



Programma di Cooperazione Interreg V – A Italia-Francia “Marittimo 2014 2020”

## ALACRES2

Servizio avanzato di Laboratorio per Crisi ed Emergenze, in porto nello Spazio di cooperazione dell'alto tirreno, basato su Simulazione

Report V&V (Verification & Validation) su modelli e simulatori, risultati test su casi di studio identificati. Analisi della Varianza, Design of Experiments. Convalida Dinamica sugli Scenari sviluppati con il Champion Team tramite workshop in ciascun sede

giugno 2022



La coopération au cœur de la Méditerranée  
La cooperazione nel cuore del Mediterraneo



**Interreg**



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



## Introduzione su V&V

La Verifica e Convalida (V&V) e' stata condotta lungo l'intero ciclo di sviluppo dei simulatori; questo documento sintetizza come e' stata impostata e i risultati dei test dinamici sulla simulazione.

## Architettura V&V

La Verifica e Convalida deve essere condotta durante l'intero ciclo di sviluppo di un sistema di simulazione e prevede di condurre diversi test e analisi sia di natura formale che dinamica; ovviamente uno dei passi fondamentali in questa fase è stata quella di definire un Champion Team con persone esperte sia di Porti che di Simulazioni per fungere rispettivamente da Accreditation e V&V Agents al fine di finalizzare efficacemente questa parte, mentre.

In generale per convalida si intende il controllo del fatto che i modelli concettuali e le caratteristiche logiche dei simulatori siano completi e corretti, mentre per verifica si intende il controllo sul fatto che la loro implementazione sia corretta; accreditamento invece e' il processo di certificazione da parte degli utenti che il simulatore risponde alle loro esigenze, attività condotta dal Champion Team come proposto nella seguente figura 1.

