

**Marché 2025078SCIREPI**  
**Cahier des charges techniques (CCTP)**

**Elaboration d'un serious game pour une séance  
de travaux pratiques en pharmacologie**  
**« Neurogaming 2.0 »**



**Lauréat de l'appel à Projet IdEx Innovation Pédagogique 2023**

Université Paris Cité

Unité pédagogique de Pharmacologie  
Faculté de Pharmacie de Paris  
4, Avenue de l'Observatoire  
75006 – Paris

## A. Description du projet pédagogique

### 1. Introduction

Le projet d'élaboration du serious game « Neurogaming 2.0 » est lauréat de l'appel à projet IdEx Innovation Pédagogique 2023, porté par l'Université Paris Cité, visant à « *permettre l'hybridation massive des formations à effectifs étudiants élevés, l'accompagnement et la mise en œuvre de projets pédagogiques innovants et/ou transformants, favorisant l'évolution des pratiques et visant l'accroissement de la réussite globale* ».

Le présent cahier des charges vise à définir les objectifs, les caractéristiques et les exigences concernant le développement d'un serious game éducatif en pharmacologie à destination des étudiants en filières de santé et en sciences. Ce jeu vidéo éducatif servira de substitut aux séances de travaux pratiques traditionnelles impliquant l'utilisation de l'animal (souris). Il offrira une expérience d'apprentissage interactive et éthique tout en enseignant les compétences de base de la pharmacologie.

### 2. Contexte pédagogique

La pharmacologie, enseignée dans les études de santé et de sciences, vise à étudier le mécanisme d'action et l'effet des molécules, médicaments ou non. Elle s'enseigne classiquement par des cours magistraux, des enseignements dirigés et/ou des travaux pratiques (TP). Les TP permettent aux étudiants d'observer, analyser et interpréter des résultats, tout en ancrant la théorie dans la pratique. Les TP peuvent nécessiter l'utilisation d'animaux pour explorer et comprendre les effets des molécules, notamment ceux des psychotropes. Les considérations éthiques liées à l'utilisation de l'animal dans le cadre de formations universitaires, l'engagement de l'Université Paris Cité vers une recherche, mais aussi un enseignement éthique et responsable, et les coûts qui en découlent, constituent des éléments d'engagement vers une adaptation des TP. En 2018, notre unité pédagogique a fait un premier pas vers la virtualisation de TP utilisant l'animal avec *Neurogaming*, un projet développé grâce à l'obtention d'un financement de l'Université Paris Descartes. Ceci nous avait permis de supprimer les TP utilisant des souris, par le biais de prise de vidéos/photos des tests comportementaux durant les séances de TP des étudiants de Pharmacie en 2020.

Aujourd'hui, le projet *Neurogaming 2.0* a pour objectif de faire un second pas en avant vers une hybridation et une simulation à 100% de ces TP, par la création d'un serious game. Il offrira une expérience d'apprentissage interactive, éthique et unique tout en enseignant les compétences en pharmacologie, aux étudiants en filières de santé et en sciences.

### 3. Objectifs

Ce serious game doit atteindre les objectifs suivants :

- Fournir une alternative éthique à l'expérimentation animale pour enseigner les concepts de pharmacologie.

- Offrir une expérience de type « Narration interactive » pour favoriser l'engagement actif des étudiants dans le processus d'apprentissage.
- Donner aux étudiants les notions de bases d'éthiques d'expérimentation animale
- Permettre aux étudiants de faire le lien entre le mécanisme d'action et les effets des médicaments, et plus particulièrement ceux des psychotropes.
- Suivre les progrès des étudiants et adapter le contenu de l'information dispensée en fonction.

#### **4. Public Cible**

- Niveaux d'éducation : universitaire.
- Formation cibles :
  - Pharmacie DFASP1 (4<sup>ème</sup> année).
  - Licence professionnelle (L3PRO Pharmaceutiques, Cosmétologiques et de Santé, Parcours biotechnologies).
  - Master (M1 Pharmacologie & Pharmacochimie ; M2 Pharmacologie Intégrée Préclinique et Clinique ; M2 Chimie Médicinale et Pharmacologie Moléculaire ; M2 Neurosciences).
  - Formation continue seul ou au sein d'un diplôme universitaire.
  - Formations de l'école doctorale.
  - Graduate school (doctorants et master).

