DELphinus MOuvements GEStion

Septembre Septembre

Rapport sur le développement d'un simulateur interactif du socio-écosystème appliqué à la problématique des captures accidentelles

GOUVERNEMENT

FRANCE FILIÈRE PÊCHE

La Rochelle Université

cnrs

UBO Université de Bretagne Occidentale

Ifremer

COMITÉ NATIONAL DES PÊCHES CNPMEM

Rapport sur le développement d'un simulateur interactif du socio-écosystème appliqué à la problématique des captures accidentelles

Durée du projet : 3 ans
Date de lancement : 01/03/2022
Date de fin : 30/06/2025
Coordinateurs de projet : Clara Ulrich, Pierre Petitgas, Jérôme Spitz, Marion Pillet.
Site web : https://delmoges.recherche.univ-lr.fr

Livrable

WP concerné : WP4
Responsables du WP : Sophie Gourguet (Ifremer), Sigrid Lehuta (Ifremer) et Vincent Ridoux (ULR)

Livrable L.4.1.3
Date de production : 30 Septembre 2024

Titre : Rapport sur le développement d'un simulateur interactif du socio-écosystème appliqué à la problématique des captures accidentelles.

Auteurs : Nicolas Becu (CNRS), Marine Regien (La Rochelle Université).

Résumé

Depuis les années 1990, la France connaît régulièrement des épisodes de mortalités importantes de dauphins, qui entraînent des pics d'échouages sur le littoral Atlantique en hiver. Depuis 2016, les échouages de petits cétacés dans le golfe de Gascogne présentant des traces de capture, atteignent des niveaux inédits. Si les données scientifiques actuelles permettent d'évaluer globalement le risque induit par ces captures accidentelles pour la conservation de la population de dauphins communs, elles sont toutefois trop lacunaires pour comprendre les déterminants écosystémiques et halieutiques à l'origine de ces captures. En concertation avec l'Office français de la biodiversité, les professionnels de la pêche et l'Etat, La Rochelle Université-CNRS et l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) ont construit le projet Delmoges (Delphinus Mouvements Gestion). Il vise, dans un premier temps, à combler ces lacunes en allant chercher des nouvelles données sur les habitats des dauphins, sur leurs interactions trophiques dans l'écosystème et leurs interactions techniques avec les engins de pêche. Ensuite, le projet propose d'intégrer les connaissances sur l'ensemble du socio-écosystème pour envisager une diversité de scénarios de diminution des captures accidentelles incluant des solutions technologiques et, enfin, d'en évaluer les conséquences biologiques et socio-économiques.

Suite à une évolution du contexte politique et médiatique autour du projet Delmoges, les contours et objectifs de l'action 4.1.3 ont été redéfinis par le COPIL du projet. Les nouveaux objectifs de l'action dont ce rapport rend compte sont de développer un premier prototype du simulateur interactif et de développer les fonctionnalités logicielles pour permettre l'interactivité de la simulation. Ce rapport rend compte du développement des modules informatiques et des systèmes d'interfaces permettant de modéliser les interactions entre la représentation spatiale d'un espace simulé et des actions de jeu, afin d'apporter de l'interactivité dans la simulation. L'ensemble a été développé dans la plateforme générique Simulation Game Editor (SGE). Les modules développés incluent une classe Time Manager permettant de paramétrer et de gérer des Game Phase et des Model Phase, ainsi qu'un système de classes permettant de spécifier et de modéliser des Game Actions (Move, Update, Create, Delete) avec leurs conditions et leurs feedbacks. Les interfaces incluent des systèmes de Dashboard (barres de scores), de Control Panel (panneau de contrôle des joueurs) et de End Game Conditions pour gérer la fin de partie. Ces nouveaux modules et systèmes d'interfaces sont utilisés pour développer une version alpha du simulateur interactif, qui comprend une modélisation de l'espace marin caractérisé par des ressources halieutiques et des zones de fréquentation par les mammifères marins, une modélisation

de l'activité de pêche qui comprend des navires, un effort et des zones de pêche dépendant de Game Actions ayant un feedback sur les captures accidentelles, ainsi qu'une modélisation des mesures d'incitation économique reposant sur des Game Actions ayant un feedback sur les revenus simulés des navires en fonction des zones et des efforts choisis.

