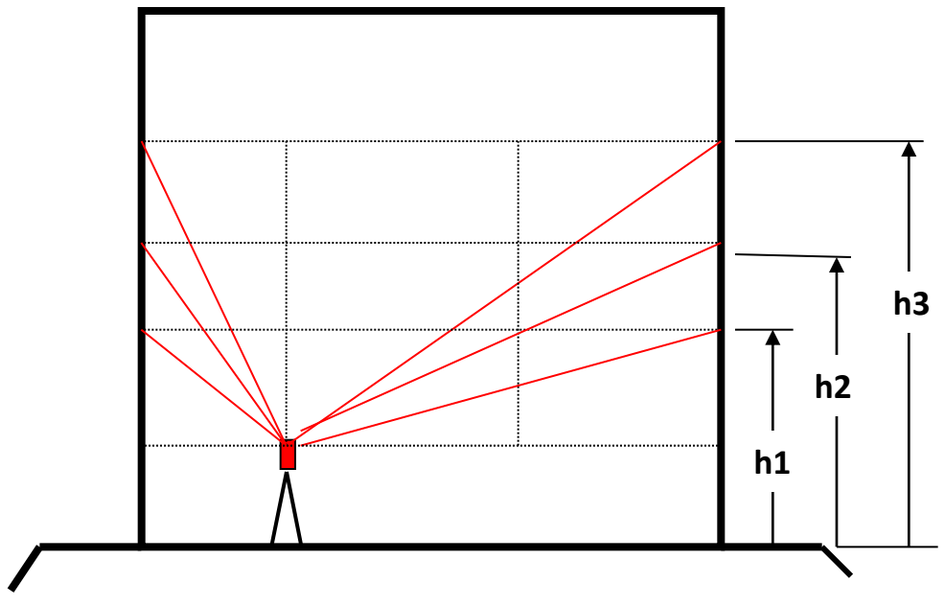
Techniques classiques de calibrage

- ***Traditionnellement, le processus de calibrage des réservoirs d'hydrocarbures est réalisé par des techniques dites « mixtes ».***

- ***<u>Les techniques mixtes</u>: opérations d'épalement à l'eau + des méthodes géométriques (station totale ou ceinturage manuel par ruban).***

- ***Les techniques mixtes nécessitent beaucoup de temps et, par conséquent, peuvent se traduire par des durées d'immobilisation prohibitives des réservoirs.***



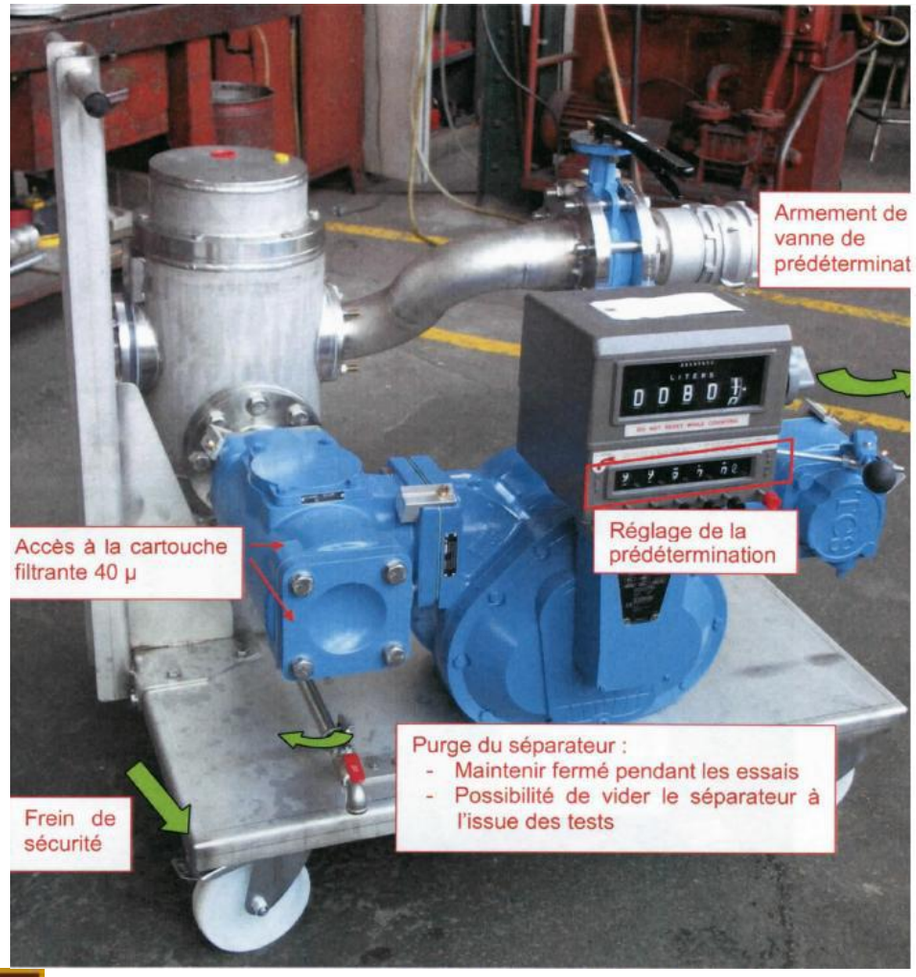


Inconvénients des techniques classiques

- ***Durée importante des opérations (moyenne de 4 à 5 heures par 1000 m3);***

- ***Indisponibilité prolongée des réservoirs se traduisant par une réduction des performances de la chaine ;***

