



INSTITUT FRANCOPHONE INTERNATIONAL
Institut d'excellence de recherche et de formation universitaire



GROUPE-5 : Modélisation de la Navigation dans un Port

Dans cette présentation, nous allons modéliser la navigation à travers un port en regardant les interactions entre les différents agents impliqués dans le processus.

Rédigé par :

Gaston ALASSANI

Josue ADOSSEHOUN

Jammel SANDANI

Encadrant :

MANH HUNG NGUYEN

Année Académique : **2023-2024**

PLAN

I. DESCRIPTION GENERAL DU SYSTEME

II. MODELISATION DU SYSTEME

III. SYMULATION DU SYSTEME

**IV. ANALYSE DES RESULTATS ET
CONCLUSION**

Introduction

Ce rapport présente une étude détaillée sur le système de gestion de la navigation dans un port maritime. L'objectif principal de ce système est de gérer les flux de bateaux entrants et sortant du port, ainsi que les opérations d'accostage, de déchargement et de chargement des marchandises en fonction des caractéristiques de chaque bateau.

I. Description Générale du Système

Le système de gestion de la navigation dans le port maritime permet de gérer les mouvements des bateaux dans un environnement portuaire. Il prend en compte les caractéristiques spécifiques de chaque bateau, telles que la taille, le tonnage des marchandises transportées, la vitesse de déplacement, la vitesse de chargement et de déchargement, ainsi que l'état d'enregistrement au port.

1. Le Port

Le port dispose de plusieurs espaces de stationnement de différentes tailles pour accueillir les bateaux. Les espaces de stationnement sont divisés en trois catégories : grands, moyens et petits. Le port est également soumis aux variations de marée, avec des moments de marée haute et de marée basse. Un centre de contrôle est établi dans le port pour superviser les opérations.

2. Les Bateaux

Les bateaux sont classés en trois catégories : grands, moyens et petits, en fonction de leur taille et de leur sensibilité à l'état de la marée. Chaque bateau possède un tonnage de marchandises, une vitesse de déplacement, une vitesse de chargement et de déchargement spécifiques. Les bateaux peuvent être enregistrés ou non. Les bateaux enregistrés fournissent des informations sur leur tonnage et la durée prévue au port. Chaque bateau accoste sur un espace de stationnement correspondant à sa taille, mais en cas de saturation, les petits et moyens bateaux peuvent accoster sur des espaces plus grands. Les grands bateaux doivent attendre qu'un grand espace de stationnement soit disponible. En cas de marée basse, les grands bateaux ne peuvent pas accoster et des bateaux déchargeurs sont utilisés pour décharger ces bateaux en mer.

3. Le Centre de Contrôle

Le centre de contrôle vérifie l'enregistrement des bateaux et alloue les espaces de stationnement en fonction de leur taille. Il permet uniquement l'accostage des bateaux enregistrés et coordonne les opérations d'accostage en cas de saturation des espaces disponibles.

4. Les Bateaux Déchargeurs

Les bateaux déchargeurs sont des navires spécialement conçus pour décharger les gros bateaux en mer. Ils interviennent lorsque les grands bateaux ne peuvent pas accoster en raison de la marée basse.

II. Modélisation du Système

La modélisation du système de gestion de la navigation dans le port maritime repose sur six agents principaux :

1. **Agent Bateau** : représente chaque bateau dans le système. Il transporte les marchandises en fonction de son tonnage et effectue les opérations de chargement et de déchargement.

Description du bateau :

1.1. Tonnage : Le tonnage correspond à la quantité totale de marchandises que le bateau peut transporter. C'est un nombre entier positif choisi parmi un ensemble prédéfini.

1.2. Vitesse de déplacement : C'est la vitesse à laquelle le bateau peut se déplacer. Cette vitesse est exprimée par un nombre réel positif, ce qui signifie qu'elle peut prendre des valeurs décimales.

1.3. Vitesse de chargement : Cette valeur représente la quantité de marchandises que le bateau est capable de charger par seconde. Il s'agit d'un chiffre entier positif.