#### **5. Equipe de développement**

L'unité pédagogique de la Faculté de Pharmacie de Paris (Université Paris Cité) est à l'origine du projet. Cette équipe est composée d'un Professeur des Universités et 6 Maîtres de Conférences des Universités.

## **B. Description du Serious Game**

### **1. Mécanismes de Jeu**

- Jeu de type « narration interactive » avec scénarios multiples (plusieurs possibilités de psychotropes à identifier, mais un seul psychotrope par partie), non adaptatifs (scénarios décidés au lancement du jeu).
- L'étudiant jouera seul, sans avatar, de manière asynchrone. Le temps passé par le joueur sera chronométré et une durée maximale pourra être fixée lors de la configuration du jeu.
- Des quiz et des défis de contrôle des connaissances interrogeant les connaissances pharmacologiques et une approche par compétences seront intégrés à différentes étapes.
- Les données de réussite et de progression des joueurs seront collectées pour délivrer une évaluation à la fin du jeu.

### **2. Modulation du jeu par l'enseignant et le joueur**

- En fonction des étudiants auxquels le jeu est proposé, l'enseignant doit pouvoir modifier les paramètres suivants :
  - a) Attribuer aléatoirement un scénario au lancement du jeu ou laisser le choix du psychotrope à l'étudiant (s'il a déjà effectué le jeu une fois).
  - b) Activation et définition d'un temps limite.
- L'équipe pédagogique doit pouvoir accéder à la base de données des QCM posés dans le jeu et pouvoir modifier leurs énoncés et propositions de réponse si besoin, et leur ordre.

### **3. Plateforme et Disponibilité**

- Accessibilité uniquement en ligne via la plateforme Moodle de l'Université Paris Cité.
- Accessibilité sur tablette ou ordinateur (MacOS et Windows). Pas d'utilisation sur smartphone.
- Avoir une version sans « QCM intercurrents » (cf. définition ci-après) (si nécessité d'une session de jeu plus courte et sans évaluation) : 2 versions différentes du jeu, ou paramètre à désactiver par l'enseignant lors du lancement.
- Possibilité de lancer le jeu en anglais (les textes seront traduits par l'équipe pédagogique).

### **4. Eléments visuels**

- Style artistique : dessins ou animations en 2D pour le laboratoire de recherche et les personnages, avec des éléments éducatifs visuellement attrayants. Ces visuels seront fournis par la société de développement, sur la base des éléments visuels que la société possède déjà. Pas de création de contenu visuel spécifique demandé.

- Besoins en médias : les vidéos d'expérimentation, les images de médicaments, les images de matériels de laboratoire et toute autre illustration réaliste nécessitant une photo ou vidéo, ainsi que les graphiques de résultats des tests seront fournis par l'équipe pédagogique en charge du projet.

## 5. Scénario

### *Contexte :*

Le jeu se déroule dans un laboratoire de recherche en pharmacologie. Le scénario précis est encore à définir. Le joueur incarne un nouveau chercheur du laboratoire, à qui l'on va demander d'évaluer les effets du médicament sur des souris, pour en comprendre les propriétés pharmacologiques. En fonction des résultats observés sur les animaux, le joueur devra identifier de quel médicament connu cette molécule est un analogue.

### *Exemple de scénarios possibles :*

Le scénario définitif est à définir et à discuter. Voici deux propositions, à titre d'exemple.

- Scénario « La Catastrophe Post-Apocalyptique »

Dans un monde post-apocalyptique où la technologie moderne a été en grande partie détruite, un groupe de survivants découvre un lot de plusieurs milliers de boîtes de médicaments. Cependant, les étiquettes des médicaments sont effacées et les équipements modernes pour identifier la molécule sont hors d'usage. En revanche, un ancien laboratoire de pharmacologie est encore accessible, dans lequel on peut pratiquer des expériences sur les animaux. L'observation des réactions des animaux est la seule méthode disponible pour comprendre les effets de ces psychotropes et identifier les médicaments dans ces boîtes, pour pouvoir être utilisés ensuite dans ce monde où les médicaments ont quasiment disparu.