- ***Problèmes environnementaux liés à la disponibilité et au rejet de quantités importantes d'eau (polluée).***



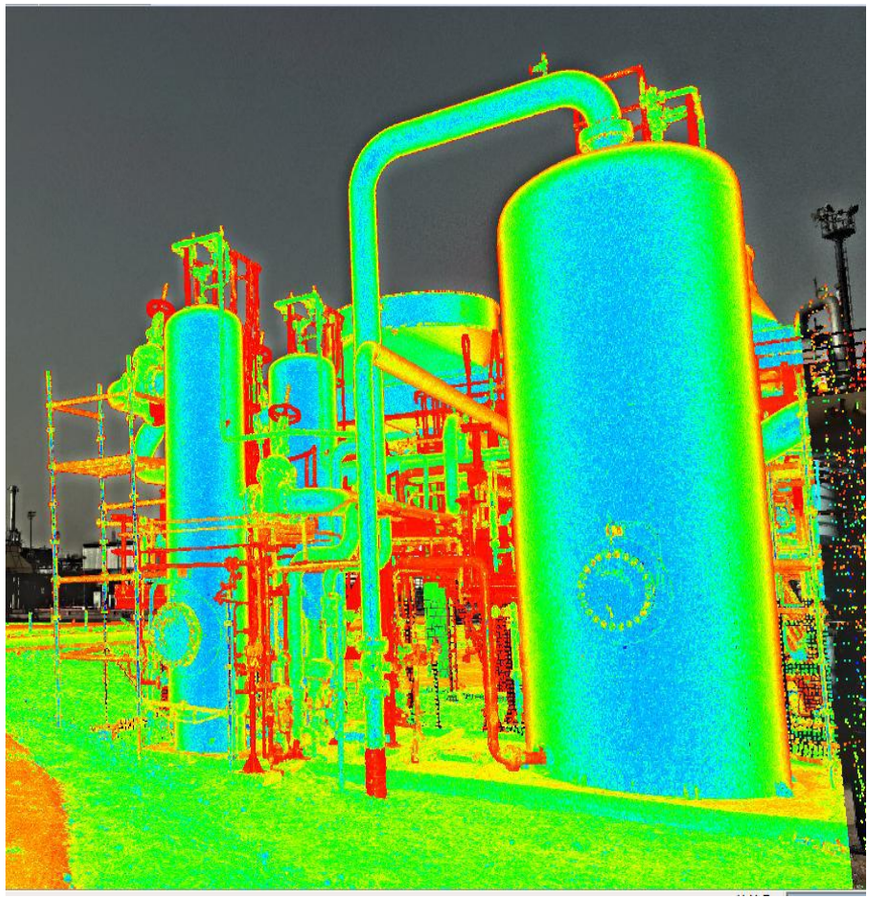
il est donc primordial de réexaminer certaines procédures métrologiques à la lumière des innovations technologiques les plus récentes.

Dans ce contexte, la numérisation laser 3D (3D laser scanning) est susceptible d'atténuer considérablement les inconvénients inhérents aux techniques traditionnelles de calibrage.

Techniques de numérisation laser 3D

- ***Les scanners laser 3D utilisent une technologie similaire aux stations totales.***

- ***Cependant, la technologie de mesure de ces outils est très différente : les distances peuvent être mesurées à raison de <u>1 million de points par seconde</u> pour les appareils les plus récents.***



Exemple de Nuage de points obtenu par numérisation 3D :
Unité de compression du CPF HMD (réalisé par Pegaz Engineering)

