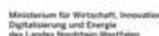
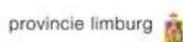


# FunForLab

Serious games pour apprendre (sur) la profession de Technologie de Laboratoire Médical (TLM)

Guide d'utilisateur du jeu



## Table of Contents

Introduction.....	4
Le projet FunForLab.....	4
Les objectifs FunForLab pour l’enseignement secondaire.....	4
Le contexte FunForLab.....	5
Les partenaires.....	6
Les supports.....	7
Le guide de l'utilisateur.....	7
L'outil pédagogique.....	8
L’histoire du jeu.....	8
Serious Game.....	8
Thèmes scientifiques.....	9
La méthode scientifique.....	9
Les sujets scientifiques.....	10
Instructions pour l'utilisation du jeu.....	10
Les séquences :.....	10
1. Prologue :.....	10
2. Tutoriel :.....	10
3. Introduction.....	10
4. Premier cas (Bernie Russo).....	10
5. Deuxième cas (Aureliano Foguinho).....	10
6. Troisième cas (Julia Balmont).....	10
Eléments informatifs:.....	11
Comment jouer en fonction de l'équipement :.....	12
1. Avec une souris.....	12
2. Avec un pavé tactile.....	13
FAQs.....	14
La séquence pédagogique.....	16
Activité scientifique.....	16
Compétences visées.....	16
Durée du cours.....	16
Prérequis.....	16
Activité d'éducation aux médias.....	16
Compétences visées.....	16
Durée du cours.....	16
Prérequis.....	16

Annexe.....	17
Annexe 1 – Réponses aux questionnaires.....	17
Annexe 2 – Analyse des réponses .....	20
Annexe 3 – Informations scientifiques.....	24
Analyse CBC : valeurs normales .....	24
CBC analyse (unités).....	25

## Introduction

### Le projet FunForLab

Grâce au développement et au partage de deux Serious Games, le projet Interreg FunForLab s'adressera à plusieurs publics cibles :

- Élèves de l'enseignement secondaire : Promouvoir les professions scientifiques, y compris les TLM, auprès des élèves de l'enseignement secondaire.
- Étudiants en TLM : Accroître les compétences spécifiques en matière d'analyses automatisées, obtenir une formation équivalente en EMR, accroître la mobilité transfrontalière et donc l'employabilité.
- Professionnels des TLM : Possibilité d'utiliser FUNFORLAB comme outil TICE pour la formation continue
- Demandeurs d'emploi via des formations scientifiques

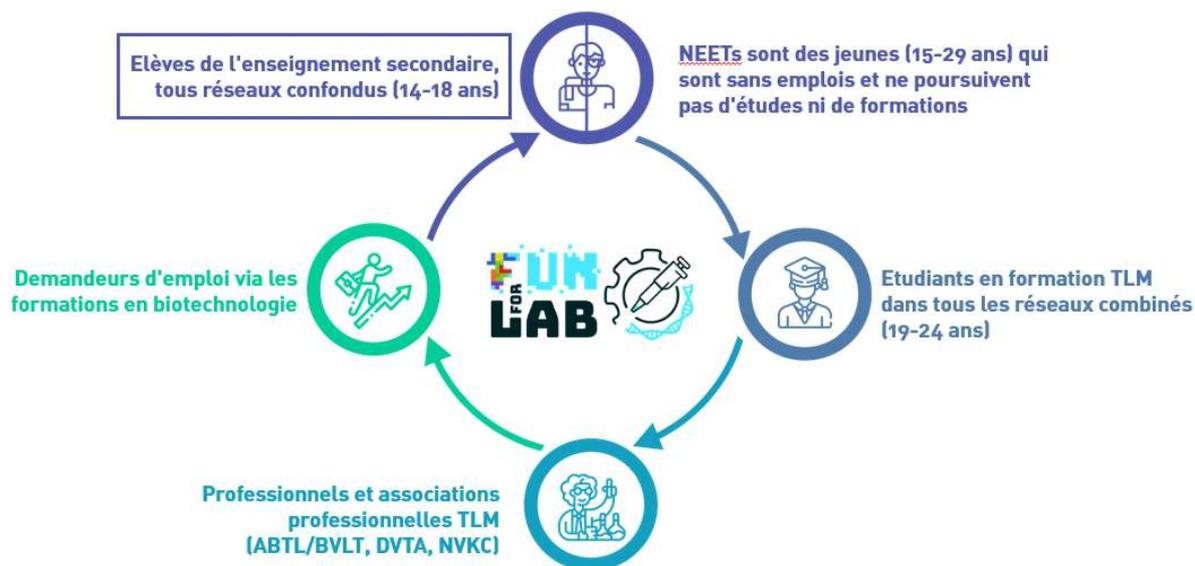


Figure 1. Les publics cibles de FunForLab

### Les objectifs FunForLab pour l'enseignement secondaire

Les élèves et les enseignants de l'enseignement secondaire constituent l'un des deux principaux groupes cibles du projet FunForLab. L'analyse SWOT réalisée au début du projet a mis en évidence le fait que le grand public ne connaît pas le métier de TLM. Cela explique en partie la situation actuelle du marché du travail. En effet, le métier de TLM est actuellement en pénurie dans les trois pays étudiés. Grâce à notre campagne d'information, nous souhaitons sensibiliser le public à ce métier. Cela contribuera à créer des vocations parmi les élèves.