1.4. Vitesse de déchargement : La vitesse de déchargement indique la quantité de marchandises que l'on peut retirer du bateau par unité de temps. Elle est exprimée sous forme d'un nombre entier positif.

1.5. Type de bateau : Cette caractéristique permet de différencier les différents types de bateaux dans notre système. Elle est représentée par une chaîne de caractères (string).

1.6. Etat d'enregistrement : Cette donnée permet de vérifier si le bateau est enregistré ou non dans notre système. Elle est représentée par un booléen, soit vrai (enregistré) soit faux (non enregistré).

1.7. Rayon de perception : Le rayon de perception représente le champ de vue de l'agent sous forme circulaire avec un rayon spécifique. Sa valeur est un nombre entier positif.

1.8. Destination : La destination correspond au point où le bateau se dirige. Elle est représentée par les coordonnées d'un point.

1.9. Etat de déchargement : Cette information indique si le bateau est en train de décharger sa marchandise ou non. Elle est exprimée par un booléen, soit vrai (en train de décharger) soit faux (non en train de décharger).

1.10. Etat de chargement : L'état de chargement décrit si le bateau est actuellement chargé ou vide. C'est également un booléen, soit vrai (chargé) soit faux (vide).

2. **Agent Centre de Contrôle** : représente le centre de contrôle du port. Il vérifie l'enregistrement des bateaux et alloue les espaces de stationnement.

Description de l'agent Centre de Contrôle :

2.1. Localisation : Le Centre de Contrôle est situé à une position fixe dans le système de navigation. Sa position est représentée par un point ayant des coordonnées bien définies.

Dans le système de navigation, le Centre de Contrôle occupe un emplacement statique déterminé par un point précis qui est caractérisé par ses coordonnées. Cet emplacement fixe lui permet de surveiller et gérer efficacement les mouvements des bateaux en utilisant des coordonnées bien définies pour se repérer dans l'espace.

3. **Agent Espace de Stationnement** : représente les différents espaces de stationnement du port. Chaque espace est associé à une taille spécifique pour accueillir les bateaux.

Description de l'agent Espace de Stationnement :

3.1. Surface : La surface de l'espace de stationnement correspond à sa taille, ce qui détermine principalement le type de bateau qui peut

normalement y être accueilli. Cette taille est représentée par un nombre entier positif.

3.2. Disponibilité : L'état de disponibilité indique si l'espace de stationnement peut être occupé ou s'il est actuellement libre. Il est représenté par un booléen, prenant la valeur soit vrai (disponible) soit faux (occupé).

Dans notre système, chaque espace de stationnement possède une surface spécifique, définie par un entier positif, permettant de déterminer le type de bateau qu'il peut accommoder. De plus, pour chaque espace de stationnement, nous avons un attribut "disponibilité" qui nous informe en temps réel si l'espace est libre ou déjà occupé. Cela permet une gestion efficace des espaces de stationnement, en évitant tout conflit potentiel lors de l'amarrage des bateaux.

4. **Agent Couche d'Eau :** matérialise l'état de la marée dans le port. Il affiche visuellement les informations sur le niveau de la marée.

Description de l'agent Couche d'Eau :

4.1. Niveau de Transparence : Le niveau de transparence représente visuellement le niveau de marée, qu'il soit haut ou bas. Cette caractéristique est évaluée en fonction de l'opacité de l'eau.

Valeur : Il s'agit d'un nombre décimal positif.

Dans le contexte de notre système, nous utilisons le terme "Couche d'Eau" pour décrire les caractéristiques visuelles de l'eau. L'une de ces caractéristiques est le "Niveau de Transparence," qui permet de visualiser le niveau de marée, qu'il soit haut ou bas. Pour ce faire, nous utilisons un nombre décimal positif qui représente l'opacité de l'eau et indique ainsi le niveau de transparence.

5. **Agent Capteur de Niveau d'Eau :** vérifie en permanence le niveau de la marée pour mettre à jour l'agent Couche d'Eau.

Description de l'agent Capteur Niveau d'Eau :

5.1. État du Niveau d'Eau : Le capteur est utilisé pour évaluer le niveau de la marée.

Valeur : Il s'agit d'une chaîne de caractères (string).