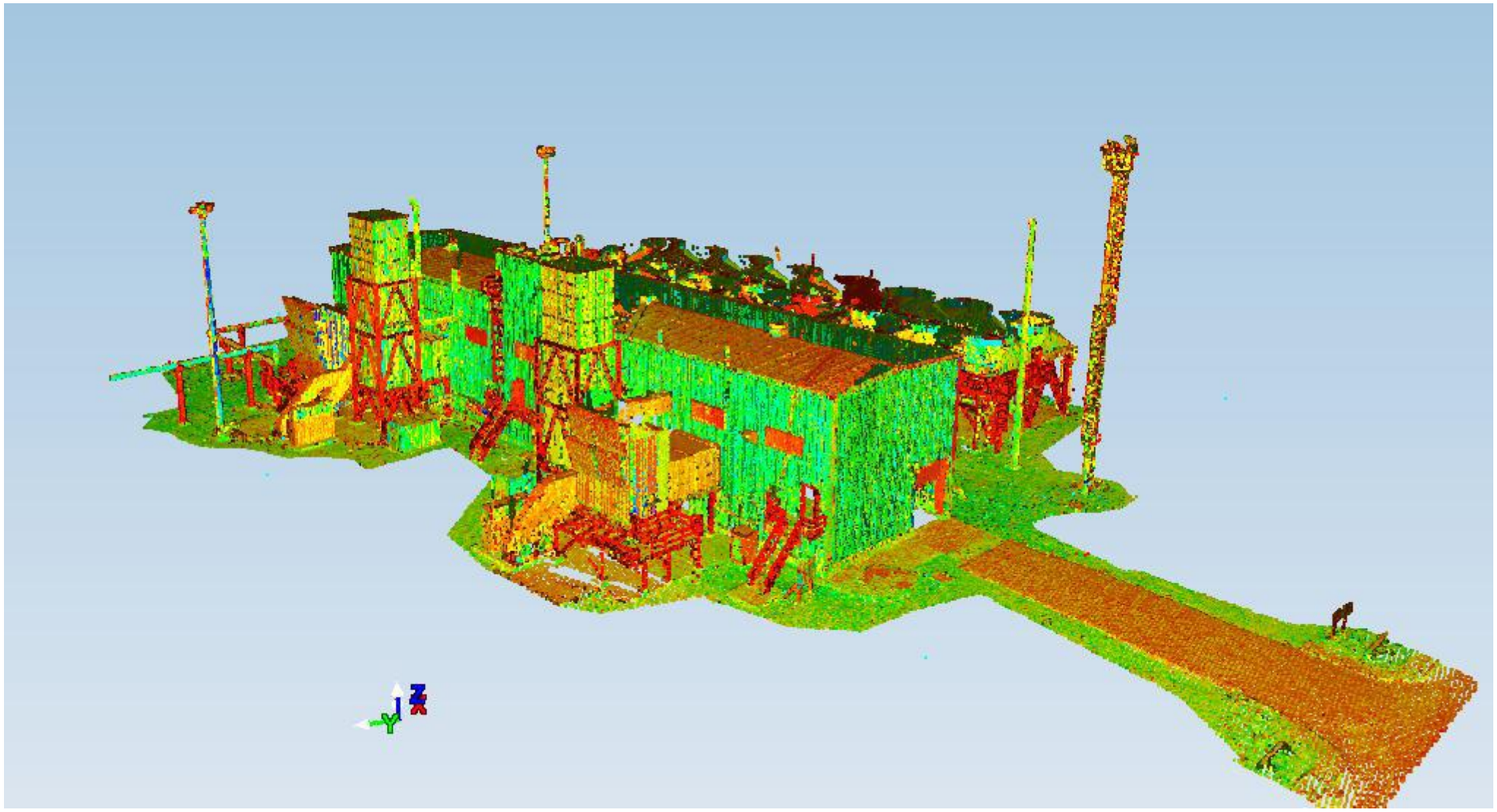
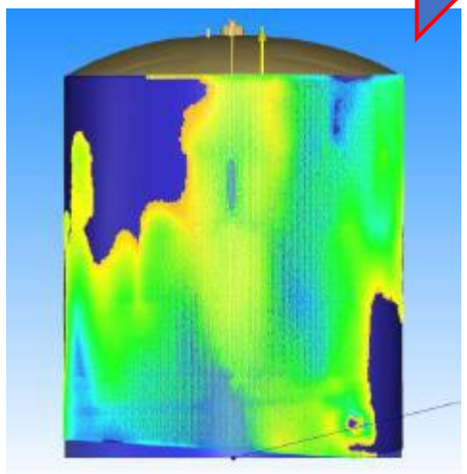
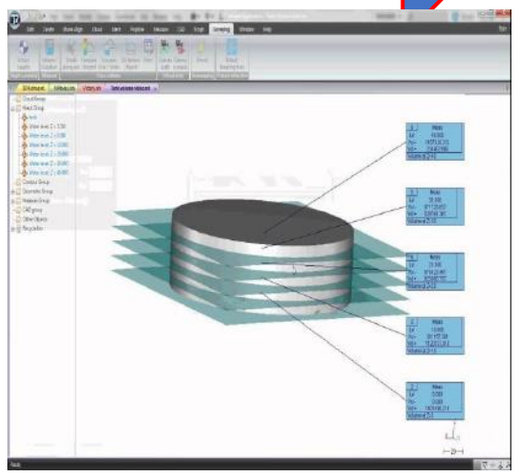
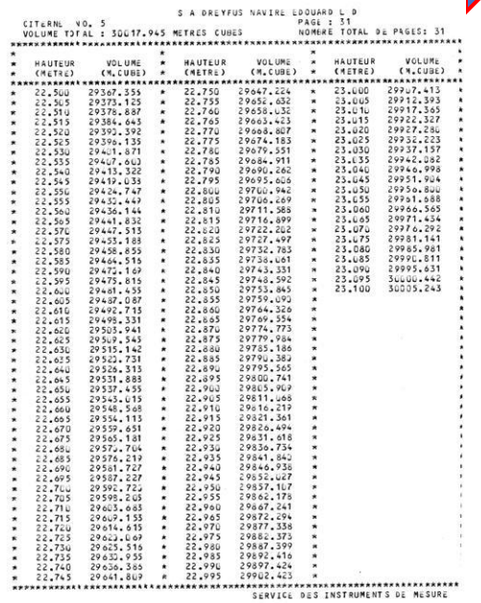