Dissémination

Type de livrable : rapport
Public : Oui
Lieux de stockage : site web Delmoges

Consortium scientifique

La Rochelle Université
23 avenue Albert Einstein
BP 33060
17031 La Rochelle

https://www.univ-larochelle.fr/

Centre national de la recherche scientifique (CNRS)
3, rue Michel-Ange
75794 Paris cedex 16

https://www.cnrs.fr/fr

Institut Français pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
1625 route de Sainte-Anne - CS 10070
29280 Plouzané

wwz.ifremer.fr/

Université de Bretagne Occidentale (UBO)
3 rue des Archives
CS93837
29238 Brest cedex 3

https://nouveau.univ-brest.fr/

Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CNPMEM)
134 avenue de Malakoff
75116 Paris

https://www.comite-peches.fr/

Table des matières

1 Contexte 6
1.1 Contexte environnemental et scientifique 6
1.2 Rôle du livrable 6
2 Prototype alpha développé 7
3 Fonctionnalités 10
4 Conclusion et perspectives 12

1 Contexte

1.1 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET SCIENTIFIQUE

L'action 4.1.3 visait à développer un simulateur interactif, appliqué à la problématique des captures accidentelles, sur la base de la représentation intégrée du socio-écosystème élaborée par l'action 4.1.2, et à déployer ce simulateur interactif auprès des acteurs concernés dans le cadre de six ateliers participatifs. Toutefois, en raison du contexte politique et médiatique, la partie de co-construction de la représentation intégrée avec les acteurs professionnels a été fortement réduite, et la représentation du socio-écosystème élaborée par l'action 4.1.2 est *in fine* une représentation partielle. En outre, l'implication d'acteurs professionnels dans des ateliers participatifs prévus dans le WP 4.1 n'est plus jugée prioritaire et ne sera pas réalisée. Cela remet en cause les conditions de la participation nécessaires à la réalisation des objectifs participatifs du WP. Au regard de cette évolution du contexte et des priorités, le COPIL du projet Delmoges a décidé de revoir à la baisse les objectifs et le budget de l'action 4.1.3.
L'objectif de développer un simulateur interactif intégré a été modifié pour se focaliser sur : 1) le développement d'un prototype alpha de ce simulateur interactif, qui ne peut être qu'une représentation partielle de la problématique, et 2) le développement des modules et interfaces informatiques nécessaires pour assurer les fonctionnalités d'interactivité du simulateur. L'objectif de déployer le simulateur interactif a, quant à lui, été abandonné.

1.2 ROLE DU LIVRABLE

Le présent rapport présente le prototype alpha du simulateur interactif, ainsi que les modules et interfaces informatiques développés pour favoriser son interactivité.

2 Prototype alpha développé

Le prototype alpha du simulateur interactif a été développé sur la plateforme SGE - https://github.com/nbecu/SGE. Simulation Game Editor (SGE) est une solution basée sur Python et alimentée par PyQt5. Elle a pour but d'aider les modélisateurs de jeux à créer un jeu de simulation basé sur une grille, en suivant une approche basée sur les agents, sans avoir à redévelopper les fonctionnalités de base d'interface et de calcul. Modéliser un jeu dans SGE consiste essentiellement à définir les différents éléments structurels du jeu et à paramétrer des variables.
Un prototype « alpha » correspond à la première version d'un produit, servant à tester une seule fonction ou caractéristique du produit. Dans le cas de ce projet, le prototype alpha vise à tester le système asymétrique du jeu, l'interactivité du gameplay et les actions de jeu implémentées.
La version SGE du jeu Delmoges se présente comme un jeu pour deux équipes de joueurs, sur un plateau de 10 x 10 cases représentant le golfe de Gascogne (Figure 1). La représentation spatiale est ultra simplifiée dans ce prototype alpha et n'est pas un point sur lequel se sont concentrés les efforts de ce prototype.