Le contexte FunForLab

Le TLM est un professionnel de santé paramédical qui effectue des tests de laboratoire in vitro sur des échantillons humains (tels que le sang ou l'urine) et qui supervise l'analyse et garantit l'exactitude des données médicales. Le TLM contribue à l'établissement d'un diagnostic précis par les médecins.

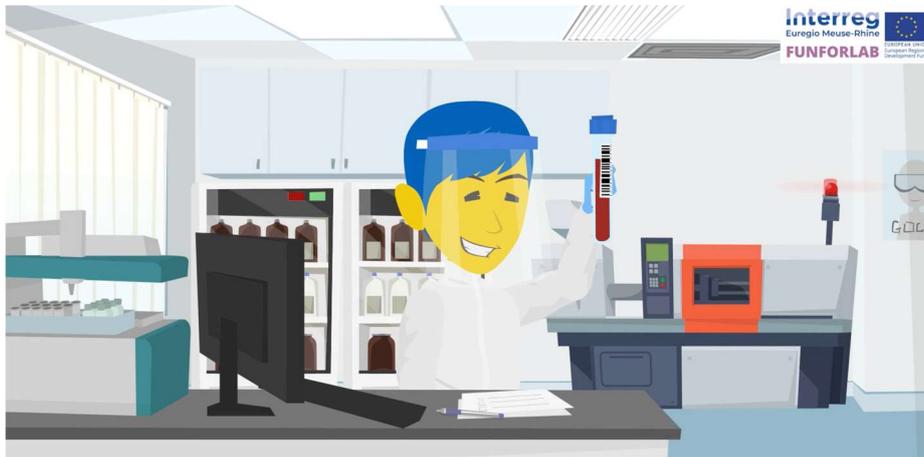


Figure 2. Technologie de laboratoire médical

Les membres de l'Euregio Meuse-Rhin sont les cinq régions suivantes : La Province de Liège, la Communauté germanophone et la province du Limbourg en Belgique, la partie sud de la province du Limbourg aux Pays-Bas et la province d'Aix-la-Chapelle en Allemagne.

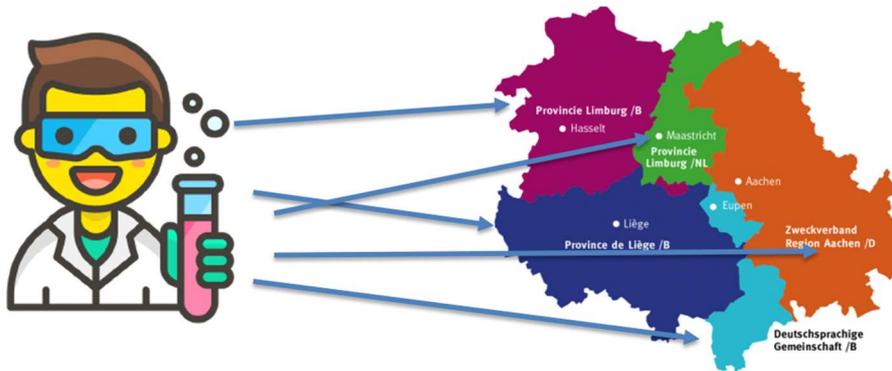


Figure 3 Mobilité transfrontalière des TLM dans l'EMR

## Les partenaires

Six partenaires ont uni leurs forces et partagé leurs connaissances:



Figure 4 Les partenaires de FunForLab dans l'EMR

Pour relever ces défis, le projet Funforlab a rassemblé un consortium comprenant :

- Le Centre de recherche CRIG (HELMo, Liège, BE), en tant que partenaire leader ;
- Avec le soutien des Hautes Ecoles TLM UCLL (Hasselt, BE), ZUYD (Heerlen, NL), UKAachen (Aachen, DE) en tant que partenaires financiers apportant des compétences pédagogiques et techniques dans le domaine des sciences et des sciences biomédicales ;
- Le Centre de formation CECOTEPE (HEPL, Liège, BE), et le Centre de recherche FoRS (Henallux, Namur, BE), en tant que partenaires financiers expérimentés dans le développement d'outils informatiques et de réalité virtuelle.

## Les supports

Le projet FunForLab est soutenu par :



Le projet FUNFORLAB est financé par les subventions européennes INTERREG EMR pour le CALL 6 dans le domaine de l'inclusion sociale.

Le projet est également cofinancé par la Région wallonne, la Fédération Wallonie Bruxelles et la Région germanophone, en Belgique ; la Province du Limbourg aux Pays-Bas et le ministère des affaires économiques, de l'innovation, de la numérisation et de l'énergie de l'État de Rhénanie-du-Nord-Westphalie en Allemagne.

## Le guide de l'utilisateur

Ce guide de l'utilisateur a pour but d'aider les professeurs de sciences de l'Euregio Meuse-Rhin des écoles secondaires à devenir des animateurs du jeu.