Schéma simplifié de la procédure de calibrage

3D Laser Scanning → **Nuage de points** → **Logiciel calcul des volumes** → **Table de jaugeage**





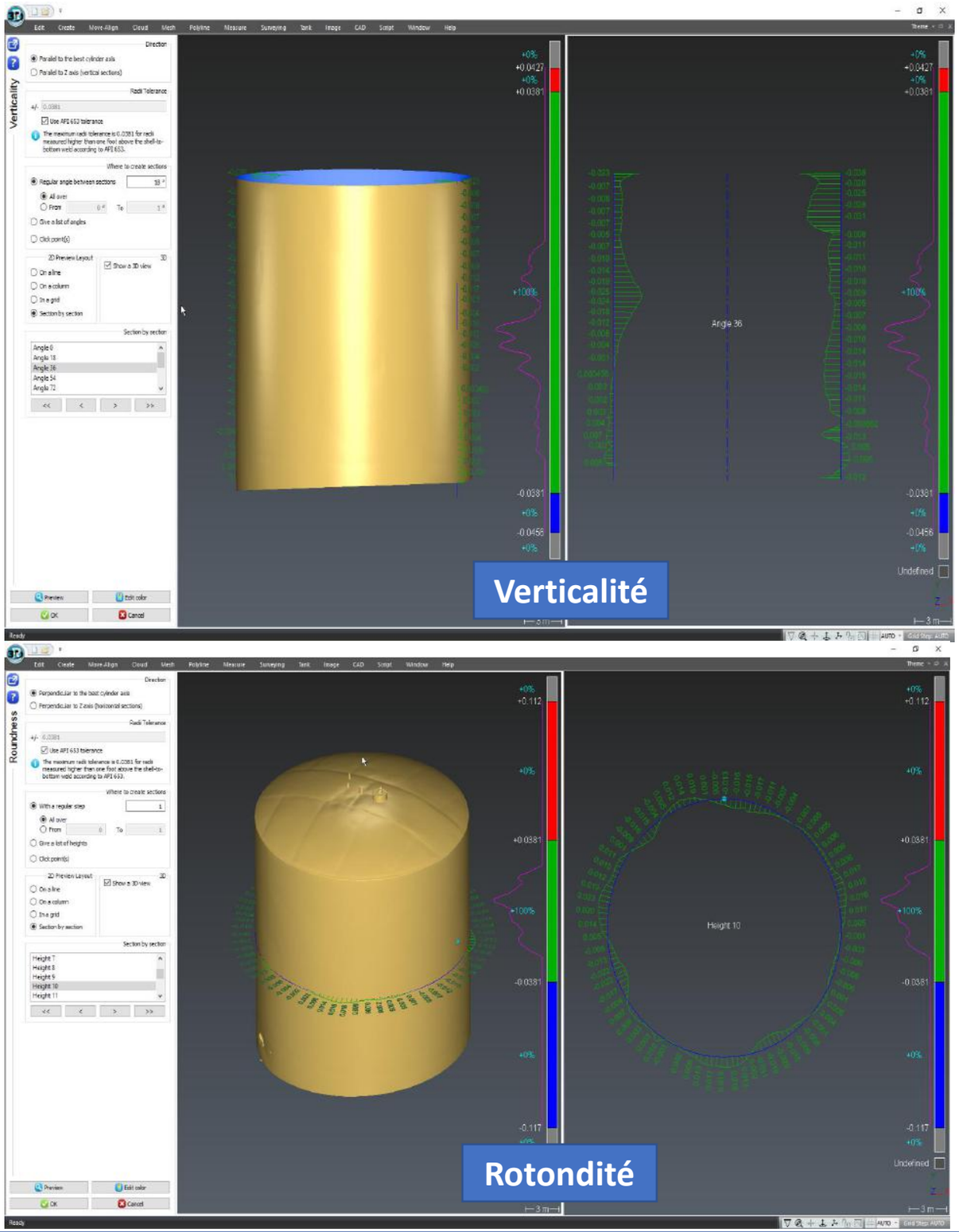


S A DREYFUS NAVIRE EDOUARD L D
CITERNE NO. 5 PAGE : 31
VOLUME TOTAL : 30017.945 METRES CUBES NOMBRE TOTAL DE PAGES: 31

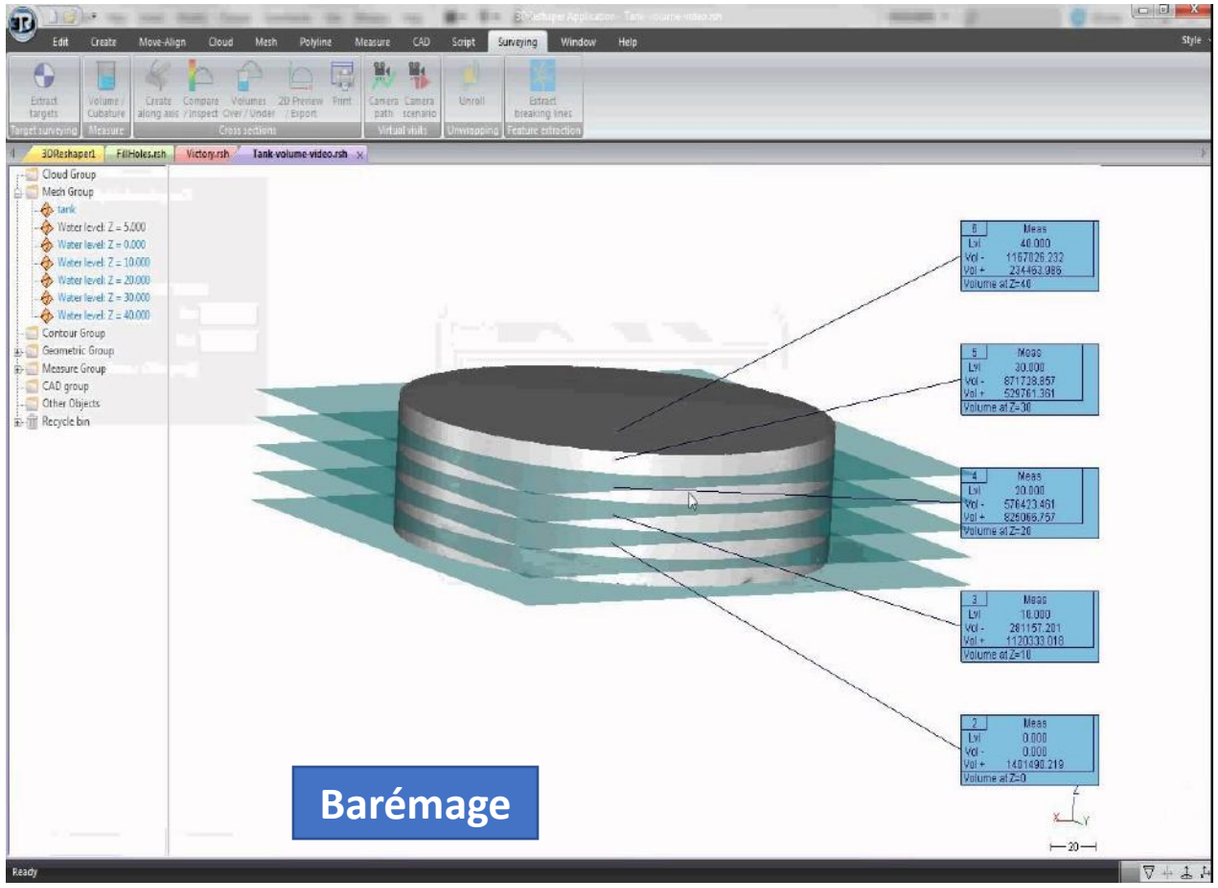
HAUTEUR (METRE)	VOLUME (M.CUBE)	HAUTEUR (METRE)	VOLUME (M.CUBE)	HAUTEUR (METRE)	VOLUME (M.CUBE)
22.500	29367.355	22.750	29647.224	23.000	29907.413
22.505	29373.125	22.755	29652.632	23.005	29912.393
22.510	29378.887	22.760	29658.032	23.010	29917.365
22.515	29384.643	22.765	29663.423	23.015	29922.327
22.520	29390.392	22.770	29668.807	23.020	29927.280
22.525	29396.135	22.775	29674.183	23.025	29932.225
22.530	29401.871	22.780	29679.551	23.030	29937.157
22.535	29407.603	22.785	29684.911	23.035	29942.082
22.540	29413.322	22.790	29690.262	23.040	29946.998
22.545	29419.035	22.795	29695.606	23.045	29951.904
22.550	29424.747	22.800	29700.942	23.050	29956.800
22.555	29430.449	22.805	29706.269	23.055	29961.688
22.560	29436.144	22.810	29711.588	23.060	29966.565
22.565	29441.832	22.815	29716.899	23.065	29971.434
22.570	29447.513	22.820	29722.202	23.070	29976.292
22.575	29453.188	22.825	29727.497	23.075	29981.141