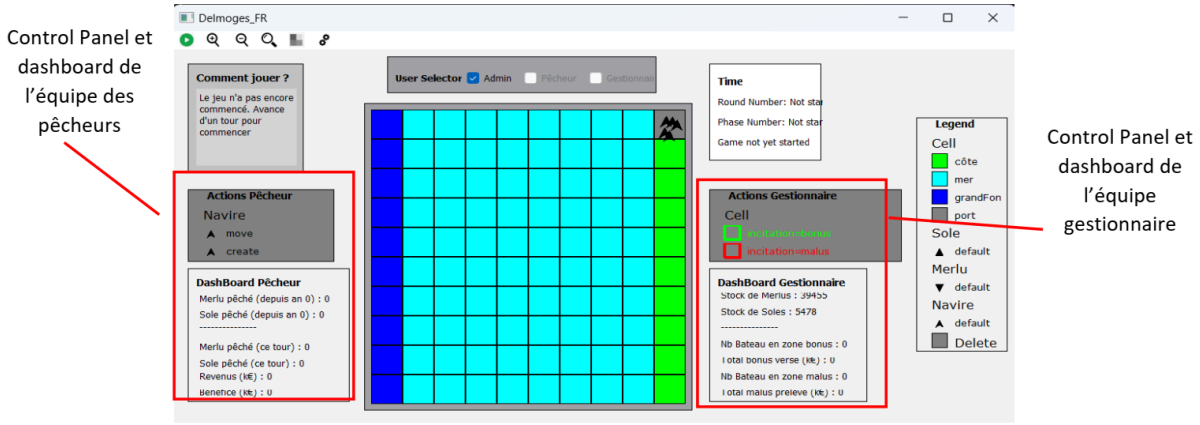

Figure 1 : Aperçu de l'interface du simulateur au démarrage (phase 0)

La première équipe de joueurs représente les pêcheurs (appelée ci-dessous « l'équipe des pêcheurs ») qui contrôlent des bateaux de pêche dans la zone. La seconde équipe de joueurs représente un gestionnaire (appelée ci-dessous « l'équipe gestionnaire ») ayant la capacité de mettre en place des mesures de suivi et de gestion (régulation, conservation, incitation) de l'activité de pêche et des populations de cétacés. Dans le cas de ce prototype, seules les mesures dites d'« incitation », qui octroient des bonus ou des malus financiers aux pêcheurs en fonction des zones de pêche, ont été implémentées.

La configuration du jeu est asymétrique, c'est-à-dire que les deux équipes de joueurs non seulement n'ont pas les mêmes capacités d'actions, mais n'ont également pas accès aux mêmes informations (informations sur le plateau de jeu, comme sur les indicateurs de suivi). Pour cela, l'interface est divisée en deux : chaque joueur possède un game space de contrôle appelé « control panel » où il a la liste des actions disponibles lors d'un tour de jeu, ainsi qu'un dashboard où les indicateurs du jeu sont listés (Figure 1). De plus, en fonction de ces actions,

la symbologie diffère : les différentes valeurs d'attributs associées à des couleurs peuvent différer entre les affichages grâce à un système de points de vue (Figure 2).