Il contient:

- Les objectifs du projet
- Les outils pédagogiques du jeu
- Les instructions pour l'utilisation du jeu
- La méthodologie pour l'utilisation en classe

L'objectif est de disposer d'un cadre pédagogique commun à toutes les régions de l'EMR pour sensibiliser les étudiants.

Le guide s'adresse aux enseignants et doit être utilisé en conjonction avec le manuel de formation créé pour les élèves.

## L'outil pédagogique

### L'histoire du jeu

Année 2051. Malgré les nombreuses mises en garde des experts scientifiques et les rapports alarmants du GIEC au cours des dernières décennies, pas assez d'efforts ont été fait pour lutter contre le dérèglement climatique. Les catastrophes naturelles, les guerres et les épidémies de virus se sont multipliées. La fonte des glaces provoque la montée des eaux, rendant de nombreuses régions du monde inhospitalières. Avec l'aide des plus grandes multinationales, les gouvernements de nombreux pays ont organisé la colonisation de la planète Mars pour sauver l'humanité. Cette mission s'appelle EMR (Earth to Mars Rescue). La priorité est donnée aux personnes ayant des capacités utiles à la colonisation. Elles doivent être certifiées par des laboratoires. La rumeur veut que certains laboratoires soient dirigés par des mafias qui falsifient les résultats. Un jeune TLM est engagé par les services secrets européens pour vérifier la validité des résultats d'un laboratoire suspect et à aider au démantèlement de cette mafia locale. S'il réussit, il sera récompensé par un poste de TLM à bord d'un vaisseau spatial en partance pour Mars. Il sera autorisé à emmener sa petite sœur asthmatique qui souffre du changement climatique sur Terre.

L'histoire se déroule dans un futur dystopique où le dérèglement climatique a rendu la terre inhospitalière. Le sujet est d'actualité et il est intéressant d'en discuter avec les élèves :

- a) Sensibilisation à l'environnement : comprendre l'impact de l'homme sur l'environnement et les déséquilibres qui en résultent dans les écosystèmes.
- b) Apprendre le développement durable : éduquer pour encourager les comportements respectueux de l'environnement.
- c) Développer le sens des responsabilités : apprendre que notre mode de vie a un impact sur l'environnement, ce qui renforce l'engagement.
- d) Comprendre l'action collective : expliquer comment les actions collectives ont un impact accru, en soulignant l'importance de la solidarité dans la mise en place de projets collectifs.

En enseignant aux élèves les causes et les conséquences du changement climatique, on les incite davantage à adopter une approche proactive et positive face aux défis environnementaux auxquels ils seront confrontés dans leur vie quotidienne.

### Serious Game

Définition du Serious Game : *Un jeu sérieux est une "application éducative, dont l'intention initiale est de combiner, de manière cohérente et simultanée, les aspects sérieux, de façon non exhaustive et non exclusive, de l'enseignement, de l'apprentissage, de la communication, ou encore de l'information avec les aspects ludiques des jeux vidéo" [ALV 07].*

D'après : [Connected Healthcare for the Citizen, 2018](#)

Avantages des Serious Games dans un contexte scolaire :

- a) Motivation et engagement : les Serious Games peuvent capter l'attention des étudiants et les motiver, améliorant ainsi leurs taux d'engagement et de participation.
- b) Apprentissage par l'expérience : les Serious Games fournissent des simulations de situations réelles qui permettent aux étudiants de découvrir par eux-mêmes les conséquences de leurs actions et de leurs décisions.
- c) Retour d'information immédiat : les jeux sérieux fournissent un retour d'information immédiat, ce qui permet aux élèves de corriger leurs erreurs et de comprendre rapidement les bonnes pratiques sans être jugés.
- d) Collaboration : les jeux sérieux offrent des possibilités de collaboration et de compétition entre les étudiants, ce qui stimule la communication et le travail d'équipe.
- e) Personnalisation : les étudiants progressent à leur propre rythme.

Le jeu vidéo FunForLab est un jeu de type Point and Click, c'est-à-dire un jeu vidéo d'aventure dans lequel le joueur interagit avec son environnement en cliquant sur des objets à l'aide de la souris ou du clavier. Le joueur doit résoudre des énigmes en collectant des objets et faire preuve de logique pour progresser dans l'histoire.

### Thèmes scientifiques

#### La méthode scientifique

La méthode scientifique est une approche systématique utilisée pour étudier et comprendre le monde naturel. Elle comprend une série d'étapes que les scientifiques utilisent pour formuler et tester des hypothèses, évaluer les preuves et tirer des conclusions.