Dans notre système, nous avons un "Capteur Niveau d'Eau" qui joue un rôle crucial pour évaluer le niveau de la marée. Ce capteur est capable de détecter les fluctuations du niveau d'eau et de fournir cette information sous forme d'une chaîne de caractères. Grâce à cette mesure précise, nous

pouvons surveiller et prendre des décisions éclairées en fonction de l'état actuel du niveau d'eau.

6. **Agent Bateau Déchargeur** : représente les navires spéciaux chargés de décharger les gros bateaux en mer.

Description de l'agent Bateau Déchargeur :

6.1. Sa destination : Le bateau déchargeur a pour objectif de se diriger vers un point spécifique pour effectuer le déchargement.

Valeur : Cette destination est déterminée par des coordonnées géographiques bien définies.

Cardinalité : Il peut avoir plusieurs destinations en fonction des déchargements à effectuer.

6.2. État de disponibilité : Ce paramètre indique si le bateau déchargeur est actuellement disponible pour servir au déchargement d'un bateau ou s'il est occupé. Il devient disponible une fois qu'il a terminé le déchargement précédent.

Valeur : Il s'exprime sous forme d'un booléen, prenant la valeur soit vrai (disponible) soit faux (occupé).

Dans notre système, l'agent Bateau Déchargeur est chargé de se rendre à des destinations spécifiques pour effectuer le déchargement de marchandises. Chaque destination est définie par des coordonnées géographiques bien précises. Lorsque le bateau déchargeur a terminé une opération de déchargement, il devient disponible pour une nouvelle mission. Cet état de disponibilité est représenté par un booléen, nous permettant ainsi de gérer efficacement l'utilisation de l'agent pour les déchargements à effectuer.

Chaque agent possède des attributs spécifiques qui définissent leur comportement et leurs interactions dans le système.

A. Comportement des agents

Agent Bateau Déchargeur:

1. Vérifier l'État de la Marée : Le grand bateau se déplace en fonction de la marée. S'il constate que la marée est haute, il continue d'avancer vers le point d'accostage assigné par le centre de contrôle. En revanche, s'il remarque que la marée est basse, il arrête son avancée vers le point d'accostage et

communiqué avec le centre de contrôle pour qu'un bateau de secours puisse effectuer le déchargement à sa place.

2. Retourner : Une fois que le bateau a terminé de décharger sa cargaison de marchandises, il quitte le port et s'en va vers sa prochaine destination. Il arrête ainsi son séjour dans le port après avoir complété ses opérations de chargement et de déchargement.

3. Déchargement : Lorsque le bateau arrive au point d'accostage, il commence le déchargement de sa cargaison. Chaque seconde, la valeur de sa vitesse de déchargement est déduite du tonnage de marchandises à décharger. Cette opération se poursuit jusqu'à ce que la cargaison soit entièrement déchargée.

4. Chargement : Une fois le déchargement terminé, le bateau entame le chargement de nouvelles marchandises. À chaque seconde, la valeur de sa vitesse de chargement est ajoutée au tonnage jusqu'à atteindre la capacité maximale de chargement.

5. Aller à la Place d'Accostage : Le bateau se dirige vers son point d'accostage après avoir reçu l'autorisation du centre de contrôle. Une fois arrivé, il occupe la place qui lui a été assignée pour effectuer ses opérations de chargement ou de déchargement.

6. Attendre que le Voisin Termine son Déchargement : Si le bateau est ordonné par le centre de contrôle ou remarque que sa place d'accostage est déjà occupée, il attend patiemment jusqu'à ce que le centre de contrôle lui attribue une nouvelle place d'accostage ou qu'une place devienne disponible.

Agent Centre de Contrôle:

1. Octroi des Autorisations d'Accostage aux Bateaux : Le centre de contrôle communique avec chaque bateau souhaitant accéder au port. Si le bateau n'est pas enregistré, il reçoit l'instruction de rebrousser chemin. S'il est enregistré, le centre vérifie s'il y a un espace d'accostage qui convient à ses dimensions. Si tel est le cas, le bateau reçoit l'autorisation d'accoster à cet emplacement.