22.580	29458.855	22.830	29732.783	23.080	29985.981
22.585	29464.515	22.835	29738.061	23.085	29990.811
22.590	29470.169	22.840	29743.331	23.090	29995.631
22.595	29475.815	22.845	29748.592	23.095	30000.442
22.600	29481.455	22.850	29753.845	23.100	30005.243
22.605	29487.087	22.855	29759.090		
22.610	29492.713	22.860	29764.326		
22.615	29498.331	22.865	29769.554		
22.620	29503.941	22.870	29774.773		
22.625	29509.543	22.875	29779.984		
22.630	29515.142	22.880	29785.186		
22.635	29522.731	22.885	29790.380		
22.640	29526.313	22.890	29795.565		
22.645	29531.888	22.895	29800.741		
22.650	29537.455	22.900	29805.909		
22.655	29543.015	22.905	29811.068		
22.660	29548.568	22.910	29816.219		
22.665	29554.113	22.915	29821.361		
22.670	29559.651	22.920	29826.494		
22.675	29565.181	22.925	29831.618		
22.680	29570.704	22.930	29836.734		
22.685	29576.219	22.935	29841.840		
22.690	29581.727	22.940	29846.938		
22.695	29587.227	22.945	29852.027		
22.700	29592.722	22.950	29857.107		
22.705	29598.205	22.955	29862.178		
22.710	29603.683	22.960	29867.241		
22.715	29609.153	22.965	29872.294		
22.720	29614.615	22.970	29877.338		
22.725	29620.069	22.975	29882.373		
22.730	29625.516	22.980	29887.399		
22.735	29630.955	22.985	29892.416		
22.740	29636.386	22.990	29897.424		
22.745	29641.809	22.995	29902.423		