Observation	Le gouvernement nous a engagés pour refaire des tests de laboratoire effectués par un autre laboratoire. Ils pensent que les résultats de cet autre laboratoire ne sont pas conformes aux normes.
Formuler une question	Ces résultats sont-ils fiables ou non ? L'échantillon est-il sain ou pathologique ?
Élaboration d'une hypothèse	Si nous testons à nouveau des échantillons dans notre laboratoire et que nous obtenons des résultats différents, nous pourrions penser que ces résultats ne sont pas fiables : il y a eu falsification de données médicales.
Conception d'une expérience	Test de 2 échantillons de ce laboratoire dans lesquels nous soupçonnons une falsification des données
Collecte et analyse des données	Comparaison des résultats entre notre laboratoire et celui du laboratoire suspect. Ils ne sont pas identiques.
Tirer des conclusions	Le laboratoire suspect a publié des résultats falsifiés
Communiquer les résultats	Communication des résultats corrects au gouvernement

## Les sujets scientifiques

- a) Transport de l'oxygène au niveau de l'organe et de l'organisme (cas 1)
- b) Observation des cellules du microscope (cas 2)
- c) Infection (cas 1)
- d) Composition du sang : numération des globules rouges (NFS) et questions de quiz (cas 1 et 3)
- e) Respecter les règles de sécurité dans un laboratoire (tous les cas)
- f) Analyse de sang (hémogramme)
- g) Concentrations/unités (tous les cas)

## Instructions pour l'utilisation du jeu

### Les séquences :

Le jeu comporte 7 séquences.

#### 1. Prologue :

L'histoire contextuelle du jeu est expliquée dans une cinématique. Aucune interaction n'est requise dans cette séquence.

#### 2. Tutoriel :

Le didacticiel explique comment jouer au jeu. Le joueur recevra des instructions sur la manière d'interagir dans le jeu et pourra faire des essais. Le robot fait une visite du laboratoire en expliquant l'utilité de toutes les pièces.

#### 3. Introduction

Le joueur explorera la ponction veineuse, le prélèvement et l'analyse du sang. Le joueur sera testé sur ses connaissances à l'aide de 5 questionnaires. Les questions et les réponses des tests sont disponibles à l'annexe 1.

#### 4. Premier cas (Bernie Russo)

Le joueur effectuera sa première analyse de la NFS avec l'automate. Au vu des résultats, il signalera une suspicion d'anémie au gouvernement (réponse en annexe 2). Le joueur sera testé sur ses connaissances à l'aide d'un questionnaire. La question et la réponse sont disponibles en annexe 1.

#### 5. Deuxième cas (Aureliano Foguinho)

L'automate étant temporairement cassé, le joueur effectuera une analyse de sang à l'aide d'un microscope. Il devra comparer l'échantillon de sang avec d'autres références sanguines pour déterminer s'il est sain ou non (réponse en annexe 2).

#### 6. Troisième cas (Julia Balmont)

Le joueur effectuera une analyse de la formule sanguine avec l'automate et une analyse d'urine mutlistix. Au vu des résultats, il signalera au gouvernement que les résultats du premier laboratoire ont été falsifiés, car les résultats sanguins montrent qu'il s'agit d'un sang masculin et que l'urine présente une valeur de glucose anormale (réponse en annexe 2).

## 7. Épilogue

La fin de l'histoire est décrite dans une cinématique. Elle explique la récompense reçue pour avoir démantelé la mafia et le pont avec le jeu de réalité virtuelle. Aucune interaction n'est requise dans cette séquence.

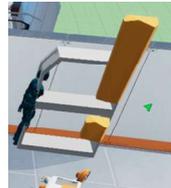
Éléments informatifs:



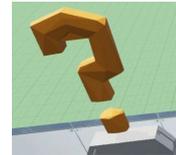
Une flèche verte vous indique la direction de l'avatar.



Une flèche jaune indique la direction du robot.



Un point d'exclamation apparaît lorsque l'interaction est demandée



Un point d'interrogation apparaît lorsqu'une action est demandée

## Comment jouer en fonction de l'équipement :

### 1. Avec une souris

Pour déplacer le joueur, cliquez avec le bouton gauche de la souris sur le sol à l'endroit où vous voulez le déplacer.

Cliquez à gauche sur le bouton  de la zone de texte (ou sur la barre d'espacement ou sur Enter) pour passer à la phrase suivante. Vous ne pourrez pas passer à la phrase suivante si le texte est toujours affiché.

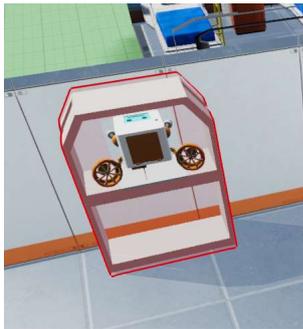
Pour déplacer la caméra, maintenez le bouton gauche de la souris enfoncé et faites-la glisser.

Pour faire pivoter la vue, maintenez le bouton droit de la souris enfoncé et faites glisser.

Pour effectuer un zoom avant ou arrière, utilisez la molette de la souris.

Pour revenir à la position initiale après un mode rapproché (zoom arrière), cliquez avec le bouton droit de la souris.

Pour interagir avec les objets dont le contour est rouge, cliquez dessus avec le bouton gauche de la souris.



Faites glisser et déposez les outils disponibles dans votre inventaire (en haut à droite de l'écran) en utilisant le clic gauche.



Le survol de certains éléments déclenche l'affichage d'une boîte de description.



## 2. Avec un pavé tactile

Pour déplacer le joueur, cliquez avec le bouton gauche du pavé sur le sol à l'endroit où vous voulez le déplacer.

Cliquez à gauche sur le bouton  de la zone de texte (ou sur la barre d'espacement ou sur Entrer) pour passer à la phrase suivante. Vous ne pourrez pas passer à la phrase suivante si le texte est toujours affiché.