- Scénario « La Découverte Archéologique »

Lors de fouilles archéologiques dans une ancienne cité perdue, une équipe de chercheurs découvre des récipients scellés contenant des résidus d'une substance inconnue. Les inscriptions sur les murs et les textes retrouvés sur place suggèrent qu'il s'agit d'un psychotrope aux vertus thérapeutiques utilisé dans des rituels anciens. Les joueurs, en tant que chercheurs en pharmacologie, sont chargés d'identifier la molécule et d'explorer ses effets potentiels. Ils doivent déterminer si cette substance pourrait avoir des applications thérapeutiques modernes ou s'il s'agit d'un composé potentiellement dangereux.

### *Première partie : Introduction (2 minutes) :*

Le joueur est accueilli par le responsable du laboratoire qui fait un briefing de 1'30 à 2' dans une salle de réunion, au joueur et au reste de l'équipe, pour présenter le contexte. Le responsable présente également rapidement l'équipe et le laboratoire et dit au joueur de le visiter avant de revenir vers lui pour expliquer le déroulement de la mission.

## *Deuxième partie : découverte du laboratoire (22 minutes : 11x2 minutes) :*

Dans le laboratoire, le joueur peut interagir en cliquant sur différentes zones ou portes, ce qui ouvrira une nouvelle pièce ou un nouveau visuel :

- 8 zones/portes correspondant à chacun des 8 tests/expérimentations. Ces tests permettront de visualiser les effets de la molécule sur les souris.
- Compagnon (robot ?) : une icône permet d'ouvrir une interface avec un compagnon, qui sera consultable à tout moment pour aider le joueur (*cf. section 6. Autres éléments du jeu*).
- Animalerie ± salle de télémétrie : (*cf. partie 5*) salle sans influence sur le scénario, uniquement pour consultation lors de la visite du laboratoire.

Le joueur doit cliquer sur chaque test et l'animalerie, dans l'ordre qu'il veut, pour accéder à la suite. Le clic permet d'ouvrir sur un nouveau visuel. Dans chaque nouveau visuel, se trouve un personnage non joueur (PNJ).

### Salles de test :

Un PNJ explique :

- a) le principe du test,
- b) l'effet qu'il permet d'observer,
- c) les propriétés pharmacologiques qui en sont à l'origine,
- d) quelles molécules peuvent donner cet effet.

Les explications sont sous forme de dialogue du PNJ, associé un film montrant une vraie expérimentation ou, à défaut, d'une ou plusieurs photos [*ces films et photos seront fournies par l'équipe pédagogique*].

Des questions sous forme de QCM peuvent être posées par le PNJ au fur et à mesure de l'explication, en rapport avec le test, les effets, les propriétés et les molécules présentées.

A la fin de l'explication de chaque test, un champ est créé dans le cahier de laboratoire du robot-compagnon, où le joueur pourra retrouver une description succincte du test et les informations données à ce moment-là.

### Animalerie :

- Un PNJ présente :
  - a) Les types de recherche sur l'animal (recherche fondamentale et tests de nouvelles molécules).
  - b) Les types d'expérimentations animales.
  - c) Les types d'animaux qu'on peut utiliser.
  - d) Les principes de base d'éthiques animales (comités d'éthiques, règle des 3 R, surveillance du bien-être, etc.).

