

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

T2_2_1

Report Modelli Concettuali Simulazione

dicembre 2021



Il simulatore ALACRES2, per quanto una soluzione complessa, contiene un insieme di specifici modelli, dedicati allo svolgimento di alcune particolare attività, come simulazione di galleggiamento, modello di comportamento umano, diffusione di agente contaminante sulla superficie del mare. Di seguito, sono presentati i modelli principali utilizzati nel progetto.

Galleggiamento

Da sempre i movimenti oscillatori delle navi sono stati oggetto d'attenzione nella fase di progettazione delle stesse. L'oscillazione è determinata da vari fattori, dal movimento ondoso a quello dei venti, oppure i movimenti stessi della nave, come una virata, possono innescarlo. Oltre ai fattori citati, l'oscillazione è dovuto anche ai carichi presenti a bordo e ai loro spostamenti. L'oscillazione può avvenire in maniera trasversale e viene detta rollio, in modo longitudinale si chiama beccheggio, mentre se il movimento si sviluppa lungo l'asse verticale si dice sussulto. L'oscillazione permette alla nave di ritrovare il proprio equilibrio in acqua.

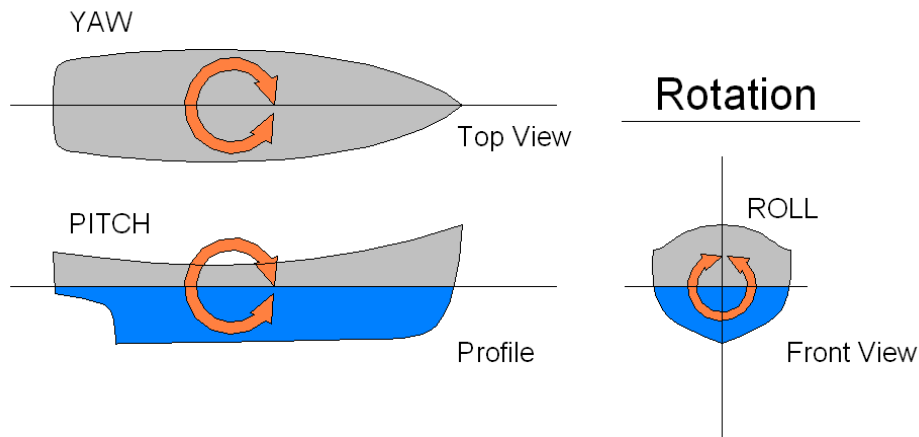


Figura 1: Rotazioni nave

È stato quindi integrato all'interno del simulatore un sistema di galleggiamento che consente di aggiungere l'interazione di acqua e onda a qualsiasi oggetto della tua scena. Oltre al tipico movimento di galleggiamento verticale, gli oggetti possono anche abilitare il movimento ondoso laterale di una superficie d'acqua. Ciò aggiunge un'ulteriore dinamica in cui gli oggetti possono essere trasportati con il movimento della superficie dell'acqua. I movimenti dell'oggetto saranno quindi influenzati dalla direzione dell'onda e dalla quantità di flusso della superficie dell'acqua circostante.

Nella simulazione, il galleggiamento è modellato tramite un'insieme di punti di carena, associati a ogni oggetto galleggiante. Da questo punto, la spinta lungo l'asse verticale è proporzionale alla forza-peso dell'acqua spostata, come prevede il principio di Archimede. Questo modello è applicato a diversi oggetti presenti nella simulazione, come imbarcazioni, persone, oggetti estranei ecc.



Interreg



UNION EUROPEENNE
UNIONE EUROPEA



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Diffusione della Contaminazione

Si è deciso di sviluppare un modello per considerare l'evoluzione e l'impatto di versamenti in mare e in aria di inquinanti; questi modelli sono destinati non solo a valutare come queste crisi evolvano e che impatti abbiano, ma anche come si possa reagire e contenere questi fenomeni sia con azioni preventive che di mitigazione a posteriori dato che il Laboratorio Virtuale ALACRES2 mira proprio a simulare le azioni combinate collegate a questi incidenti nei porti e nelle acque antistanti.

Si è quindi deciso di costruire modelli e di integrarli nella simulazione di ALACRES2 per analizzare e sviluppare questi scenari. In particolare qui di seguito l'analisi si focalizza sugli sversamenti in mare di componenti inquinanti.

Il modello dei versamenti adotta un approccio particellare che consente di simulare la dispersione di sostanze inquinanti sulla superficie del mare e la sua precipitazione sui fondali, nonché le azioni di contenimento.