Pour déplacer l'appareil photo, maintenez le bouton gauche enfoncé et faites glisser votre doigt.

Pour faire pivoter la vue, maintenez le bouton droit enfoncé et faites glisser votre doigt.

Pour agrandir ou réduire la vue, rapprochez ou éloignez deux doigts sur le pavé tactile.

Pour interagir avec les objets dont le contour est rouge, cliquez dessus avec le bouton gauche.



Cliquez sur les éléments de votre inventaire (en haut à droite de l'écran), glissez et déposez.



Le survol de certains éléments déclenche l'affichage d'une boîte de description.



FAQs

a) De quoi ai-je besoin pour jouer ?

PC Windows® 10 64-bit, souris, clavier ;  
 250 Mo d'espace disque disponible  
 Carte graphique haute résolution

b) Installation du jeu

Téléchargez les données sur notre site web. Vous recevrez un dossier zip. Décompressez ce dossier et ouvrez-le. Dès que vous cliquez sur FunForLab.exe, le jeu démarre. Une fois que vous voyez le menu, vous pouvez aller à la sélection du scénario pour choisir votre niveau.

c) Combien de temps faut-il pour jouer au jeu FunForLab ?

La vitesse dépend également des compétences informatiques de l'élève.

En moyenne,

Prologue	3 minutes
tutoriel	10 minutes
introduction	10 minutes
Cas 1	10 minutes
Cas 2	10 minutes
Cas 3	10 minutes
Épilogue	2 minutes

Le jeu complet dure environ 55 minutes.

d) Comment déplacer l'avatar ?

Cliquez avec le bouton gauche de la souris sur le sol où vous voulez le déplacer.

e) L'avatar ne suit pas mes instructions

S'il y a un texte affiché, avez-vous déjà cliqué sur "continuer" ?

f) Je ne peux pas répondre aux questions

Pour répondre à une question, sélectionnez la bonne réponse et faites défiler vers le bas. Soumettez votre réponse en cliquant sur "valider".

g) Comment quitter le mode plein écran ?

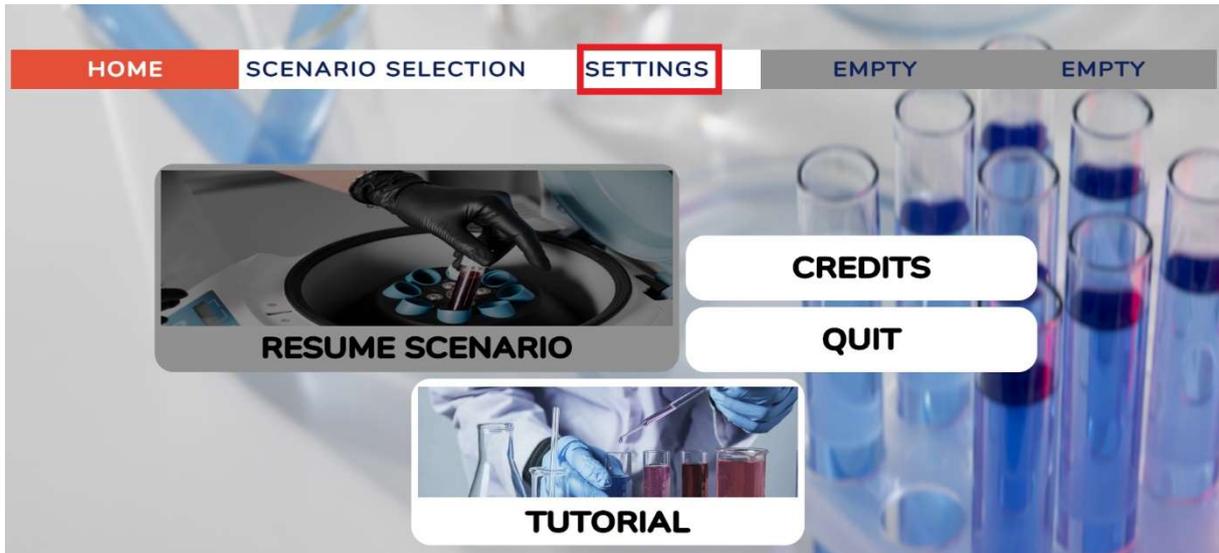
Alt + Enter

h) Comment fermer les gros plans

Utilisez le bouton droit de votre souris pour cliquer, l'écran changera à nouveau.

i) Comment changer de langue ?

Le jeu peut être joué en 4 langues (anglais, néerlandais, allemand et français). La langue peut être modifiée dans les Paramètres



j) Comment changer le nom du joueur

Commencer le tutoriel pour le faire

(k) Comment mettre l'Équipement de Protection Individuelle (EPI) ?

Aller dans le vestiaire, cliquer sur l'armoire (surligné en rouge lorsque la souris passe au-dessus)

l) Je suis bloqué, le jeu ne se charge pas !

Appuyez sur "esc" pour revenir au menu et reprendre le jeu.

m) Reprendre le jeu

Si vous avez quitté le jeu avec le bouton escape et que vous étiez au milieu d'un scénario, ce bouton vous ramènera au milieu du scénario. Si vous quittez le jeu (en fermant la fenêtre), le bouton de « reprendre scénario » vous ramènera au début du scénario dans laquelle vous étiez.

n) Puis-je jouer sans le son ?