- Explications sous forme de dialogue du PNJ, ± associé un film montrant une vraie expérimentation ou, à défaut, d'une ou plusieurs photos [ces *films et photos seront fournies par l'équipe pédagogique*]
- Il sera possible de cliquer sur certains éléments de cette salle pour ouvrir des bulles avec un texte explicatif ou une image associée à une légende (ex : cliquer sur une cage pour ouvrir un texte expliquant les règles d'hébergement des animaux dans les cages ; cliquer sur un appareil de mesure de la pression artérielle ouvre un texte expliquant la manière dont on réalise cette mesure chez l'animal)
- Des questions peuvent être posées sous forme de QCM à l'étudiant par le PNJ, en lien avec le bien-être animal

Une fois les 8 tests, la salle de télémétrie et l'animalerie visités et expliqués, le responsable du laboratoire vient chercher le joueur et l'emmène dans la salle de réunion pour élaborer le protocole de recherche.

### *Troisième partie : élaboration du protocole de recherche (10 minutes)*

#### Présentation au joueur du principe

Le joueur doit élaborer un plan d'expérimentation pour identifier le psychotrope. Le responsable du laboratoire explique la logique générale à avoir : réaliser un test permet d'éliminer (ou d'orienter vers) certaines classes de molécules en fonction du résultat. On va donc faire plusieurs tests pour pouvoir identifier la molécule. Le protocole se définit au fur et à mesure du dialogue avec le responsable, qui se fera sous forme de questions/réponses. Ce dialogue intégrera également des notions d'éthique animale et la règle des 3R et précisera la justification au recours à l'expérimentation animale en fonction du scénario qui sera retenu (pas d'accès aux techniques analytiques classiques par exemple). Exemple :

- Question du responsable : « Vaut-il mieux commencer par... »
  - a) Propositions de réponses :
    - ... un test général permettant d'identifier une propriété pharmacologique ?
    - ... un test spécifique permettant d'identifier une classe en particulier ?
  - b) Réponse du responsable : « Des tests généraux. Des tests très spécifiques nécessiteraient de multiplier les tests et donc le nombre de souris, avant de tomber par hasard sur le bon test. Cela ne serait pas éthique... Il vaut mieux commencer avec des tests moins spécifiques mais qui permettent d'éliminer un plus grand nombre de molécules potentielles ! »
- Question du responsable : « Combien de groupes de souris allons utiliser pour chaque expérience ? »
  - a) Propositions de réponses :
    - 1
    - 2
    - 5
    - 10

- b) Réponse du responsable : « 2 ! Un groupe de souris à qui l'on injecte la molécule X et un groupe de souris témoin à qui l'on injecte du NaCl pour comparer à l'absence d'effet (témoin négatif), ou à qui l'on injectera une molécule ayant l'effet recherché (témoin positif). »
- Question du responsable : « Combien de souris allons-nous utiliser par groupe ? »
  - a) Propositions de réponses :
    - 1
    - 10
    - 100
    - 1000
  - b) Réponse du responsable : « 10 ! On doit utiliser suffisamment de souris pour s'affranchir de la variabilité inter-individuelle et être sûr de visualiser un effet, mais pas trop pour des considérations éthiques. »

A la fin de ce dialogue, le responsable récapitule le principe du protocole et demande au joueur s'il a compris. Si le joueur dit avoir compris, on passe à l'élaboration de l'arbre décisionnel. Sinon, on recommence le dialogue.

#### Elaboration de l'arbre décisionnel

Le joueur se retrouve devant un mini jeu pour élaborer l'arbre décisionnel des tests qu'il faudra faire en fonction des résultats aux tests précédents, indiquant à la fin les molécules que cela permettra d'identifier. Un arbre décisionnel vierge, avec des cases vides, est proposé, avec une liste des 8 tests qu'il a explorés auparavant. Il doit alors faire glisser dans chaque case les tests, en étant guidé étape par étape par l'intermédiaire de boîte de dialogue. Ex : 1. « on commence par le test permettant de discriminer le plus de molécules ». Le joueur doit faire glisser dans la première case le test recherchant une sédation. 2. « on va rechercher un effet anxiolytique ». Le joueur doit faire glisser dans la case le test identifiant l'effet anxiolytique, etc.

A la fin, l'arbre décisionnel est écrit dans le cahier de laboratoire et définit le protocole de recherche. Le responsable demande alors au joueur d'aller réaliser les expérimentations en suivant ce protocole.