Un serbatoio consente di modellare realisticamente le fasi iniziali del disperdimento. Il serbatoio può essere associato a qualsiasi elemento che trasporti inquinante, e permette di poter cambiare le condizioni iniziali seguendo le leggi fluidodinamiche. Infatti, il modello del serbatoio possiede parametri che possono essere cambiati dall'utente, quali:

- altitudine in cui è posto il serbatoio
- il volume del serbatoio (definibili in sezione e altezza)
- superficie del foro di uscita dell'inquinante

Una volta che il materiale fuoriesce dal serbatoio, inizia la dispersione in mare. Il modello è costituito da un sistema particellare fisico (da non confondere con il sistema particellare di Unity) e permette l'interazione tra le diverse particelle attraverso i Collider di Unity. Il movimento delle particelle è risultante dalla corrente marina, la forza del mare e il vento; questi parametri possono essere cambiati secondo gli scenari desiderati.



Figura 2: Simulazione dispersione in mare da nave petroliera



Interreg



UNION EUROPEENNE
UNIONE EUROPEA

ALACRES-2

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Boom System

Un containment boom è un dispositivo che può essere impiegato per arginare la diffusione di materiale in superficie. Si tratta di dispositivi galleggianti mobili, che formano una barriera di contenimento sfruttando l'azione meccanica. Il dispiegamento della barriera avviene in mare grazie alla cooperazione tra due navi, le quali prima la installano, quindi la trascinano nella posizione desiderata. Grazie alla mobilità del dispositivo, è possibile concentrare l'inquinante in una superficie di minori dimensioni, dove può essere definitivamente rimosso da schiumatori, aspiratori e altri metodi.

In ALACRES2 è stato creato un modello di dispiegamento della barriera per effettuare una risposta all'emergenza del disperdimento in mare. Il modello è costituito da tre componenti principali: una nave di trasporto, una nave di traino e la barriera.

Durante la fase iniziale del dispiegamento, le due navi raggiungono il punto prescelto per dispiegare la barriera, che generalmente avviene in acque non contaminate. Dopo la fase di installazione, la barriera può essere portata nella posizione finale per contenere l'inquinante.

La barriera mobile è modellata utilizzando una catena di GameObject vincolati da Hinge Joints, così da poter ricostruire realisticamente il movimento secondo le forze applicate nei diversi punti. Ogni elemento possiede un collider, che gli permette di interagire con il sistema particellare di inquinante e di bloccarne la diffusione grazie allo sfruttamento del sistema di layers di Unity. Per le navi rimorchio questo non è infatti possibile, pur avendo collisori, lasciando il compito esclusivamente alla barriera. Il movimento delle navi avviene attraverso la modellazione della parte propulsiva, dove possono essere definiti i parametri dei motori, e la modellazione della parte di interazione con il mare, che utilizza diversi punti di galleggiamento per ricostruire il movimento complessivo.

Anche dispiegamento del boom attraverso le diverse fasi può essere definito dall'utente, associando la posizione di installazione, posizione di contenimento e le direzioni di orientamento.

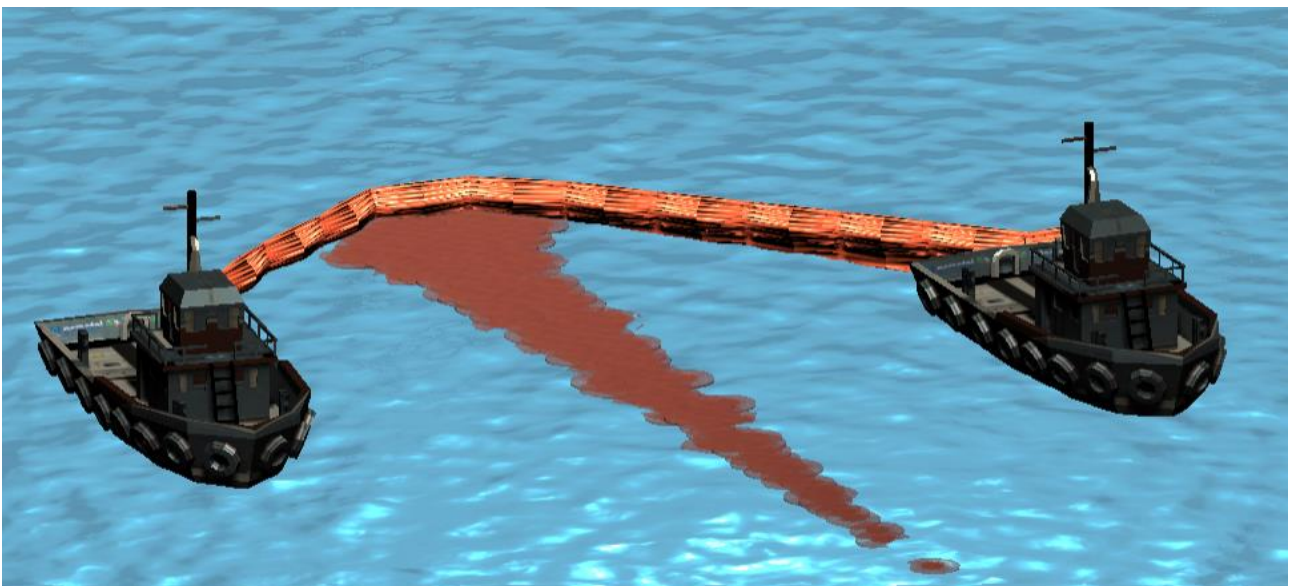


Figura 3: Simulazione del contenimento di inquinante attraverso una Barriera Mobile