2. Coordonner les Bateaux en Attente : Le centre de contrôle communique avec les bateaux qui attendent une

nouvelle affectation. Il vérifie les espaces d'accostage disponibles et attribue à chaque bateau un nouvel emplacement si celui précédemment assigné est occupé.

3. Affectation des Bateaux Déchargeurs : Le centre de contrôle communique avec les bateaux qui ne peuvent pas accéder à leur point d'accostage en raison de la marée basse. Il attribue à chaque bateau un bateau déchargeur qui se chargera du déchargement du bateau bloqué.

Agent Couche d'Eau:

1. Changer le Niveau d'Eau : La couche d'eau communique avec le capteur qui mesure le niveau d'eau pour connaître l'état de la marée. Si le niveau d'eau est élevé, indiquant une marée haute, la couche d'eau devient transparente. Dans le cas contraire, lorsque la marée est basse, la couche d'eau devient opaque.

Agent Bateaux Déchargeurs:

1. Secourir les Grands Bateaux : Suite à l'ordre du centre de contrôle, le bateau déchargeur se dirige vers les grands bateaux bloqués par la marée basse pour effectuer le déchargement. Une fois arrivé à proximité, il communique avec le grand bateau et entame le déchargement en déduisant la valeur de sa vitesse de déchargement du tonnage du grand bateau.

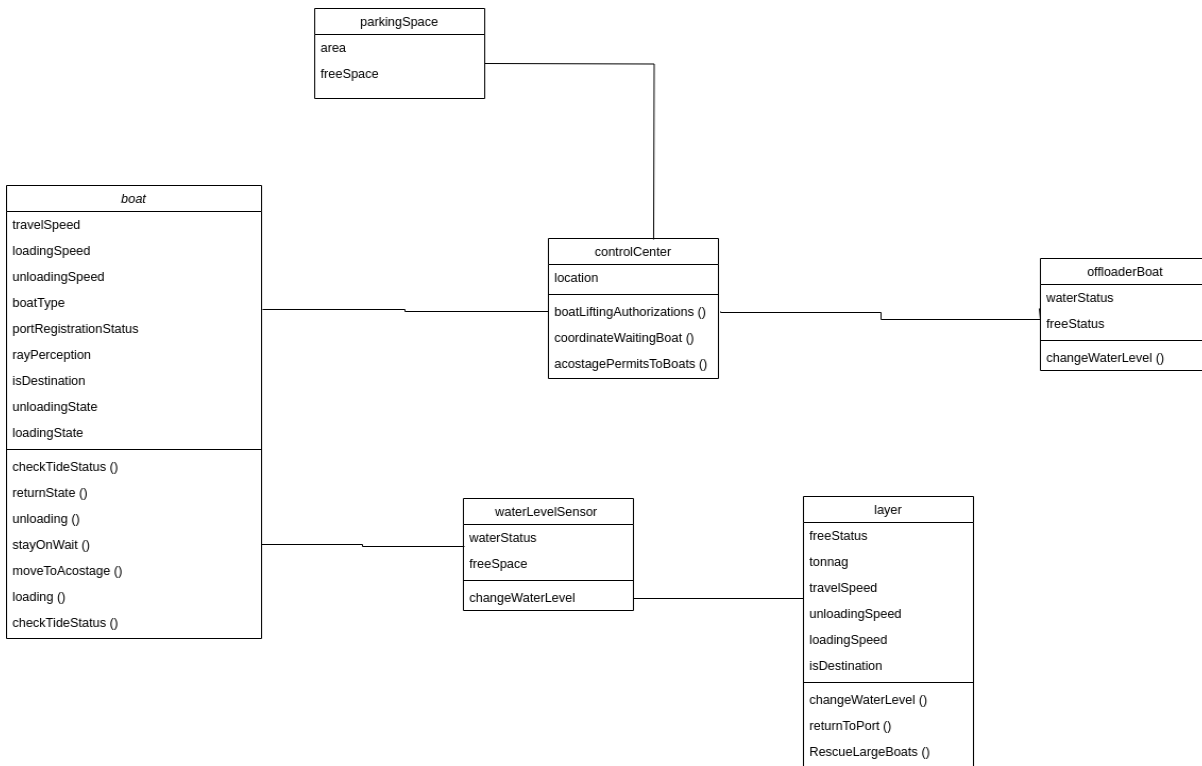
2. Retourner au Port : Une fois que le bateau déchargeur a récupéré une partie de la marchandise du bateau bloqué, il se dirige vers le point d'accostage où le déchargement doit être effectué. Après avoir déchargé cette cargaison, le bateau déchargeur revient au bateau bloqué pour poursuivre le déchargement. Ce processus se répète jusqu'à ce que le bateau soit entièrement déchargé et chargé.