SERVICE DES INSTRUMENTS DE MESURE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHE


Verticality
Angle 36
Verticalité

Roundness
Height 10
Rotondité


Barémage

Avantages de la numérisation laser 3D

- *économie de temps;*

- *Indisponibilité réduite des réservoirs*

=

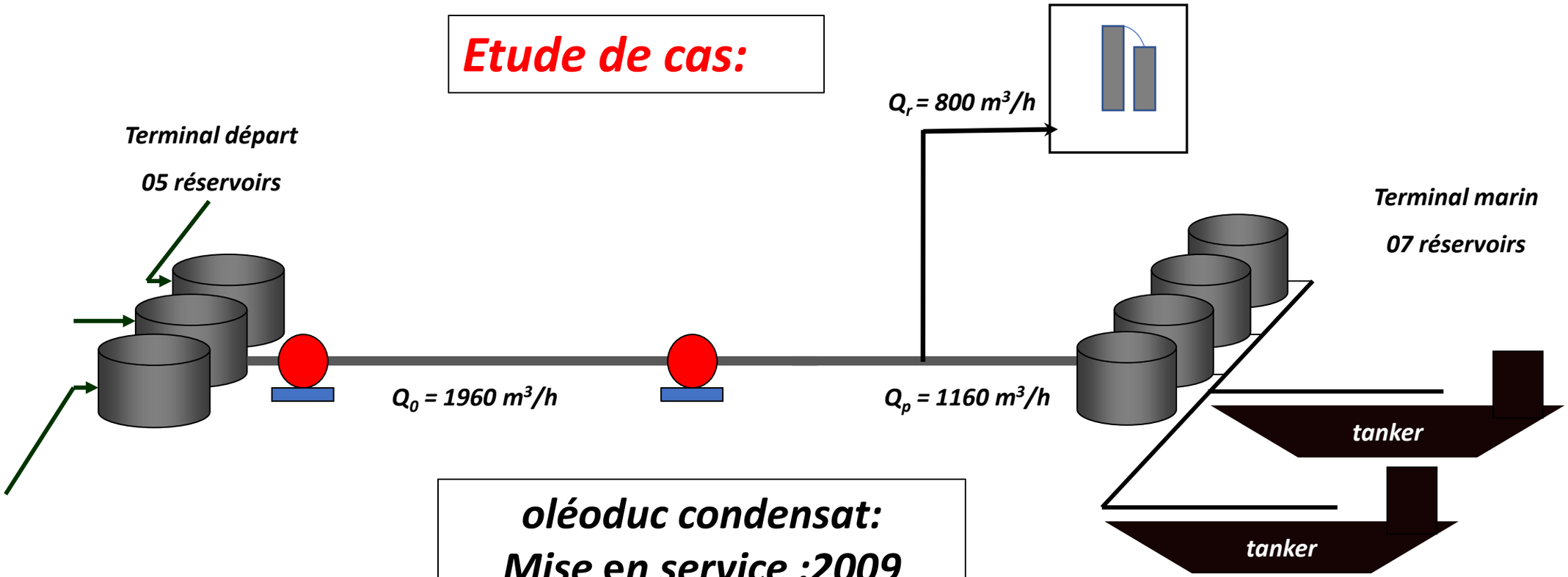
amélioration des performances de la chaine ;