#### *Quatrième partie : réalisation des expérimentations (24 minutes (3 minutes x 8 tests))*

##### 1. Sélection de la première expérimentation

Le joueur se retrouve dans le laboratoire et doit cliquer sur le premier test de l'arbre décisionnel. S'il va sur le mauvais test, un PNJ apparaît et lui montre que ce n'est pas le bon test à réaliser, sous forme d'un dialogue.

##### 2. Déroulement de l'expérimentation

Une fois sur le bon test (même visuel du test que lors de la phase de découverte), un bouton lui propose de lancer l'acquisition. Ce bouton ouvre un mini jeu, un puzzle avec les différentes étapes de l'expérimentation, que le joueur doit remettre dans le bon sens.



Un type différent de mini-jeu peut être envisagé pour chaque test, afin de ne pas être trop répétitif. En fonction des tests, un film de quelques secondes peut être diffusé pour montrer l'expérimentation.

### 3. Analyse des résultats

Un graphique avec un nuage de point est alors présenté à l'étudiant, en lui expliquant que c'est le résultat de l'expérimentation. On demande d'interpréter le graphique au travers d'un ou plusieurs QCM (ex : le groupe témoin fait moins de sortie que le contrôle ; le groupe témoin fait plus de sortie que le contrôle ; ...). Le robot-compagnon ou un PNJ informe du résultat de la comparaison statistique (p value) et le joueur en tire les conclusions au travers d'un QCM. Le joueur peut alors barrer les molécules à éliminer dans son cahier de laboratoire.

### 4. Question de contrôle de connaissance (« QCM intercurrents »)

A la sortie du test, un PNJ apparaît pour poser des « QCM intercurrents » : questions de cours sous forme de QCM avec des questions pharmacologiques (mécanisme d'action, propriétés pharmacologiques) ou d'application clinique (indication, effets indésirables, interactions, etc.) en lien avec les propriétés évaluées par le test précédent ou les molécules/classes médicamenteuses abordées au cours de ce test. Il est possible d'aller dans la bibliothèque pour consulter la base de données avant de répondre à cette question. Ces QCM intercurrents peuvent être désactivés par l'enseignant lors du lancement du jeu.

### 5. Réalisation des expérimentations suivantes

Le joueur doit ensuite aller sur le test suivant selon l'arbre décisionnel. Comme précédemment, s'il ne choisit pas le bon test, un PNJ apparaît et lui montre que ce n'est pas le bon test à réaliser, sous forme d'un dialogue. La suite se passe comme au 2. et au 3. et 4. ainsi de suite jusqu'à ce que les 8 tests soient faits.

### *Cinquième partie : fin du jeu (2 minutes)*

Après avoir réalisé les 8 tests, le joueur retourne voir le responsable du laboratoire pour lui indiquer de quel médicament est analogue la molécule X. Un message lui indique alors si sa réponse est correcte ou non. Un dialogue avec le responsable est à prévoir pour conclure le jeu. Il fera un récapitulatif éducatif des concepts de pharmacologie acquis au cours de la séance et notamment les liens entre les mécanismes d'actions des psychotropes et les effets comportementaux. Il rappellera également que cette recherche est fictive qui, même si l'on a essayé de se rapprocher de la réalité, ne correspond pas à une vraie recherche de pharmacologie.

## 6. Autres éléments du jeu

### *Le (robot) compagnon*

Un compagnon, avec un visuel de robot ou autre à définir, sera présent en permanence sous forme d'icone sur lequel le joueur peut cliquer. Cela permettra d'accéder à différentes informations :

- Résumé de l'histoire avec les objectifs en cours (et les objectifs passés, cochés lorsqu'ils sont réalisés).
- Accès à une bibliothèque : salle permettant d'accéder à une base de données d'informations (notions de bases de pharmacodynamie des médicaments étudiés) que les étudiants pourront consulter pour les aider dans le jeu.
- Cahier de laboratoire, sous forme de carnet et typographie style manuscrite, où des informations sont inscrites au fur et à mesure de la progression. Il comprendra différentes sections :
  - Description des différents tests
  - Arbre décisionnel
  - Tableau récapitulatif
    - Liste des potentiels médicaments analogues à la molécule recherchée.
    - Propriétés pharmacologiques de ces molécules, qui se rempliront au fur des informations que récupèrera le joueur (notamment lors de la phase de découverte du laboratoire et des différents tests)
    - Le joueur pourra à barrer ces médicaments au fur et à mesure de la progression dans le jeu

A chaque nouvelle information inscrite dans le compagnon, une notification apparaîtra sur l'icône.