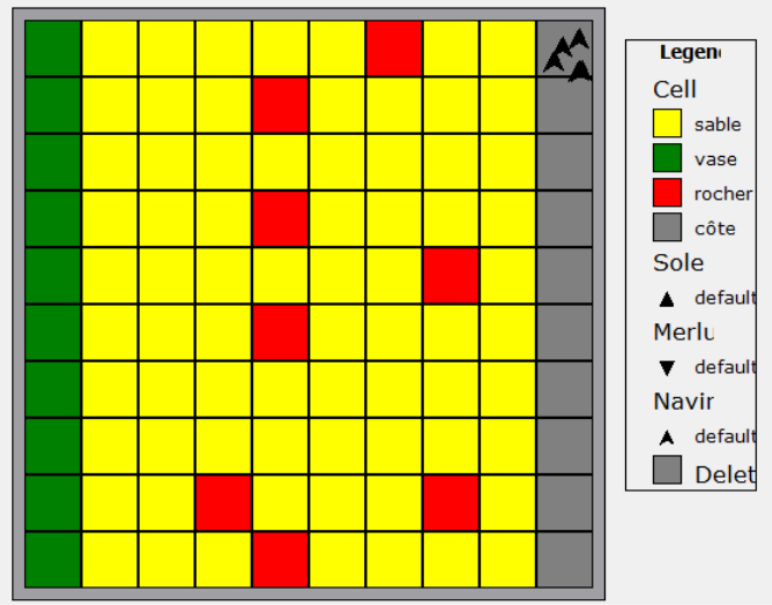

Figure 2 : Point de vue alternatif sur la grille spatiale

Il y a également une possibilité de faire une version MQTT (messagerie sur le principe du publish/subscribe) où plusieurs clients/ordinateurs peuvent avoir un modèle distinct pour jouer ensemble. Ainsi, deux interfaces complètement différentes peuvent fonctionner ensemble.

Le jeu se décompose en quatre phases principales, composant un tour. La première est la phase de jeu. Durant cette phase, l'équipe des pêcheurs peut déterminer les zones de pêche où les bateaux vont pêcher. Elle peut également ajouter des bateaux en plus du nombre initial de bateaux prévu.

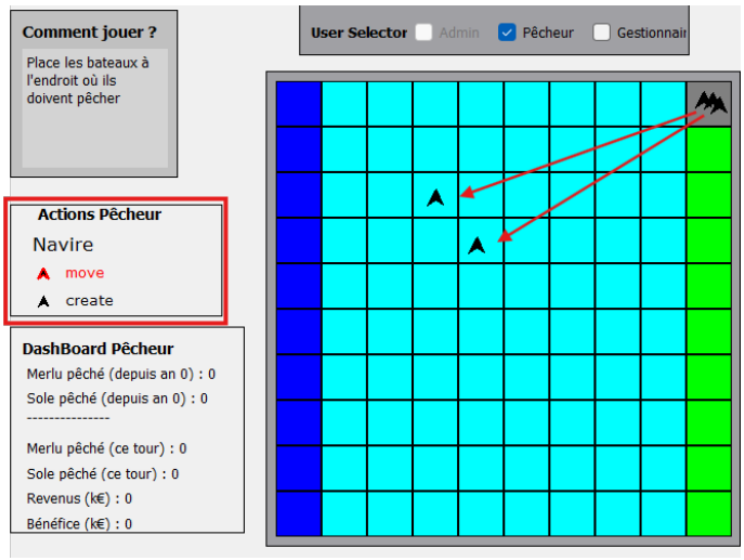

Figure 3 : Choix des zones de pêche

Il est possible d'ajouter la possibilité pour l'équipe de pêcheurs de choisir l'engin de pêche ou d'autres modalités de pêche. De son côté, l'équipe gestionnaire peut identifier les zones bonus ou malus de son choix. Actuellement, il est nécessaire que les zones d'incitation soient définies avant que l'équipe des pêcheurs identifie les zones pêchées (le gestionnaire doit jouer avant les pêcheurs), mais cela pourra être changé par la suite.

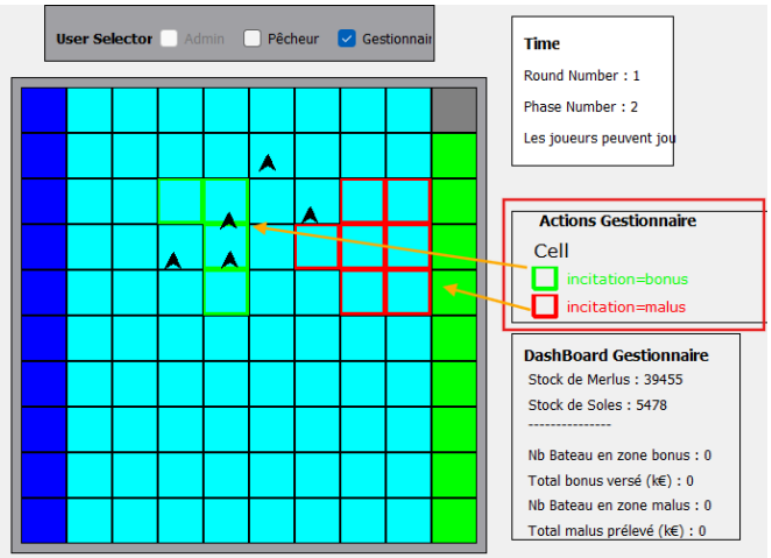

Figure 4 : Mise en place des mesures incitatives

De même, d'autres types de mesures pourront être ajoutés au niveau de l'équipe gestionnaire. Les deux phases suivantes sont des phases où le modèle calcule (a) les revenus et les bonus financiers de la pêche et (b) les statistiques des bateaux dans les différentes zones (Figure 5).