Interreg



UNION EUROPEENNE
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Comportamento Umano

All'interno di uno scenario di simulazione di rischio portuale risulta fondamentale la presenza di digital twin che emulino il comportamento, i movimenti e le decisioni dei possibili attori coinvolti, così da rendere la simulazione immersiva e in grado di riprodurre eventi correlati con le scelte umane.

Nel contesto di Alacres lo Human Behaviour Modelling è stato associato alla presenza di eventi critici (incidenti, fuoriuscita di gas, ecc) che generano nei digital twin di umani reazioni randomiche associate alla fuga o al conseguimento di un preciso protocollo di sicurezza, in modo da rappresentare uno scenario reale.

Grazie allo spawn del personaggio nel mondo è possibile creare copie indipendenti in modo da predisporre più personaggi uguali in luoghi diversi. Tali personaggi possono poi operare sia in modo randomico nelle loro scelte che seguire azioni prestabilite. I "virtual Humans" generati eseguono normalmente i vari compiti sulla nave fin quando un evento improvviso e critico destabilizza la loro routine. In questo momento alcuni dei personaggi seguiranno i percorsi prestabiliti per raggiungere i punti di raccolta nel minor tempo possibile e secondo procedure di sicurezza, altri invece fuggiranno da possibili pericoli come incendi o esplosioni in modo randomico, correndo in modo disordinato o gettandosi dal ponte della nave.

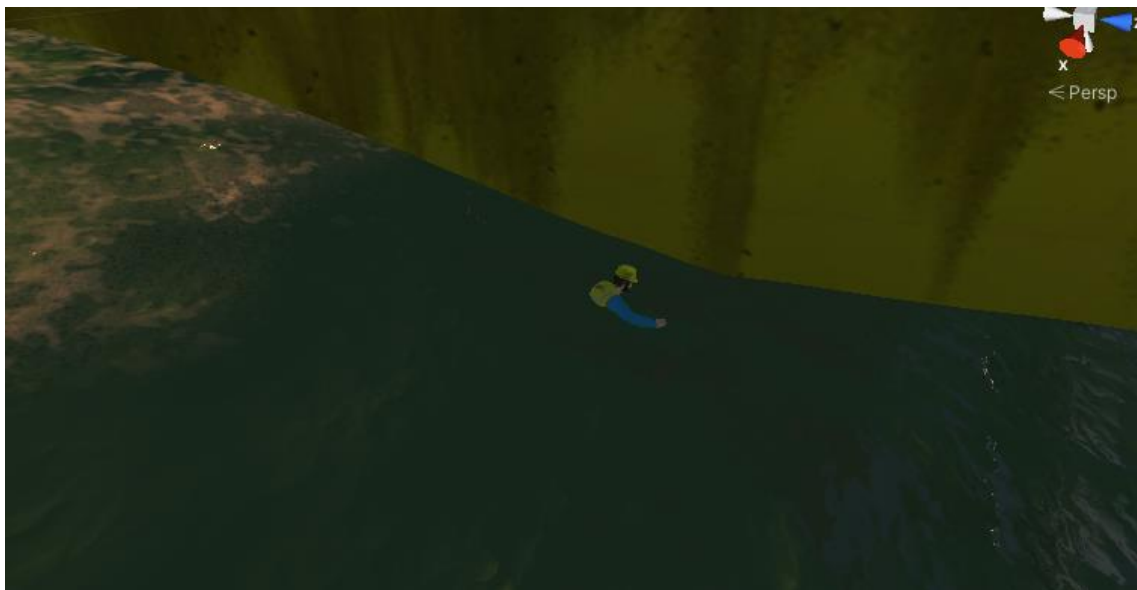


Figura 4: Individuo in mare

La posizione della persona è determinata dalla posizione di un piano collegato alla nave su cui si trova l'operatore stesso, consentendo all'uomo di seguire i movimenti oscillatori della nave. Tale azione è possibile utilizzando la tecnica RayCast su tutti gli oggetti nella posizione corrente del personaggio. Quando il raggio rileva il pavimento della nave, aggiorna la posizione del virtual human. A causa dei movimenti oscillatori, è probabile che il personaggio ruoti naturalmente su tutti gli assi. Per controllare questo fenomeno e per creare un movimento realistico, gli angoli x e z Eulero vengono bloccati tramite il comando dell'unità del quaternion, liberando la rotazione solo attraverso l'asse y .