- *Réduction drastique du cout des opérations de calibrage ;*

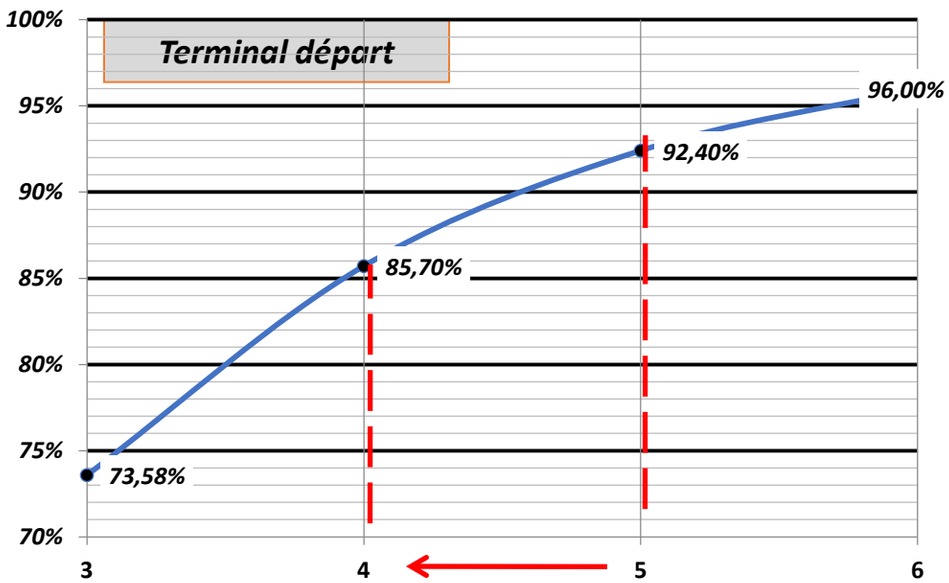
- *Pas de problèmes environnementaux liés à la disponibilité et au rejet des eaux;*

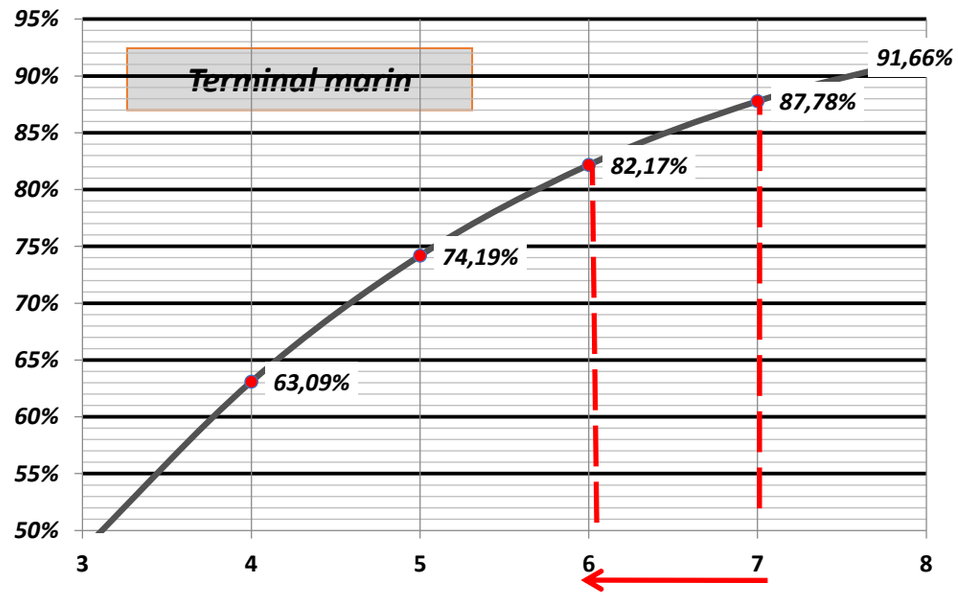
- *Une seule personne est nécessaire pour l'étalonnage.*

Etude de cas:



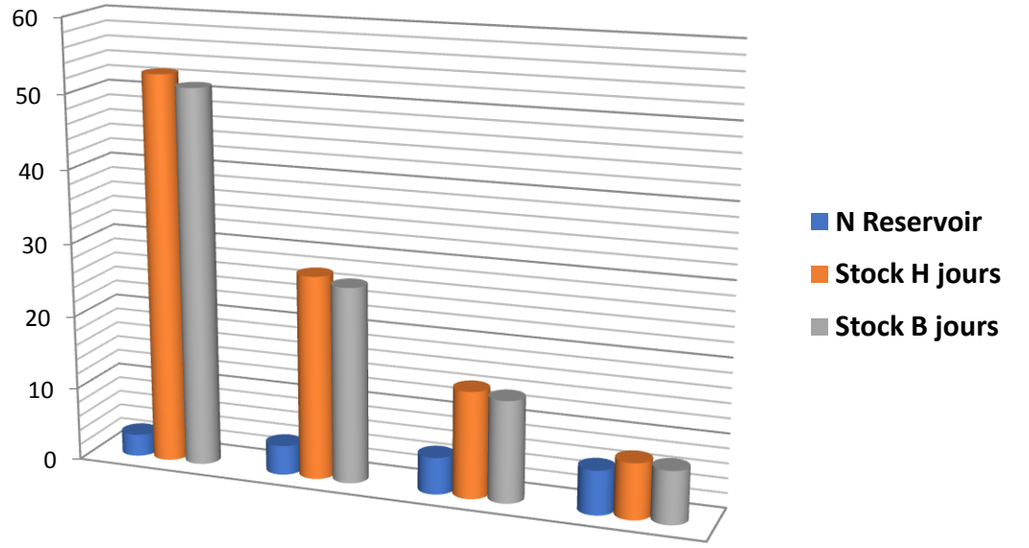
oléoduc condensat:
Mise en service :2009