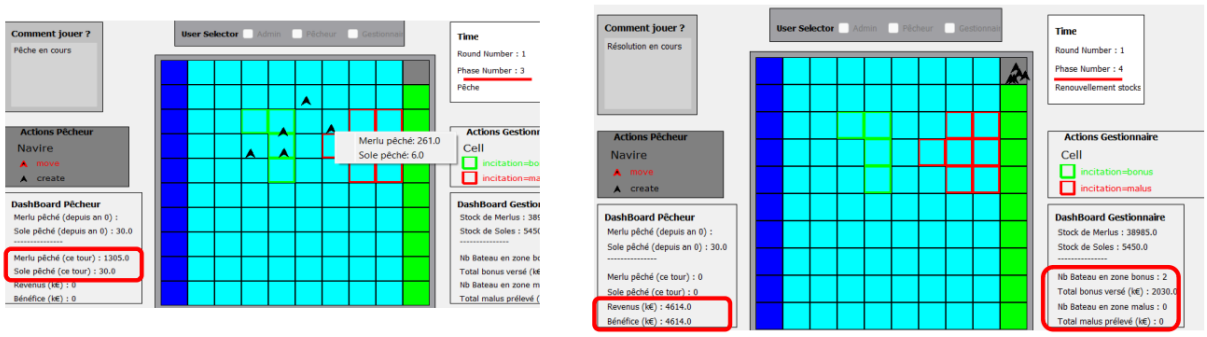

Figure 5 : Phases 3 et 4 de calcul

En même temps, un modèle issu de l'équation proie-prédateur de Lotka-Volterra calcule l'évolution des populations des espèces halieutiques en fonction des actions des joueurs. La dernière phase est une phase automatique qui réinitialise le modèle avant le début du nouveau tour.

Le jeu s'articule autour de deux indicateurs principaux : l'économie de l'entreprise de pêche et l'effectif des populations halieutiques. Le but de cette version du jeu Delmoges est de maintenir une population des espèces halieutiques tout en permettant un essor financier du pêcheur.

Le jeu possède une barre de menu (Figure 6). De gauche à droite :
- Le bouton « Tour suivant »
- Augmenter, diminuer et zoom adapté
- Symbologies
- Paramètres, dont afficher les coordonnées du pointeur en temps réel.

Figure 6 : Barre de menu du simulateur

3 Fonctionnalités

La structure temporelle de SGE s'articule autour de deux types distincts de phases : les game phases et les model phases. Dans le jeu Delmoges, ces deux types permettent de distinguer efficacement les moments de jeu et les moments où le modèle calcule/se met à jour suite aux actions. On peut ainsi dédoubler la temporalité de la résolution pour permettre aux joueurs d'obtenir les informations du jeu à un rythme plus ou moins rapide, ce qui facilite la compréhension et l'animation du jeu. Une game phase va autoriser de base tous les joueurs déclarés du modèle à jouer. Il est possible de spécifier quels joueurs peuvent jouer ; les autres ne pourront alors plus jouer.

```
GamePhase=myModel.timeManager.newGamePhase("Les joueurs peuvent jouer",[Player1,Player2])
GamePhase.setTextBoxText(theTextBox,"Place les bateaux à l'endroit où ils doivent pêcher")

ModelActionPêche=myModel.newModelAction_onCells(lambda cell: pêche(cell))
ModelActionFeedback=myModel.newModelAction(lambda: feedbackPêche())
ModelActionRésolution=myModel.newModelAction(lambda : renouvellementStock_port())
```