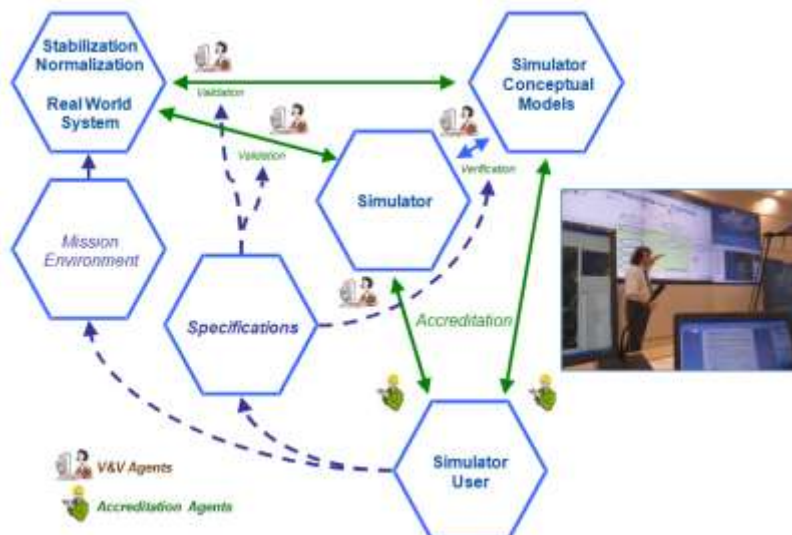


Figura 1. Processo di Verifica e Convalida



# Interreg



## MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



# ALACRES-2

La tecniche impiegabili per queste analisi sono riassunte nella figura 2

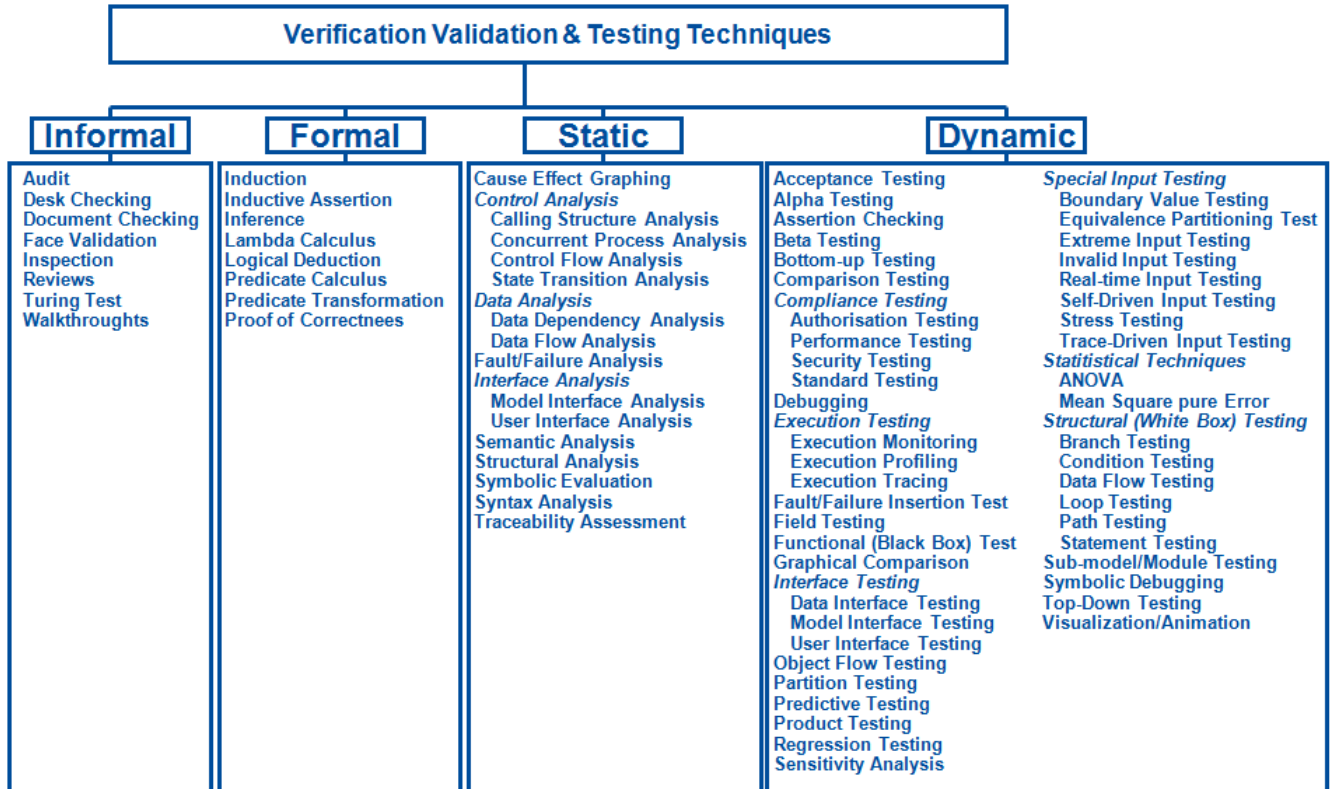


Figura 2. Tecniche per VV&T

Nella fattispecie si sono utilizzate tecniche Face Validation, Inspection, Review e Walkthroughs nella definizione dei requisiti operativi, revisione degli scenari, controllo della simulazione dinamica. A questi si sono aggiunti Interface Analysis durante le fasi di sviluppo ed implementazione, mentre nella parte di sperimentazione si è utilizzata l'ANOVA (Analysis of Variance) ed in particolare la MSpE (Mean Square pure error) per misurare l'errore sperimentale (Balci, 1994; Bruzzone et al., 1999).



**Interreg**



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



## ANOVA & MSpE

L'analisi della varianza e' stata condotta per valutare l'influenza dei fattori stocastici sulle funzioni obiettivo e la consistenza del simulatore, nonche' per stimare la banda di confidenza dei risultati insieme all'errore sperimentale. Nel seguito vengono riportati risultati ottenuti per una simulazione legata allo scenario di rilascio di clorina in atmosfera e per il rilascio di nafta in mare; le funzioni obiettivo in questi scenari sono state legate all'estensione dell'area contaminata.

aggiungere

Le simulazioni sono state condotte tramite lanci replicati senza variare nessun'altra condizione al contorno quindi con il solo scopo di stimare l'influenza dei fattori stocastici al solo variare dei semi d'innescio delle distribuzioni pseudorandom utilizzate per innescare l'estrazione dalle distribuzioni di probabilita' usate dal metodo Monte Carlo durante la simulazione (Bruzzone et al., 1998).