L'animazione è controllata tramite il componente "animator" di Unity 3D, su cui viene processata una serie di animazioni da utilizzare in sequenza o al momento desiderato.

Tuttavia è importante sottolineare che le capacità fisiche del soggetto, come il galleggiamento, la caduta e il movimento realistico della deambulazione, sono possibili solo grazie

all'inserimento di una componente rigida dell'unità del corpo e all'aggancio dello stesso sistema galleggiante utilizzato dalle navi.

Per quanto riguarda la scelta del percorso ottimale, viene utilizzato un algoritmo A* che ricerca a partire da un nodo iniziale il percorso che minimizzi la distanza fino al nodo successivo.



Figura 5: Individuo che cammina

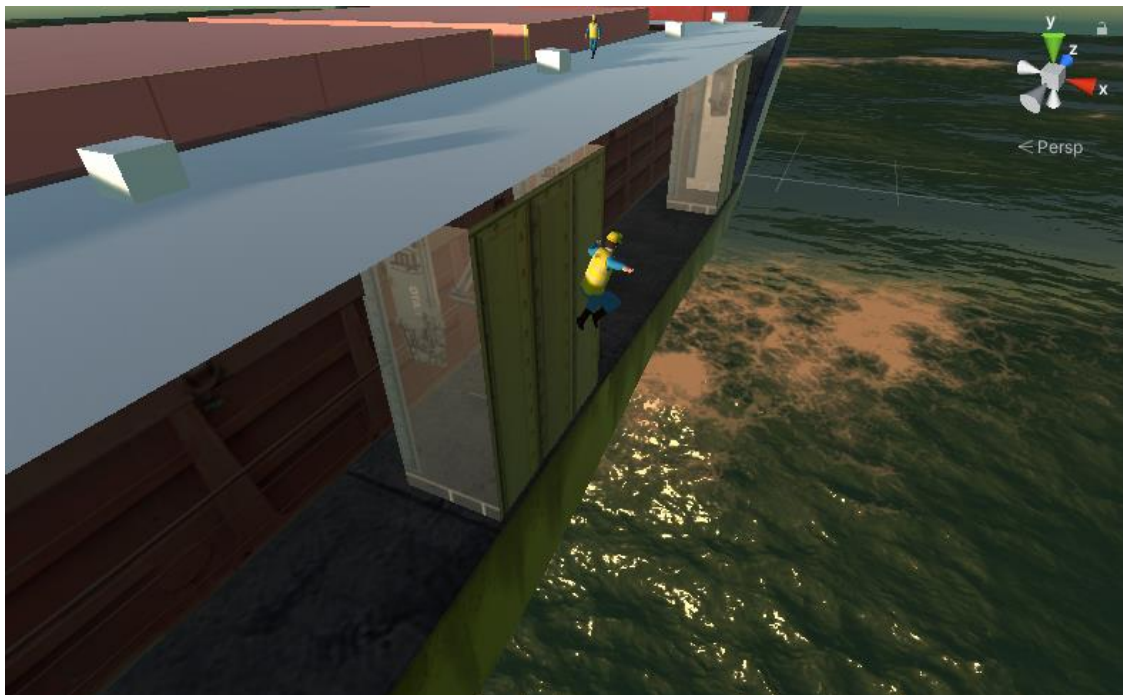


Figura 6: Individuo che cade in mare

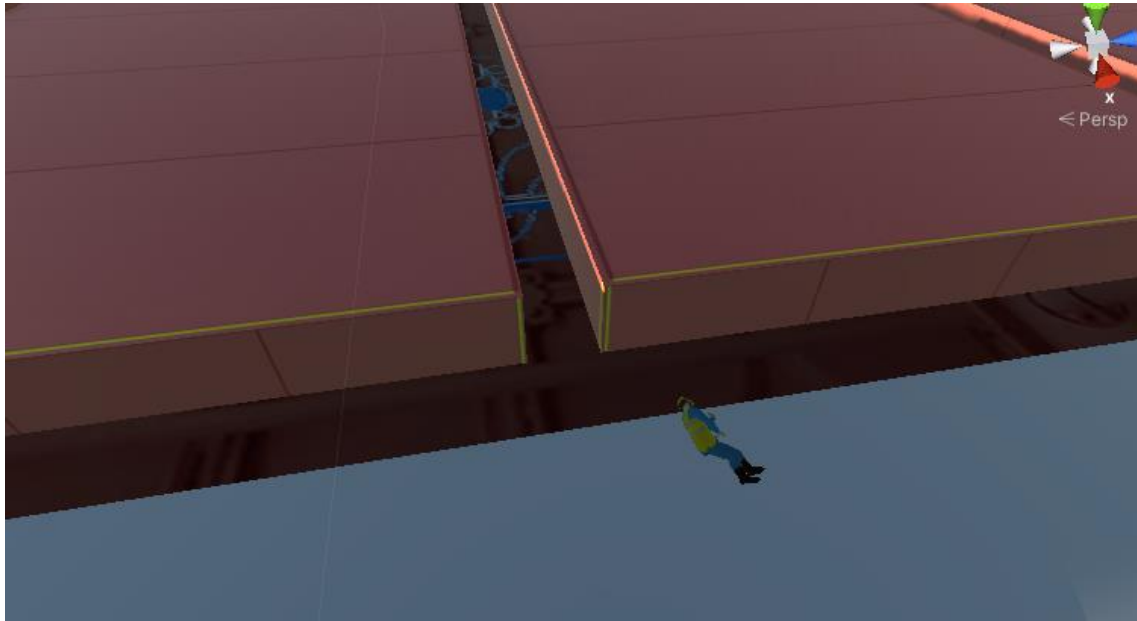


Figura 7: Individuo ferito

Programme de coopération Interreg V - 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

T2_2_1

Modèles de simulation conceptuels

Décembre 2021



Le simulateur ALACRES2, bien qu'une solution complexe, contient un ensemble de modèles spécifiques, dédiés à l'exécution de certaines activités particulières, telles que la simulation de flottaison, le modèle de comportement humain, propagation de contaminants à la surface de la mer. Ci-dessous sont présentés les principaux modèles utilisés dans le projet.

Flottaison