3. Se déplacer vers son But : Si l'état de marche du bateau déchargeur est vrai, il se déplace vers son point d'accostage. Sinon, il s'arrête.

B. Les interactions entre les agents

	Agent bateau	Agent centre de controle	Agent bateau déchargeur	Agent espace de stationnement	Agent couche	Agent capteur niveau eau
Agent bateau				X		X
Agent centre_de_controle	X		X	X		
Agent bateau déchargeur	X					
Agent espace de stationnement						
Agent couche						X
Agent capteur niveau eau						

C. Diagramme de classe



III. Simulation du Système

La simulation du système de gestion de la navigation dans le port maritime a été réalisée à l'aide de plusieurs outils, notamment :

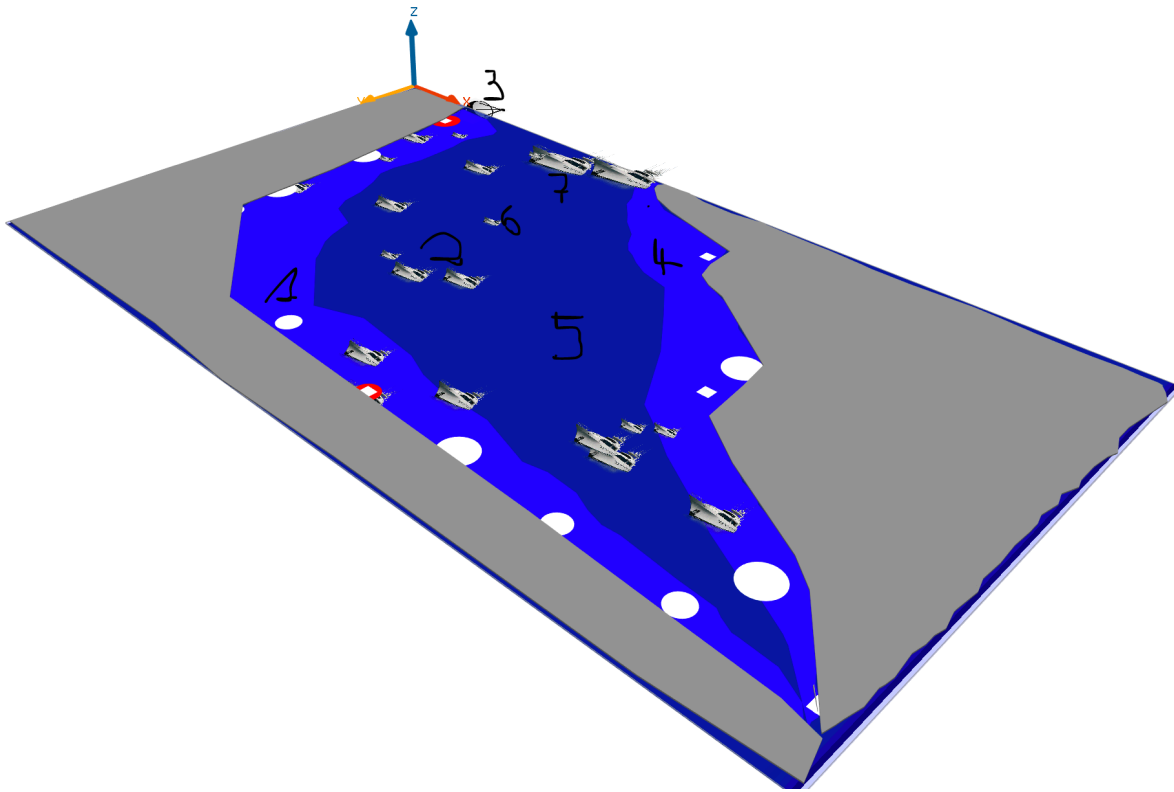
- QGIS : utilisé pour la conception du shapefile du système.
- GAMA : le simulateur utilisé pour implémenter et exécuter le modèle.
- GAML : le langage utilisé pour l'implémentation du système dans GAMA.