### *Les QCM*

- Trois types de QCM, qui peuvent être différenciés sur la conséquence en cas de mauvaise réponse :
  - a) Les QCM liés au scénario
    - Ils servent à interagir pendant les séquences de discussions avec les PNJ. Ils n'ont pas d'influence sur la note ou le scénario. Si la réponse n'est pas celle attendue, seule la réponse du PNJ qui suit va être modifiée (pas de modification du scénario, seulement de la première bulle de dialogue de réponse).
  - b) Les QCM d'interprétation des tests
    - Ces QCM servent à l'interprétation des résultats des tests
    - Ils comptent dans la note
    - Il est indiqué au joueur que la réponse est fausse. Le PNJ ou le compagnon peut alors donner un indice, et le joueur sélectionne alors une seconde réponse. Le joueur peut aller dans la bibliothèque ou dans la fenêtre de son robot-compagnon pour tenter de trouver la réponse et tester une seconde réponse. Si toujours faux, on indique la bonne réponse [*ce point est encore à clarifier*]
  - c) Les « QCM intercurrents »
    - Ils sont posés entre deux tests dans la partie « réalisation des expérimentations »
    - Ils sont tirés aléatoirement à partir d'une base de questions.
    - Le joueur peut aller s'aider de la base de données du compagnon pour répondre.

- Seuls les QCM aux b) et c) entrent dans l'évaluation finale de l'étudiant : 1 pt si réponse correcte donnée tout de suite ; 0 si réponse fausse et a eu besoin d'aide [*le système de notation est à valider*].

## 7. Evaluation et récompenses

Le score final du joueur sera composé de trois notes :

- Note sur la capacité à trouver la bonne molécule donnée à la fin.
- Note sur le nombre nécessaire de tentatives pour faire l'arbre décisionnel du protocole de recherche.
- Note intégrant les réponses aux différents QCM notés (cf. section « *les QCM* ») + réussite aux mini-jeux et puzzle [*notation à définir*].
- Une note décroissante pourra être attribuée en fonction du temps passé par l'étudiant pour terminer le jeu.

La possibilité de recourir à des récompenses virtuelles ou à des scores attribués en fonction de leurs performances est à définir, de même que l'accès du joueur à son rang de classement au sein de la promotion.

## 8. Diversification du contenu

Le jeu comportera plusieurs scénarios correspondants à différentes molécules à découvrir afin de minimiser la triche entre étudiants par échange des résultats et conclusions et de permettre à un étudiant de refaire plusieurs fois le jeu de manières différentes. L'enseignant pourra choisir d'attribuer un scénario spécifique ou que le scénario soit tiré aléatoirement lors du lancement du jeu. Dans ces différents scénarios, seule la molécule à découvrir va varier. Les 3 premières parties seront donc toujours identiques. Seule la partie 4 sera différente, et dans cette partie, uniquement les graphiques de résultats affichés et les réponses aux QCM seront différents.

Les résultats des expérimentations seront également générés de manière aléatoire, ou choisis parmi plusieurs jeux de données mis à disposition dans une base de données, afin de limiter le phénomène de triche.

## 9. Accès aux résultats et suivi des progrès

- Un rapport sera fourni au joueur avec le détail de son score et de ses notes.
- Suite à la réalisation du jeu par les étudiants, les enseignants doivent pouvoir extraire sur un document Excel les informations suivantes pour chacun, de manière automatisée :
  - Détail du temps passé sur les différentes étapes du jeu.
  - Détail sur le nombre de tentative par QCM.
  - Détail des notes obtenues à chaque QCM.