Depuis toujours, les mouvements oscillatoires des navires ont fait l'objet d'une attention particulière lors de la phase de conception de ces derniers. L'oscillation est déterminée par divers facteurs, du mouvement des vagues à celui des vents, ou les mouvements mêmes du navire, comme un virage, peuvent le déclencher. Outre les facteurs mentionnés ci-dessus, l'oscillation est également due aux charges à bord et à leurs déplacements. L'oscillation peut se produire de manière transversale et est appelée roulis, de manière longitudinale on l'appelle tangage, tandis que si le mouvement se développe le long de l'axe vertical on dit sursaut. L'oscillation permet au navire de retrouver son équilibre dans l'eau.

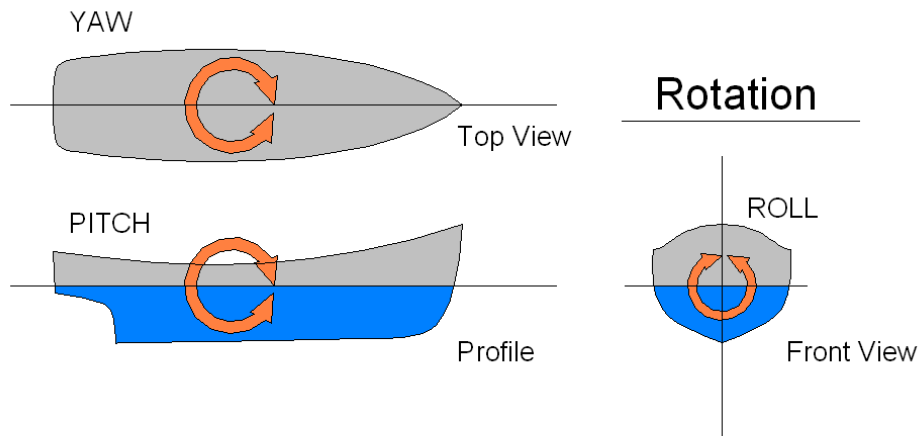


Figure 1: Rotations des bateaux.

Un système de flottaison a ensuite été intégré à l'intérieur du simulateur qui vous permet d'ajouter l'interaction de l'eau et des vagues à n'importe quel objet de votre scène. En plus du mouvement de flottaison vertical typique, les objets peuvent également activer le mouvement de vagues latérales d'une surface d'eau. Ceci ajoute une dynamique supplémentaire où des objets peuvent être transportés par le mouvement de la surface de l'eau. Les mouvements de l'objet seront alors influencés par la direction de la vague et la quantité d'écoulement de la surface de l'eau environnante.

Dans la simulation, la flottabilité est modélisée par un ensemble de points de carène, associés à chaque objet flottant. De ce point, la longue poussée l'axe vertical est proportionnel à la force perdue de l'eau déplacée, comme prévoit le principe d'Archimède. Ce modèle est appliqué à différents objets présents dans la simulation, tels que des bateaux, des personnes, des corps étrangers, etc.