Oui, aucune information supplémentaire n'est donnée par le son.

## La séquence pédagogique

La séquence pédagogique est un document séparé disponible sur notre site web. Elle propose une activité à mettre en place en classe, pendant le cours de biologie. Elle se compose d'une activité scientifique et d'une activité d'éducation aux médias.

### Activité scientifique

#### Compétences visées

Cette séquence pédagogique permettra aux élèves de participer activement à la démarche scientifique, en construisant des connaissances à travers les 3 étapes suivantes :

- Appropriation du problème
- Collecte d'informations
- Traitement et communication de l'information

A l'issue de cette activité, les processus suivants seront mis en pratique :

- Comparer les données physiologiques d'une personne en bonne santé et d'une personne souffrant d'une maladie infectieuse (analyse de sang, analyse d'urine, observations microscopiques, etc.)
- Interpréter les graphiques et les tableaux obtenus à partir d'analyses.
- Interpréter les résultats en les analysant et en les argumentant.
- Concevoir et présenter un poster scientifique.

#### Durée du cours

4 ½ périodes de formation scientifique (cours de biologie)

#### Prérequis

La séquence pédagogique ne nécessite pas d'avoir joué au jeu Point & Click FunForLab

- Composition du sang :
  - Plasma et sérum
  - Cellules sanguines : GB, GR et plaquettes
- Microscope optique

### Activité d'éducation aux médias

#### Compétences visées

- Éducation aux médias

A travers 3 domaines :

- L'idéologie du jeu
- L'approche pédagogique du jeu
- La fiabilité des informations dans le jeu

#### Durée du cours

30 minutes dans le cours de formation scientifique (cours de biologie) ou dans un cours d'éducation aux médias.

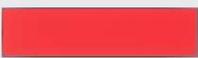
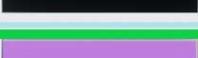
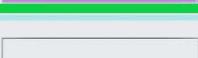
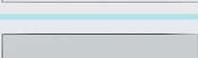
#### Prérequis

- Avoir joué au jeu Point & Click de FunForLab

## Annexe

### Annexe 1 – Réponses aux questionnaires

#### Questionnaire 1 : Le choix du capuchon de couleur

Specimen Type	Additive	ISO 6710 (2017)	Color
Serum	Clot activator	Red	
Serum with gel	Gel, clot activator	Yellow	
Plasma	Heparin	Light Green	
Plasma with gel	Gel, heparin	Dark green	
Plasma	Citrate (1:9)	Light Blue	
Whole blood	Citrate (1:4)	Black	
Whole blood	EDTA	Lavender	
Plasma EDTA with gel	Gel, EDTA	White or Pearl	
Plasma	Glycolytic inhibitor	Grey	

Informations données dans l'introduction avant d'interroger le joueur :

"Il s'agit d'un tube contenant du liquide EDTA (éthylène-diamine-tétra-acétate)."

Et après le choix du tube :

"Ce liquide stabilise les cellules sanguines et empêche le sang de coaguler, ce qui est nécessaire pour l'analyse CBC."

#### Questionnaire 2: Matériel pour la prise de sang

Réponses :

- Gants
- Désinfectant
- Aiguille
- Garrot
- Compresses
- Tubes d'échantillons
- Poubelle à aiguille
- Étiquettes

- Pansement

Not needed for a venous puncture:

- NaCl (sel)
- Chronomètre

Informations données dans l'introduction avant d'interroger le joueur :

" Je vais t'expliquer comment je procède maintenant. Après avoir dégagé ton bras, je noue le garrot. Je désinfecte la zone de la pique. Je pique et je remplis l'échantillon. Je relâche le garrot. Je retire l'aiguille. Et voilà, c'est fait ! Je fais tourner doucement le tube pour éviter la coagulation. "

Une vidéo d'une véritable prise de sang est également présentée avant le questionnaire.

**Questionnaire 3: Certains tubes de prélèvement contiennent des additifs pour empêcher la coagulation. Quel est l'additif pour une analyse CBC ?**

Réponse	Description
EDTA	Acide éthylène-diamine-tétra-acétate Agent de coagulation : pour l'hématologie, l'immuno-hématologie, la génétique, l'hémoglobine glyquée et les tests immunosuppresseurs.
<b>Autres propositions</b>	
Citrate	Anticoagulant : pour les analyses de thrombose-hémostase, remplir jusqu'au repère indiqué sur le tube.
Héparine	Agent anticoagulant : Pour la chimie clinique
NaCl	Sel
Éthanol	Alcool éthylique

Informations dans le jeu, questionnaire 1.