La MSpE misura appunto questo errore sperimentale, definito puro, in quanto legato unicamente ai fattori stocastici e si calcola come standard deviation rispetto alle diverse replicazioni nel tempo di simulazione sulla funzione obiettivo.

I valori ottenuti per questi due casi sono riportati qui di seguito e confermano che la simulazione fornisce valori stabili caratterizzati da valori soddisfacenti di MSpE



Interreg



UNION EUROPÉENNE  
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ALACRES-2

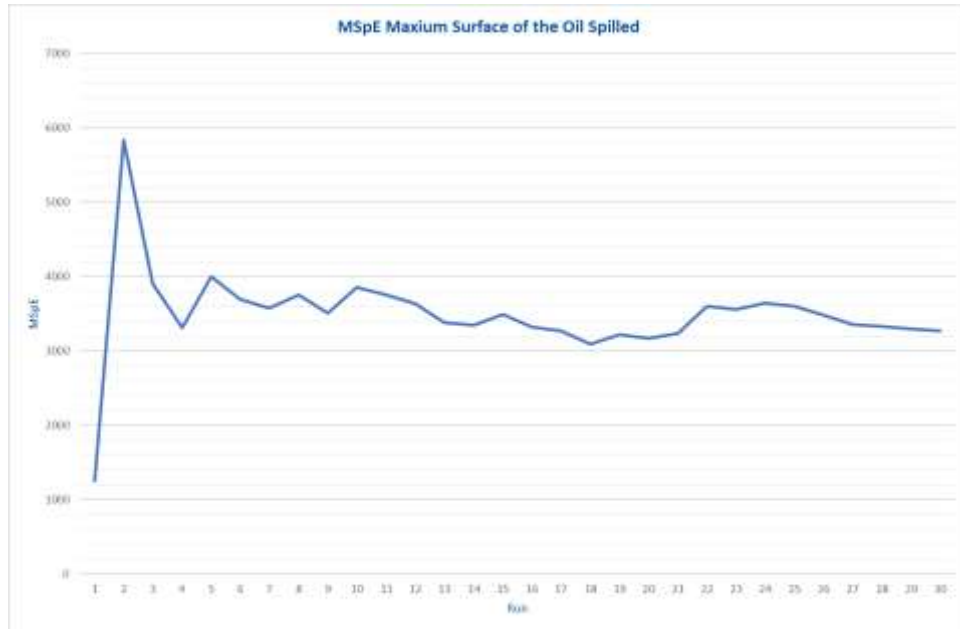


Figura 3. MSPe relativo alla superficie massima per il rilascio nafta



Interreg



UNION EUROPEENNE  
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ALACRES-2