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

ALACRES 2

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Propagation de la Contamination

Il a été décidé de développer un modèle pour prendre en compte l'évolution et l'impact des déversements de polluants en mer et dans l'air; ces modèles sont destinés non seulement à évaluer l'évolution de ces crises et leurs impacts, mais aussi comment réagir et contenir ces phénomènes par des actions préventives et d'atténuation a posteriori puisque le Laboratoire Virtuel ALACRES2 vise précisément à simuler les actions combinées liées à ces incidents dans les ports et dans les eaux en face.

Il a donc été décidé de construire des modèles et de les intégrer dans la simulation d'ALACRES2 pour analyser et développer ces scénarios. En particulier, l'analyse ci-dessous se concentre sur les déversements en mer de composants polluants.

Le modèle des déversements adopte une approche particulière qui permet de simuler la dispersion de polluants sur la surface de la mer et sa précipitation sur les fonds marins, ainsi que les actions de confinement.

Un réservoir permet de modéliser de manière réaliste les étapes initiales du dispersement. Le réservoir peut être associé à n'importe quel élément qui transporte des polluants, et permet de changer les conditions initiales en suivant les lois de la dynamique des fluides. En effet, le modèle du réservoir possède des paramètres qui peuvent être modifiés par l'utilisateur, tels que:

- altitude du réservoir
- le volume du réservoir (défini en section et en hauteur)
- surface du trou de sortie du polluant

Une fois que le matériau s'échappe du réservoir, il commence à se disperser dans la mer. Le modèle se compose d'un système de particules physiques (à ne pas confondre avec le système de particules de Unity) et permet l'interaction entre les différentes particules à travers les collisionneurs de Unity. Le mouvement des particules résulte du courant marin, de la force de la mer et du vent; ces paramètres peuvent être modifiés selon les scénarios souhaités.



Figure 2: Simulation de dispersion au large par un navire-citerne.

Boom System

Un containment boom est un dispositif qui peut être utilisé pour endiguer la propagation de la matière à la surface. Il s'agit d'appareils flottants mobiles, qui forment une barrière de confinement en exploitant l'action mécanique. Le déploiement de la barrière se fait en mer grâce à la coopération entre deux navires, qui l'installent d'abord, puis la traînent dans la position souhaitée. Grâce à la mobilité de l'appareil, il est possible de concentrer le polluant sur une surface plus petite, où il peut être éliminé par les écumeurs, les aspirateurs et d'autres méthodes.

Dans ALACRES2, un modèle de déploiement de la barrière a été mis en place pour répondre à l'urgence du déversement en mer. Le modèle se compose de trois composants principaux : un navire de transport, un navire de remorquage et la barrière.

Au cours de la phase initiale de déploiement, les deux navires atteignent le point choisi pour déployer la barrière, qui se produit généralement dans des eaux non contaminées. Après la phase d'installation, la barrière peut être amenée à la position finale pour contenir le polluant. La barrière mobile est modélisée à l'aide d'une chaîne GameObject liée par Hinge Joints, de sorte que le mouvement peut être reconstitué de manière réaliste en fonction des forces appliquées aux différents points. Chaque élément possède un Collider, qui lui permet d'interagir avec le système de particules polluantes et d'en bloquer la diffusion grâce à l'exploitation du système de couches de Unity. Pour les remorqueurs, cela n'est pas possible, bien qu'ils aient des collisionneurs, laissant la tâche exclusivement à la barrière. Le mouvement des navires se fait par la modélisation de la partie motrice, où les paramètres des moteurs peuvent être définis, et la modélisation de la partie d'interaction avec la mer, qui utilise différents points de flottaison pour reconstruire le mouvement global.

Même le déploiement de boom à travers les différentes étapes peut être défini par l'utilisateur, associant la position d'installation, la position de confinement et les directions d'orientation