L'environnement de simulation représente le port maritime avec ses différents points d'accostage, les bateaux, la couche d'eau et les bateaux déchargeurs. L'état de la marée peut être modifié en temps réel pour simuler les variations.

- Représentations des différents éléments :

1. Point de Stationnement :
2. Agent Centre de Contrôle :
3. Limite entre la Haute Marée et la Basse Marée
4. Basse Marée
5. Petit Bateau :
6. Grand Bateau :

Ces représentations peuvent être utilisées pour visualiser la simulation de navigation dans un port maritime, en montrant l'interaction entre l'Agent Centre de Contrôle, les différents types de bateaux (Grand Bateau et Petit Bateau), les points de stationnement, et l'effet de la marée (Haute Marée et Basse Marée) sur les déplacements des bateaux.

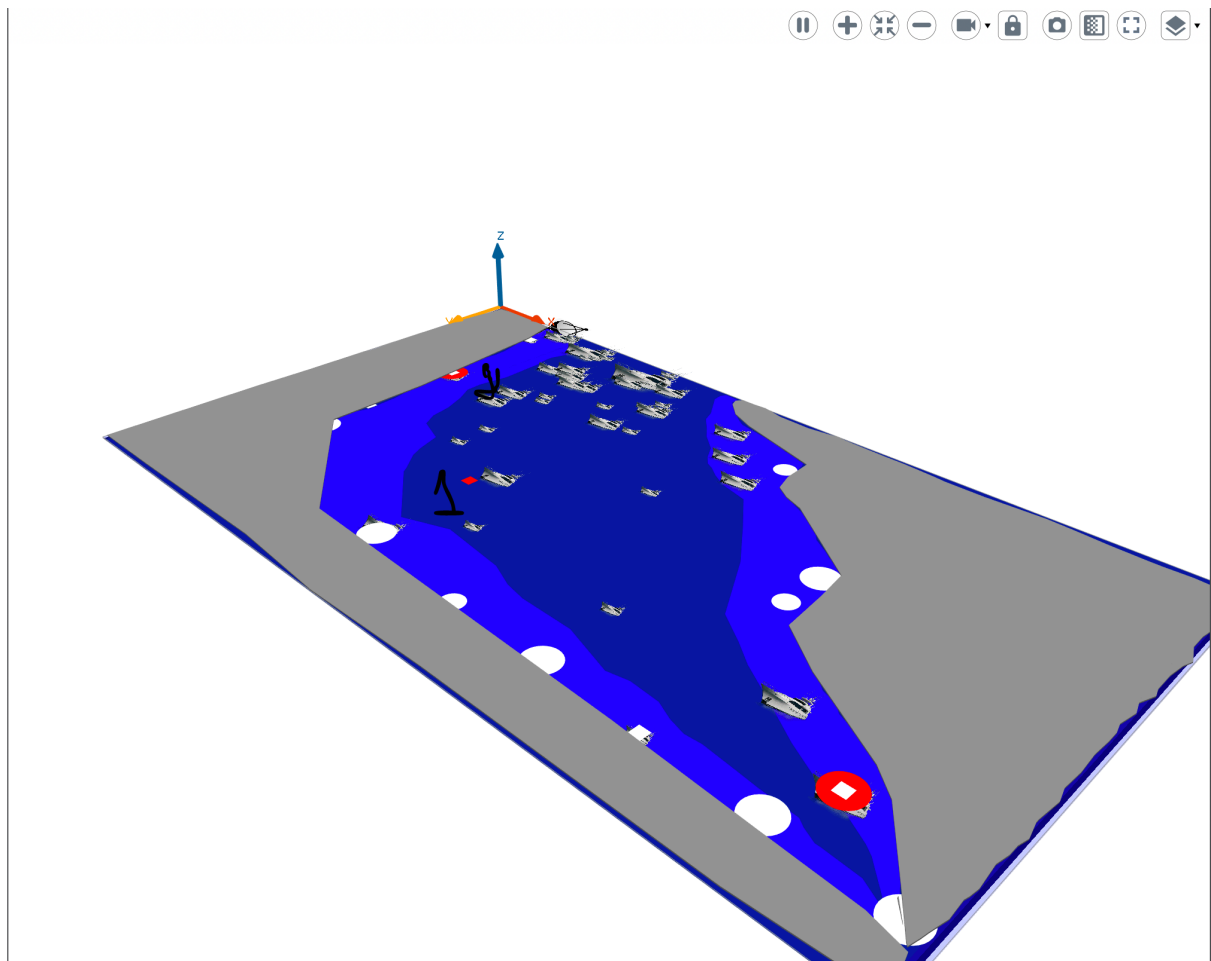
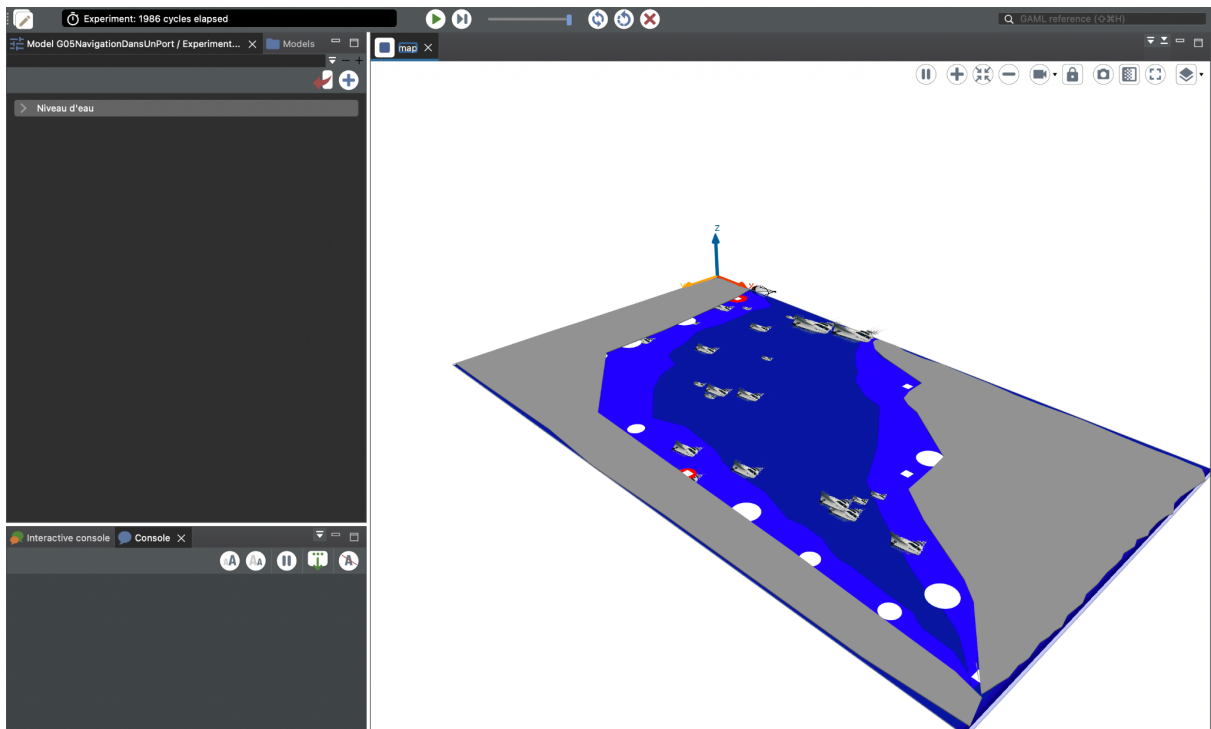


- Suite:

La figure ci-dessous représente l'environnement lorsque le niveau de la marée est élevé. Dans cette situation, la couche d'eau devient presque invisible, permettant aux grands bateaux d'accéder facilement au port. Pour modifier l'état de la marée, il suffit de cliquer sur la barre déroulante en haut de la simulation, puis de sélectionner l'état désiré. Une fois cela fait, il est nécessaire de relancer la simulation pour observer les effets du changement d'état de la marée.