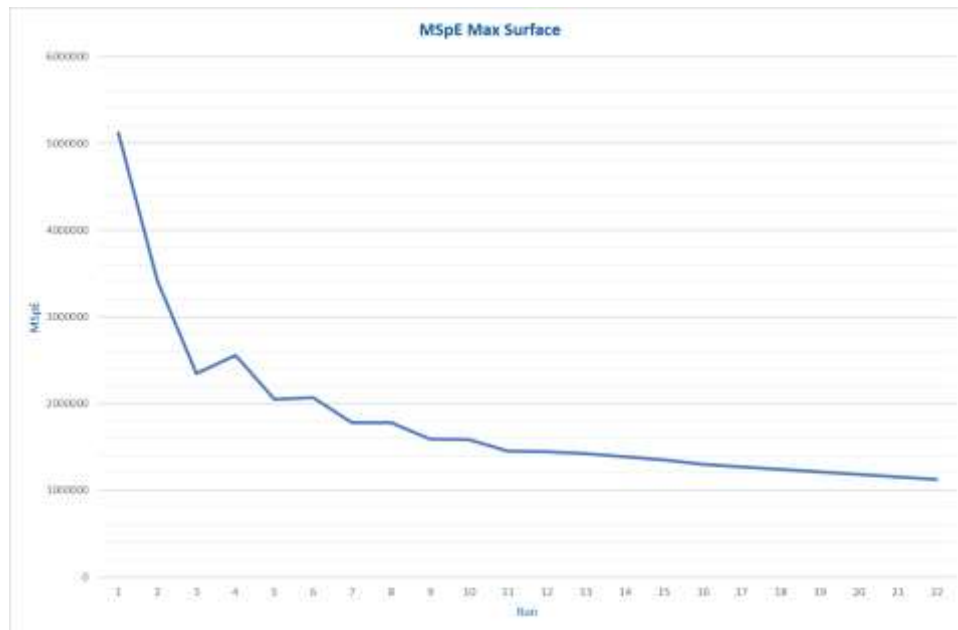


Figura 4. MSE relativo alla superficie massima sottesa dalla nube di gas

## References

- Balci, O. (1994). Validation, verification, and testing techniques throughout the life cycle of a simulation study. *Annals of operations research*, 53(1), 121-173.
- Bruzzone, A. G., Massei, M., Sinelshchikov, K., Tarone, F., Vairo, T., Magri, S. et al. (2021). Improving Safety in Ports & Harbor Facilities by MS2G. *Proc. EMSS 2021*
- Bruzzone, A. G., Giribone, P., et al. (1999, December). Operative requirements and advances for the new generation simulators in multimodal container terminals. In *Proceedings of the 31st conference on Winter simulation: Simulation---a bridge to the future-Volume 2* (pp. 1243-1252).
- Bruzzone, A. G., Mosca, R., Esposti, P. D., Vacante, S., & Carbone, A. (1998). Distributed development of simulation models for harbour processes. *WIT Transactions on The Built Environment*, 39.





# Interreg



UNION EUROPÉENNE  
UNIONE EUROPEA

## MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Programme de Coopération Interreg V – A Italie-France “Maritime 2014 2020”

## ALACRES2

**service très Avancé de Laboratoire pour les Crises et les situations d'Émergence, en Situation portuaires dans l'espace de coopération de la haute mer Tyrrhénienne, basé sur la Simulation**

**Rapports V&V (Vérification & Validation) sur modèles et simulateurs, résultats de tests sur des études de cas identifiées. Analyse de variance, plan d'expériences. Validation dynamique sur les scénarios développés avec l'équipe championne à travers des ateliers dans chaque emplacement**

Juin 2022



La coopération au cœur de la Méditerranée  
La cooperazione nel cuore del Mediterraneo



## Présentation de V&V

La vérification et la validation (V&V) ont été menées tout au long du cycle de développement des simulateurs; ce document résume sa mise en place et les résultats des tests dynamiques sur simulateur

## Architecture V&V

La Vérification et la Validation doivent être menées pendant tout le cycle de développement d'un système de simulation et impliquent la réalisation de divers tests et analyses de nature formelle et dynamique; Évidemment, l'une des étapes fondamentales de cette phase a été de définir une équipe championne avec des personnes expérimentées à la fois dans les ports et dans les simulations pour agir respectivement en tant qu'agents d'accréditation et de V&V afin de finaliser efficacement cette partie, tandis que.

En général, par validation, nous entendons le contrôle du fait que les modèles conceptuels et les caractéristiques logiques des simulateurs sont complets et corrects, tandis que par vérification, nous entendons le contrôle du fait que leur mise en œuvre est correcte ; l'accréditation, d'autre part, est le processus de certification par les utilisateurs que le simulateur répond à leurs besoins, une activité menée par l'équipe championne comme proposé dans la figure 1 suivante.