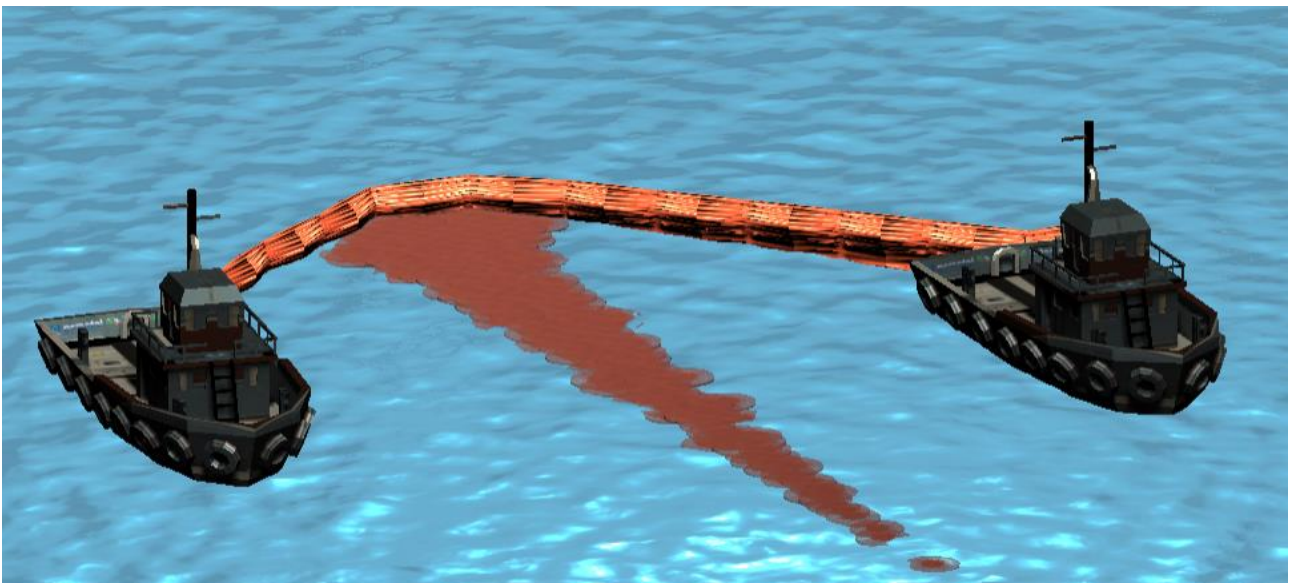


Figure 3: Simulation de confinement de polluants par un barrage mobile.

Comportement humain

À l'intérieur d'un scénario de simulation de risque portuaire résulte fondamental la présence de digital twin qui émulent le comportement, les mouvements et les décisions des possibles acteurs impliqués, afin de rendre la simulation immersive et capable de reproduire des événements liés aux choix humains.

Dans le contexte d'Alacres, le Human Behaviour Modelling a été associé à la présence d'événements critiques (accidents, fuites de gaz, etc.) qui génèrent dans les jumeaux numériques d'humains des réactions aléatoires associées à la fuite ou à l'obtention d'un protocole de sécurité précis, afin de représenter un scénario réel.

Grâce à la spawn du personnage dans le monde, vous pouvez créer des copies indépendantes afin de disposer plusieurs personnages égaux dans différents endroits. Ces personnages peuvent ensuite opérer de manière aléatoire dans leurs choix ou suivre des actions prédéfinies. Les "Virtual Humans" générés exécutent normalement les diverses tâches sur le navire jusqu'à ce qu'un événement soudain et critique déstabilise leur routine. En ce moment, certains des personnages suivront les chemins préétablis pour atteindre les points de collecte dans les plus brefs délais et selon des procédures de sécurité, tandis que d'autres fuiront d'éventuels dangers tels que des incendies ou des explosions de manière aléatoire, en courant de manière désordonnée ou en sautant du pont du navire.



Figure 4: Individu en mer

La position de la personne est déterminée par la position d'un plan relié au navire sur lequel se trouve l'exploitant lui-même, permettant à l'homme de suivre les mouvements oscillants du navire. Une telle action est possible en utilisant la technique RayCast sur tous les objets dans la position actuelle du personnage. Lorsque le faisceau détecte le plancher du navire, il met à jour la position de l'humain virtuel. En raison des mouvements oscillatoires, il est probable que le personnage tourne naturellement sur tous les axes. Pour contrôler ce phénomène et créer un mouvement réaliste, les angles x et z Euler sont bloqués par la commande de l'unité quaternion, libérant la rotation uniquement à travers l'axe y.

L'animation est contrôlée par le composant "animator" de Unity 3D, sur lequel une série d'animations à utiliser en séquence ou au moment souhaité est traitée.

Cependant, il est important de souligner que les capacités physiques du sujet, telles que la flottabilité, la chute et le mouvement réaliste de la marche, ne sont possibles que grâce à l'insertion d'une partie rigide de l'unité de corps et à l'accrochage du même système flottant que celui utilisé par les navires.

En ce qui concerne le choix de l'itinéraire optimal, un algorithme A* est utilisé pour rechercher à partir d'un nœud initial le chemin qui minimise la distance jusqu'au nœud suivant.