Figure 7 : Code paramétrant la game Phase du prototype Delmoges

Une model phase, au contraire, n'autorise aucun joueur à jouer, mais possède plusieurs paramètres, courants dans SGE : une ou plusieurs actions, une ou plusieurs conditions et un ou plusieurs feedbacks. Tous ces paramètres vont s'exécuter, vérifier ou modifier les attributs des différentes entités ou des scores. Dans le simulateur interactif Delmoges, trois actions ont donc été développées pour les trois model phases : une action de pêche, qui va aller chercher la répartition des espèces halieutiques sur la cellule concernée, en fonction des capacités du bateau ; une action de résolution, où le gestionnaire obtient le nombre de bateaux présents

dans les zones d'incitation et les résultats financiers accordés. La dernière action sert à initialiser le jeu avant le début d'une nouvelle phase de jeu.

```
ModelActionPêche=myModel.newModelAction_onCells(lambda cell: pêche(cell))
ModelActionFeedback=myModel.newModelAction(lambda: feedbackPêche())
ModelActionRésolution=myModel.newModelAction(lambda : renouvellementStock_port())

PhasePêche=myModel.timeManager.newModelPhase([ModelActionPêche,ModelActionFeedback], name="Pêche")
PhasePêche.setTextBoxText(theTextBox,"Pêche en cours")
PhaseRésolution=myModel.timeManager.newModelPhase(ModelActionRésolution, name="Renouvellement stocks")
PhaseRésolution.setTextBoxText(theTextBox,"Résolution en cours")
```

Figure 8 : Code paramétrant des model Action du prototype Delmoges

Ces résultats sont d'ailleurs disponibles sous la forme d'indicateurs regroupés dans un game space nommé dashboard, disponible et personnalisable pour chaque joueur du jeu. Ils ne sont qu'un exemple des nombreuses possibilités d'indicateurs. La première catégorie d'indicateur se base directement sur les entités : on peut y faire de nombreux calculs différents sur leurs valeurs d'attributs, comme la moyenne, le minimum, le maximum ou encore le dénombrement du nombre d'entités avec une valeur définie d'attribut. Le dénombrement peut également être effectué après un test logique par rapport à une valeur de seuil. Dans le jeu Delmoges, l'équipe des gestionnaires possède un indicateur de dénombrement pour savoir combien de bateaux sont présents dans les zones d'incitation. On peut également définir des variables de simulation pour pouvoir créer des scores ou des compteurs indépendants des attributs des entités. Les indicateurs financiers du jeu Delmoges sont codés par des variables de simulation. Par défaut, tout changement de valeur influant les indicateurs met à jour instantanément l'affichage (par une game action ou une model action). Il est possible de personnaliser à quel moment les indicateurs doivent être mis à jour : pendant une certaine phase, à un numéro de round particulier ou même avec une condition par rapport au numéro de phase/round.

Les actions du jeu sont appelées game actions dans SGE. Il en existe quatre : create, delete, move et update. Leur fonctionnement est similaire aux model actions : si les actions sont prédéfinies par l'action utilisée, il est possible de configurer une ou plusieurs conditions et un ou plusieurs feedbacks. Dans le jeu Delmoges, l'équipe des gestionnaires a une update action pour modifier la valeur d'incitation des cellules du plateau, sous condition qu'il ne puisse y avoir que 30 cellules avec une valeur d'incitation en même temps. Le pêcheur, quant à lui, lorsqu'il déplace ses bateaux avec une move action, a pour feedback de donner au bateau l'information du niveau d'incitation de la dernière cellule où il a été posé, pour le calcul de l'indicateur de dénombrement associé. L'équipe des pêcheurs peut, grâce à une update action, changer l'engin de pêche ou son équipement (changement de filet, par exemple). Cette action permet d'exprimer la diversité des flottes de pêche du jeu Delmoges.

```
Player1 = myModel.newPlayer("Pêcheur",attributesAndValues=None)
Move1=myModel.newMoveAction(Navire, 'infinite')
Move1.addFeedback(lambda navire: navire                    alue",navire.cell.value("incitation")))
Player1.addGameAction(Move1)
Create1=myModel.newCreateAction(Navire,aNumber=10)
Create1.addCondition(lambda TargetCell: TargetCell.value("type")=="port")
Player1.addGameAction(Create1)
Player1ControlPanel = Player1.newControlPanel("Actions Pêcheur")

Player2= myModel.newPlayer("Gestionnaire",attributesAndValues=None)
Update1=myModel.newUpdateAction("Cell",{"incitation":"bonus"},listOfRestriction=[lambda: (Cells.nb_withValue("incitation","bonus")+Cells.nb_withValue("incitation","malus"))<30])
Update2=myModel.newUpdateAction("Cell",{"incitation":"malus"},listOfRestriction=[lambda: (Cells.nb_withValue("incitation","bonus")+Cells.nb_withValue("incitation","malus"))<30])
Player2.addGameAction(Update1)
Player2.addGameAction(Update2)
Player2ControlPanel = Player2.newControlPanel("Actions Gestionnaire")
```