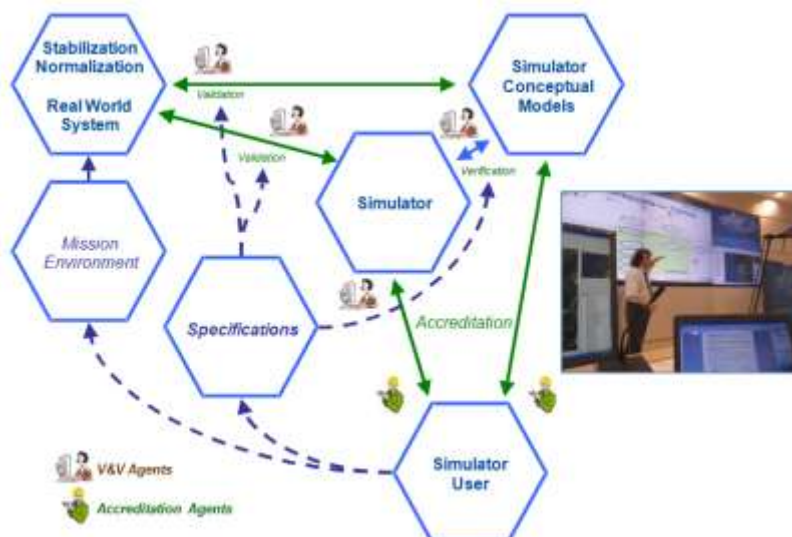


Figure 1. Processus de vérification et de validation





**Interreg**



UNION EUROPEENNE  
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



**ALACRES-2**

Les techniques pouvant être utilisées pour ces analyses sont résumées dans la figure 2