Figure 5: Individu marchant

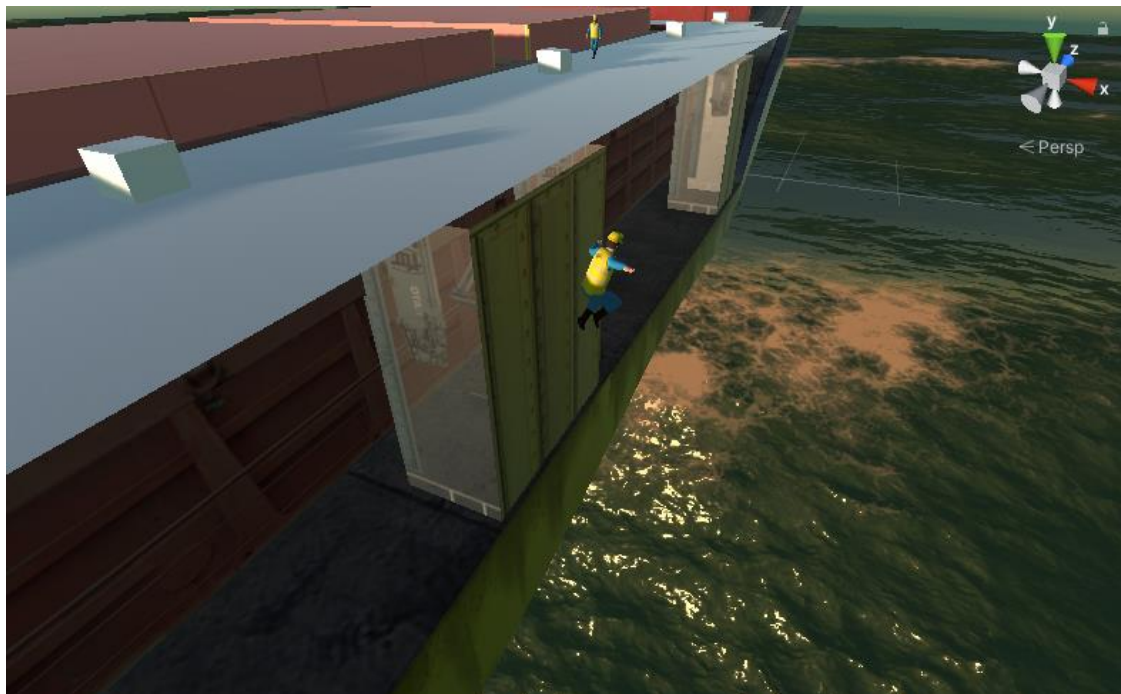


Figure 6: Individu tombant à la mer

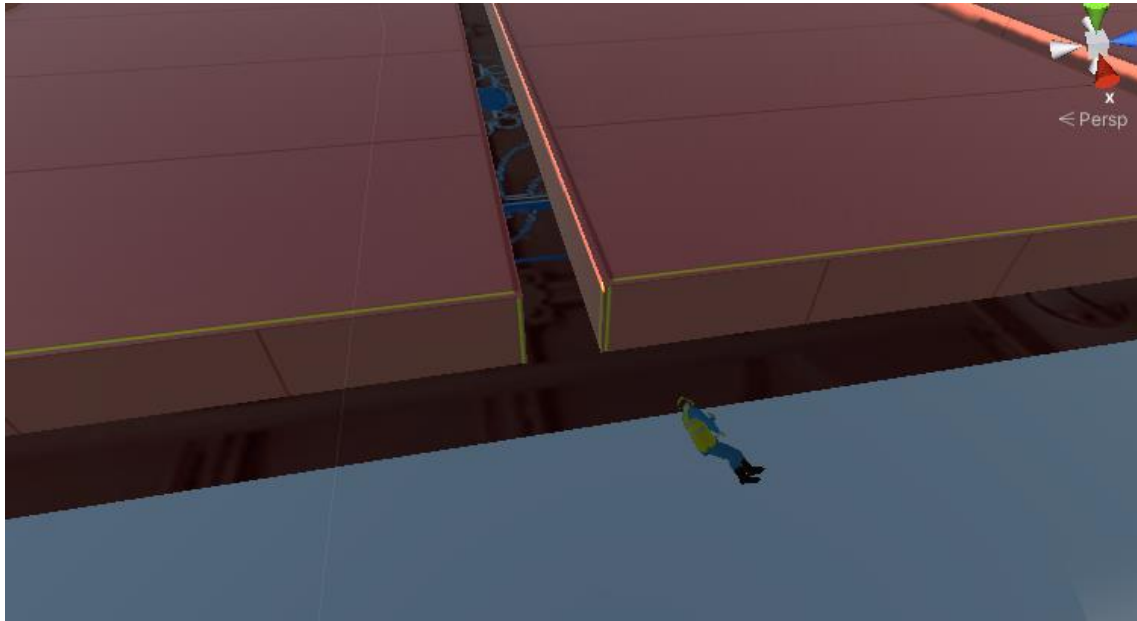


Figure 7: Individu blessé