**Questionnaire 4: Quelles cellules trouve-t-on dans le sang humain ?**

Réponses	Description
Plaquettes	Les plaquettes sont également appelées thrombocytes. Elles sont produites dans la moelle osseuse et aident le sang à coaguler.
Globules rouges	Cellules qui transportent l'oxygène. Leur nombre dépend notamment du sexe et de l'âge.
Globules blancs	Cellules impliquées dans la défense immunitaire qui jouent un rôle clé dans la défense de l'organisme contre, par exemple, les virus et les bactéries qui peuvent causer des infections.
<b>Autres propositions</b>	
Astrocytes	Les astrocytes sont des cellules gliales du système nerveux central. Elles sont généralement en forme d'étoile,
Cellules sanguines bleues	Invention pour le jeu

**Questionnaire 5: Juste avant de procéder à l'analyse de la NFS, le tube EDTA doit être mélangé délicatement plusieurs fois, vrai ou faux ?**

Réponse	Description
Vrai	Pour éviter la sédimentation des cellules au fond du tube
<b>Autre proposition</b>	
Faux	Une secousse trop forte pourrait endommager les cellules

Information donnée dans l'introduction lorsque le robot explique la prise de sang :

" Et voilà, c'est fait ! Je fais tourner doucement le tube pour éviter la coagulation."

**Questionnaire 6: Quel est le rôle de l'hémoglobine dans les globules rouges humains ?**

<b>Réponse</b>
Apport d'oxygène
<b>Autres propositions</b>
Immunosuppression
Débuter de la coagulation
Empêcher les vaisseaux sanguins de se calcifier
Liaisons hydrogène

Information donnée au joueur au début du cas 1 (lors du scan de l'échantillon) concernant l'hémoglobine :

"Nous devons effectuer une analyse hématologique et vérifier son taux d'hémoglobine. Il s'agit d'une mesure des globules rouges dans le sang, qui transportent l'oxygène des poumons vers les organes. Un faible taux d'hémoglobine se traduit souvent par une sensation de fatigue et d'épuisement. Par exemple, les cyclistes qui utilisent de l'EPO augmentent leur taux d'hémoglobine pour améliorer leurs performances. "

Annexe 2 – Analyse des réponses

**Introduction:** analyse CBC du sang du joueur<sup>1</sup>

PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	4,8 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	4,5 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	145,3 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	42,5%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	89,3 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	32,1 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	345,4 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	212,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	13,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

Pas de résultats hors limites, pas de maladie à signaler.

**Premier cas :** Analyse de la NFS à partir du sang de Bernie Russo<sup>1</sup>

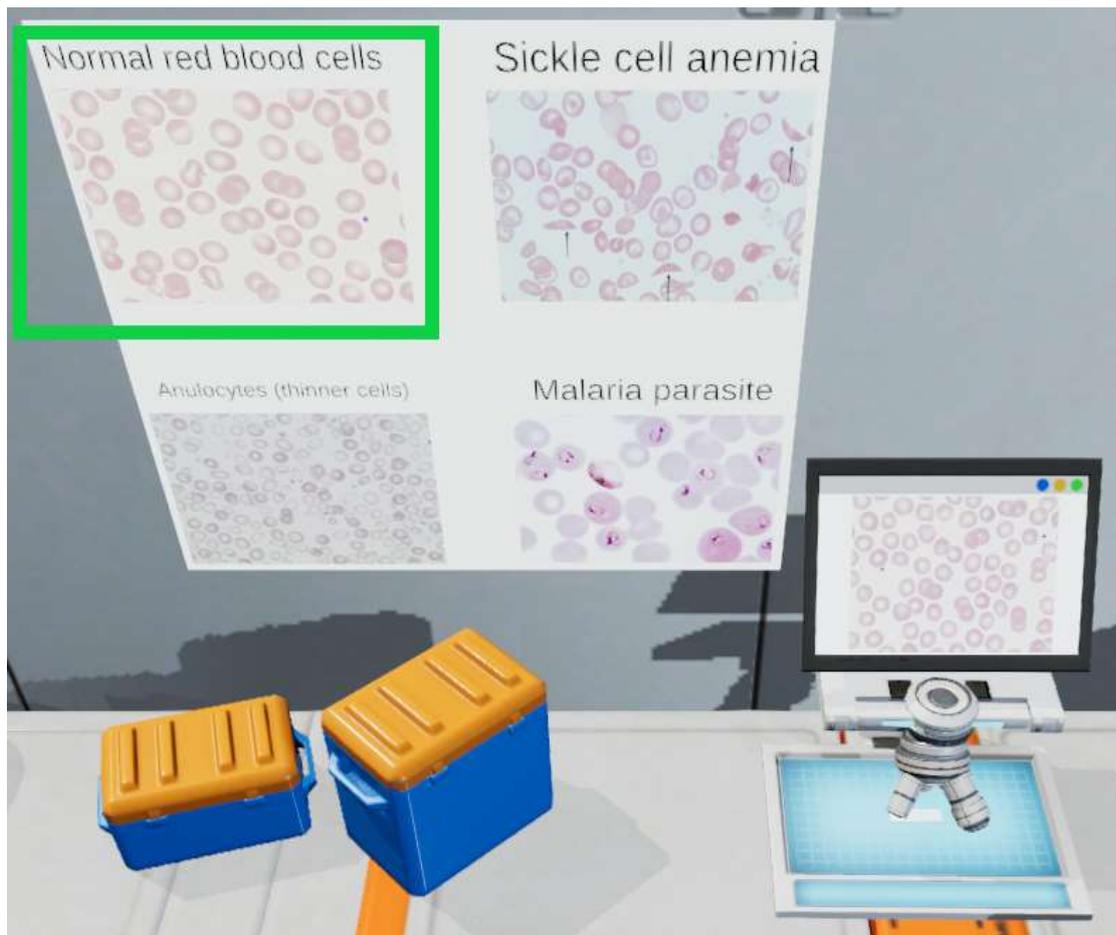
PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	4,9 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	3,4 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	87,0 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	26,4%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	87,4 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	28,5 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	330,0 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	383,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	30,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

L'anémie est la maladie à sélectionner dans le codex.