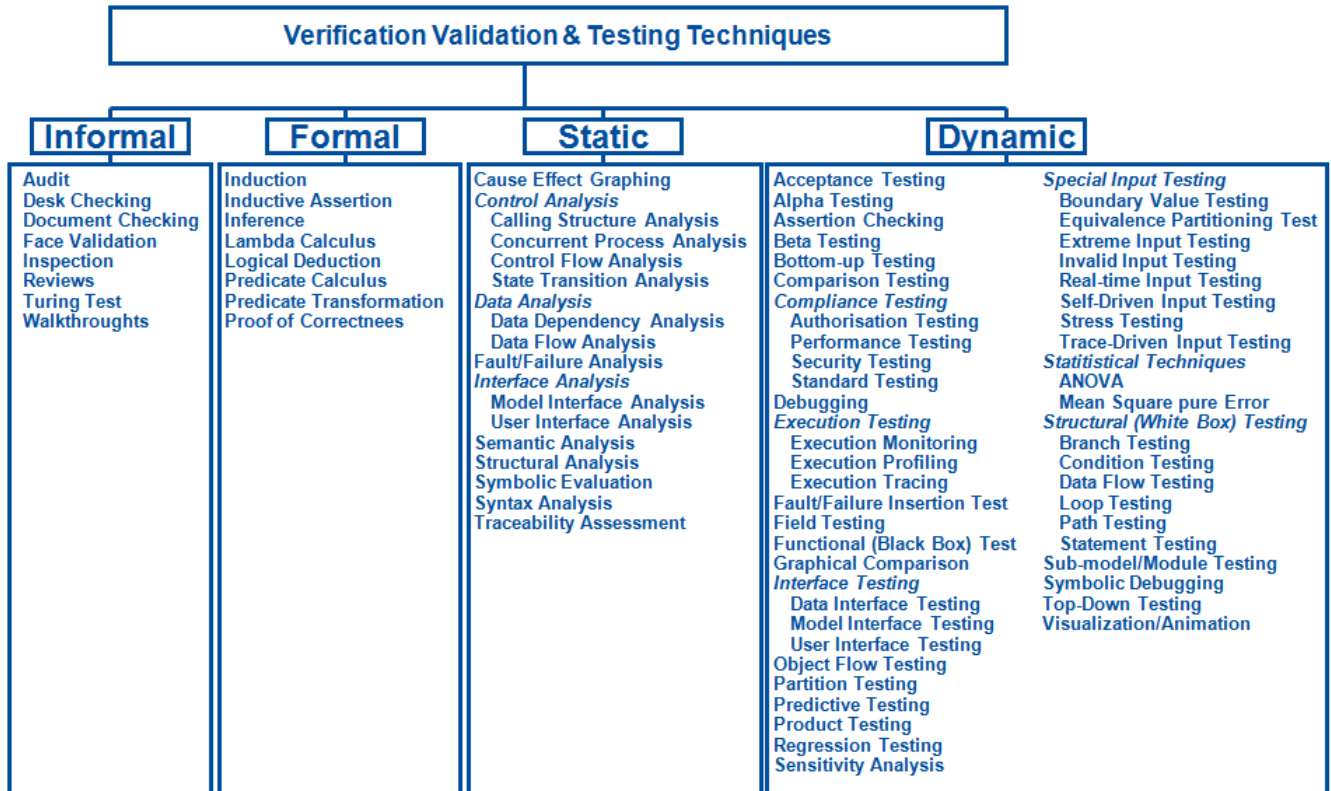


Figure 2. Techniques de VV&T

Dans ce cas, les techniques de validation faciale, d'inspection, d'examen et de visite virtuelle ont été utilisées dans la définition des exigences opérationnelles, l'examen des scénarios, le contrôle de la simulation dynamique. A celles-ci se sont ajoutées l'Analyse d'Interface lors des phases de développement et d'implémentation, tandis que dans la partie expérimentale l'ANOVA (Analyse de la Variance) a été utilisée et en particulier le MSpE (Mean Square pure error) pour mesurer l'erreur expérimentale (Balci, 1994 ; Bruzzone et al ., 1999).

## ANOVA & MSpE

Une analyse de variance a été réalisée pour évaluer l'influence des facteurs stochastiques sur les fonctions objectives et la cohérence du simulateur, ainsi que pour estimer la bande de confiance des résultats ainsi que l'erreur expérimentale. Le résultat obtenu pour une simulation liée au scénario de rejet de chlore dans l'atmosphère et pour le rejet de naphta à la mer où la fonction objectif était liée à la zone contaminée est rapporté ci-dessous.



**Interreg**



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

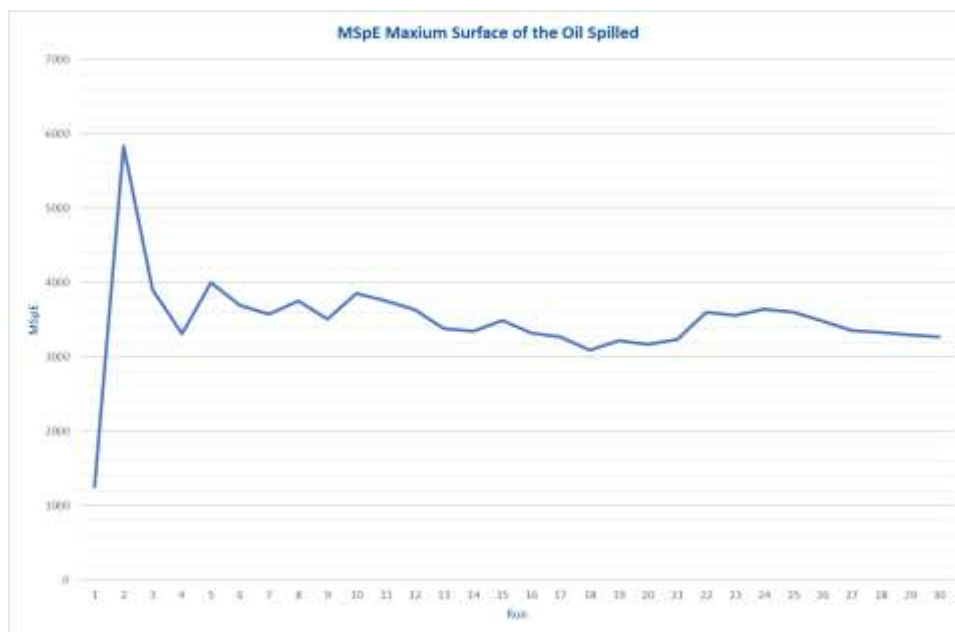
Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Les simulations ont été menées à travers des lancements répliqués sans faire varier aucune autre condition aux limites, donc dans le seul but d'estimer l'influence des facteurs stochastiques simplement en faisant varier les graines de déclenchement des distributions pseudo-aléatoires utilisées pour déclencher l'extraction à partir des distributions de probabilité utilisées par le Monte Méthode de Carlo lors de la simulation (Bruzzone et al., 1998).