Dans cette représentation, les vagues de la marée haute sont symbolisées par les vagues d'eau (🌊), les grands bateaux sont représentés par le symbole de bateau (🚢), la limite entre la haute marée et la basse marée est représentée par les carrés bleu et bleu foncé, et les petits bateaux sont symbolisés par le symbole de voilier (🛶). Cette figure met en évidence comment l'état de la marée affecte la navigation des bateaux dans le port.



IV. Analyse des Résultats et Conclusion

1. Analyse :

L'implémentation du modèle de gestion de la navigation dans le port maritime a été un succès, permettant de simuler efficacement les différentes opérations portuaires telles que l'accostage, le déchargement et le chargement des bateaux. Le système a pu gérer les flux de bateaux en fonction de leurs caractéristiques spécifiques, notamment leur taille, leur tonnage et leur vitesse de chargement/déchargement. De plus, la prise en compte de l'état de la marée a été une caractéristique essentielle pour planifier les déplacements des bateaux de manière optimale.

La modélisation visuelle de l'état de la marée en modifiant la couleur et l'opacité de la couche d'eau a été un point fort majeur du modèle. Cela a permis de fournir une représentation visuelle réaliste de l'évolution des marées, aidant ainsi à prendre des décisions éclairées pour les opérations portuaires.

L'introduction du bateau déchargeur pour aider les grands bateaux bloqués pendant les marées basses a été une innovation significative. Cela a permis d'optimiser l'utilisation des ressources et d'éviter les retards potentiels dans les opérations portuaires. De plus, la gestion dynamique des moments où les bateaux sont en déplacement ou à l'arrêt a contribué à une simulation plus réaliste des interactions entre les bateaux.

2. Conclusion et perspectives :

En conclusion, le modèle de gestion de la navigation dans un port maritime a démontré sa faisabilité et son efficacité dans la gestion des opérations portuaires. Les différentes fonctionnalités du modèle ont permis de planifier et d'optimiser les déplacements des bateaux en fonction de leur taille et des variations de la marée. Cela a également facilité les opérations de déchargement et de chargement en tenant compte du tonnage et des vitesses spécifiques de chaque bateau.

Malgré ses points forts, le modèle présente quelques limitations, notamment l'absence de voies définies pour les bateaux, ce qui pourrait entraîner des croisements sans contraintes. De plus, les interactions entre les bateaux pourraient être plus élaborées pour une modélisation encore plus réaliste du système.

Dans l'ensemble, le modèle constitue un outil précieux pour les autorités portuaires afin de gérer efficacement les flux de bateaux et les opérations portuaires. Pour des améliorations futures, il serait intéressant d'ajouter des bateaux spécialisés capables d'aider les grands navires bloqués en mer à trouver un chemin sûr vers l'espace d'accostage, même en marée basse. Ces bateaux guides pourraient jouer un rôle crucial en offrant une assistance lors des manœuvres délicates, assurant ainsi un accostage en toute sécurité.

En outre, il serait bénéfique d'approfondir la modélisation des interactions entre les bateaux, y compris ces nouveaux bateaux guides, afin de prendre en compte des pistes définies pour éviter les conflits potentiels lors des déplacements dans le port maritime. Une meilleure coordination et une compréhension approfondie des mouvements des navires contribueraient à garantir une navigation fluide et efficace dans le port.

En intégrant ces bateaux guides et en améliorant la simulation de la gestion de la navigation, nous pourrions obtenir une approche encore plus précise et réaliste pour faciliter l'accostage des grands navires, augmentant ainsi l'efficacité et la sécurité des opérations portuaires. Ces développements pourraient grandement contribuer à l'évolution et à l'optimisation des activités maritimes.