(parameter) aNumber: str

Figure 9 : Code définissant les game Actions du prototype Delmoges

Dans le cadre du jeu Delmoges, un soin particulier est apporté à l'optimisation du déplacement des agents afin de garantir le bon déroulement des actions move, très utilisées dans le jeu. Pour utiliser ces actions, SGE propose un espace de jeu dédié par joueur : le control panel. Cet élément de jeu regroupe la liste des game actions déclarées pour le joueur concerné et pour les entités concernées. SGE propose également une alternative pour les update-actions sur les agents : un menu contextuel peut être configuré pour permettre le changement de valeur d'un attribut d'un simple clic. Ce menu a été conçu dans l'optique de pouvoir utiliser l'update action sur l'équipement pour les bateaux de pêche.

Comme vu précédemment, les entités dans SGE possèdent une pluralité d'attributs, regroupés dans un dictionnaire. Lors de la définition d'une entité, ce dictionnaire stocke les attributs et valeurs renseignées et sera utilisé pour les différentes instances de ces entités. Dans le modèle, chaque espèce halieutique est définie par un taux de présence en fonction du milieu, un taux de renouvellement et un taux de capture. De même, chaque cellule du plateau de jeu porte l'information de sa sédimentologie et de sa profondeur. Ces valeurs d'attributs sont le plus souvent associées à des couleurs pour l'affichage du jeu. Dans SGE, il est possible d'afficher les différents attributs séparément : ce sont les Points de Vue (POV). Pour modifier quel POV est affiché, il suffit d'utiliser le menu « Symbology » en haut à gauche du jeu. Dans le jeu Delmoges, on peut ainsi afficher le niveau d'incitation d'une cellule, puis sa sédimentologie ou encore son type en fonction de la profondeur d'eau.

Tous ces changements sont pris en charge par le protocole MQTT (messagerie sur le principe du publish/subscribe). L'utilisation de MQTT permet de jouer à plusieurs clients (ordinateurs) tous reliés au même modèle de jeu. Ainsi, les changements sont visibles sur tous les appareils connectés. La mise à jour des plateaux et des entités peut être instantanée ou à chaque tour. Proposer un jeu sur différents écrans permet ainsi la création d'une asymétrie de l'information entre les joueurs, ce qui peut enrichir l'expérience de jeu

4 Conclusion et perspectives

Le prototype alpha du simulateur interactif Delmoges propose un jeu fonctionnel du point de vue de la temporalité et des actions : les différentes fonctionnalités nécessaires au simulateur

ont été implémentées dans SGE. Si la complexité des interactions du socio-écosystème représentées dans cette version n'est pas très développée, son implémentation est possible dans la version actuelle : ajout d'autres espèces halieutiques, d'espèces de cétacés, d'équipements pour les bateaux de pêche, de mesures d'incitation, etc. Dans la version actuelle, il existe deux formules de calcul pour les espèces halieutiques : la formule d'évolution de l'effectif de la population halieutique (basée sur LotkaVolterra) et la formule des quantités pêchées. Les tests de simulation de l'évolution des populations halieutiques donnent des résultats satisfaisants du point de vue de la jouabilité. Toutefois, les formules pourraient être modifiées facilement dans le code du simulateur pour répondre aux attentes des différents utilisateurs du simulateur, et/ou pour explorer d'autres tendances ou conséquences du socio-écosystème.

L'ensemble du code du prototype alpha du simulateur interactif, ainsi que des modules d'interface et de fonctionnalités de SGE développés pour le projet, est téléchargeable sur le repository GitHub dédié : https://github.com/nbecu/SGE/tree/Delmoges-FR