Le MSpE mesure précisément cette erreur expérimentale, définie comme pure, car liée uniquement aux facteurs stochastiques et calculée comme un écart type par rapport aux différentes répliquations sur le temps de simulation sur la fonction objectif.

Les valeurs obtenues pour ces deux cas sont rapportées ci-dessous et confirment que la simulation fournit des valeurs stables caractérisées par des valeurs satisfaisantes de MSpE



*Image 3. MSpE lié à la zone maximale de rejet de naphta*



**Interreg**



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

**ALACRES-2**

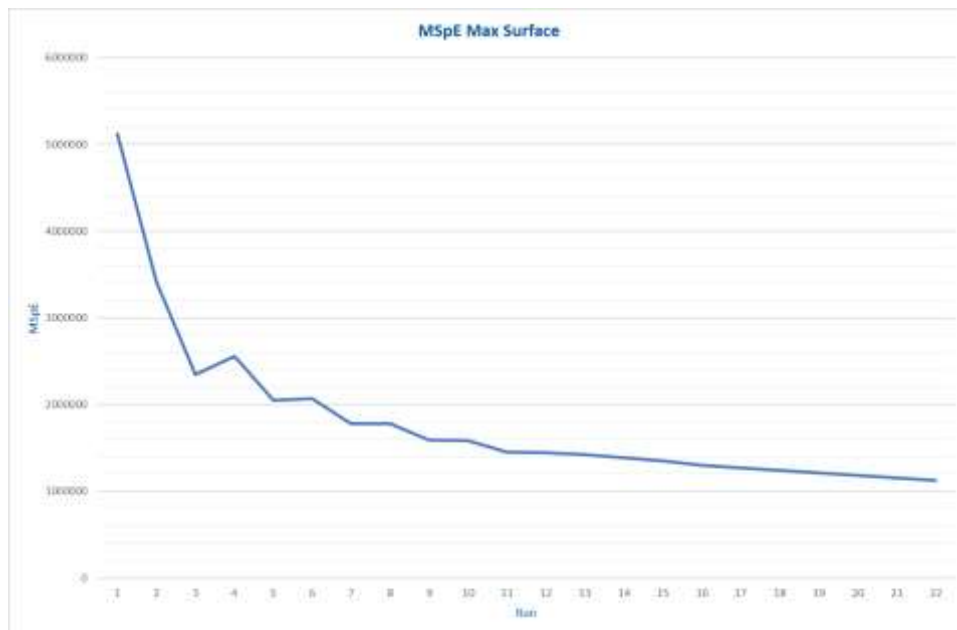


Image 4. MSpE lié à la surface maximale sous-tendue par le nuage de gaz

## Références

- Balci, O. (1994). Validation, verification, and testing techniques throughout the life cycle of a simulation study. *Annals of operations research*, 53(1), 121-173.
- Bruzzone, A. G., Massei, M., Sinelshchikov, K., Tarone, F., Vairo, T., Magrì, S. et al. (2021). Improving Safety in Ports & Harbor Facilities by MS2G. *Proc. EMSS 2021*
- Bruzzone, A. G., Giribone, P., et al. (1999, December). Operative requirements and advances for the new generation simulators in multimodal container terminals. In *Proceedings of the 31st conference on Winter simulation: Simulation---a bridge to the future-Volume 2* (pp. 1243-1252).
- Bruzzone, A. G., Mosca, R., Esposti, P. D., Vacante, S., & Carbone, A. (1998). Distributed development of simulation models for harbour processes. *WIT Transactions on The Built Environment*, 39.