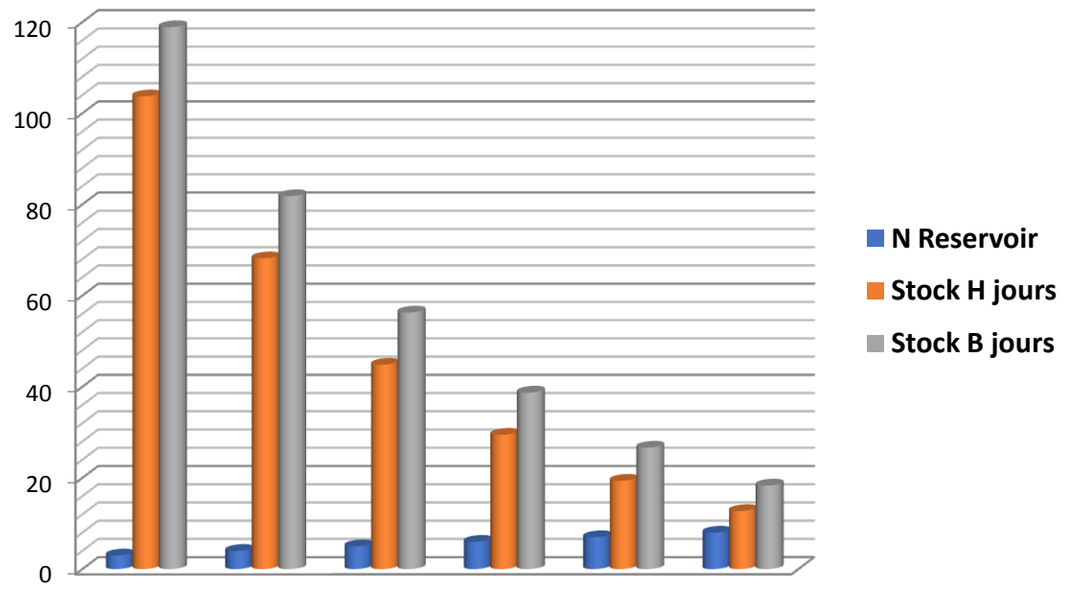
Terminal départ

N Reservoir	Arecep	Aexpe	Aparc	Stock H jours	Stock B jours
3	85,57%	85,99%	73,58%	52,7	51,2
4	92,43%	92,72%	85,70%	27,6	26,6
5	96,03%	96,22%	92,40%	14,5	13,8
6	97,92%	98,04%	96,00%	7,6	7,2



Terminal marin

N Reservoir	Arecep	Aexpe	Aparc	Stock H jours	Stock B jours
3	71,58%	67,42%	48,27%	103,7	118,9
4	81,32%	77,58%	63,09%	68,2	81,8
5	87,72%	84,58%	74,19%	44,8	56,3
6	91,93%	89,39%	82,17%	29,5	38,7
7	94,69%	92,70%	87,78%	19,4	26,7
8	96,51%	94,98%	91,66%	12,7	18,3



ESTIMATION FINANCIERE

HYPOTHESES DE TRAVAIL	
Cout du baril de condensat	40$
Cout du m3 de réservoir construit	100 $
Durée calibrage classique d'un réservoir	10 jours
Durée calibrage 3D laser scanning d'un réservoir	1 jour

Terminal départ

	Type de solution	Cout estimé en $
1	*Calibrage classique (05 réservoirs)*	37 100 000,00
2	*Construction d'un réservoir supplémentaire*	5 120 000,00
3	*Calibrage par 3D laser scanning (05 réservoirs)*	3 710 000,00

Terminal Marin

	Type de solution	Cout estimé en $
1	*Calibrage classique (07 réservoirs)*	27 300 000,00
2	*Construction d'un réservoir supplémentaire*	5 120 000,00
3	*Calibrage par 3D laser scanning(07 réservoirs)*	2 730 000,00

CONCLUSION

- ***Les réservoirs de stockage sont des maillons essentiels des chaines pétrolières. Leur calibrage périodique, en raison de leur indisponibilité durant ces opérations, peut s'avérer très pénalisant en termes de performance de la chaine pétrolière.***

- ***L'usage de la numérisation laser 3D est susceptible d'atténuer considérablement les lacunes inhérentes aux techniques traditionnelles de calibrage.***

- ***L'homologation et la généralisation de cette technique permettraient des gains substantiels aussi bien en terme de performances qu'en termes financiers.***