Description de l'anémie dans le codex : "Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'anémie est définie comme une diminution de la concentration en hémoglobine (HB). Dans ce cas, vous pouvez observer une diminution de l'hémoglobine, nombre de GR (RBC) et d'hématocrite (HCT)."

<sup>1</sup> Tous les tableaux d'analyse CBC présentés ont été créés pour le jeu. Dans les laboratoires, les valeurs de référence sont automatiquement adaptées au sexe du patient.

**Deuxième cas :** Analyse au microscope du sang d'Aureliano Foguinho

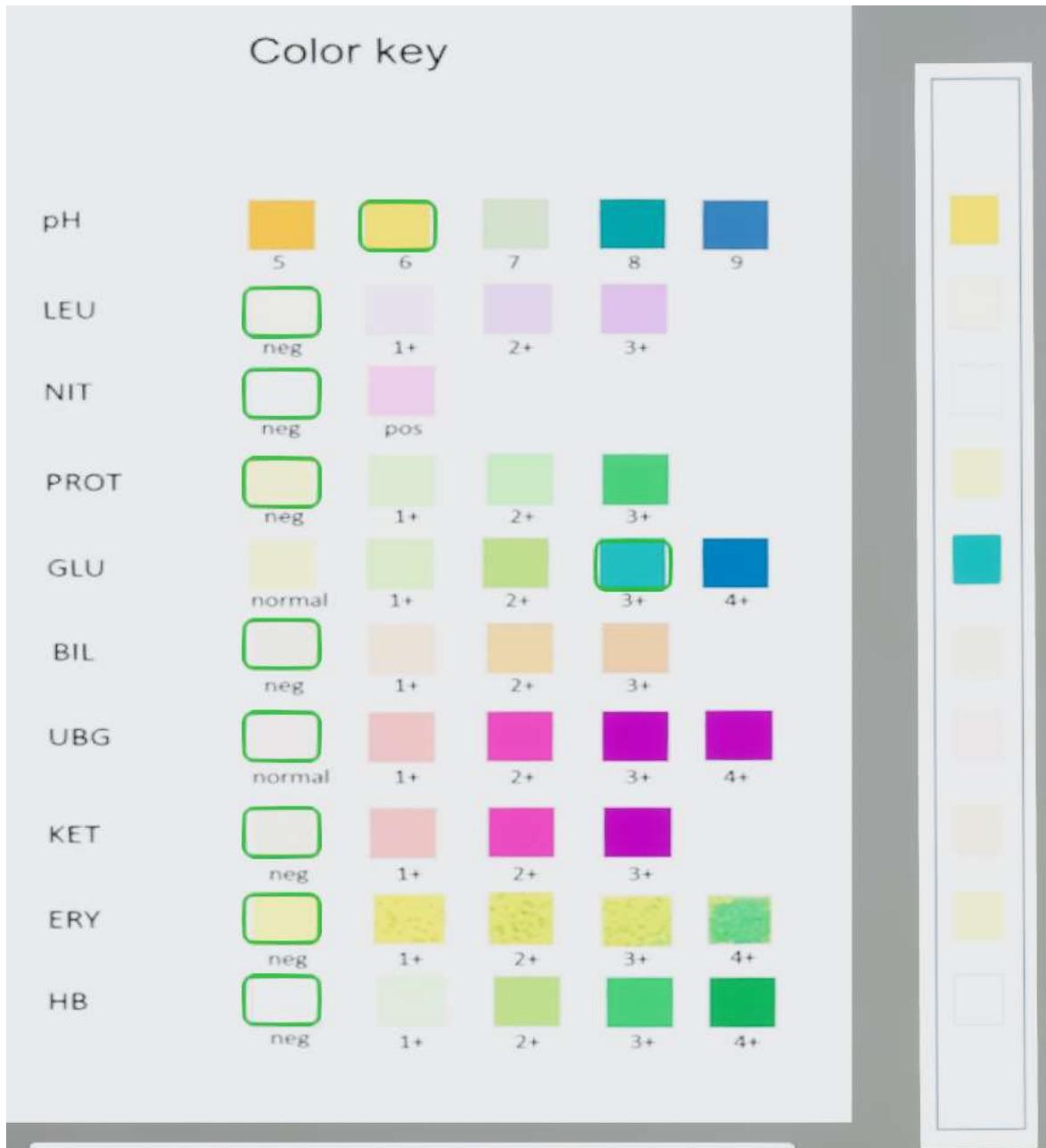


Les globules rouges de l'échantillon sont des globules rouges normaux.

- Anémie : Selon la définition de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'anémie est définie comme un manque d'hémoglobine. Dans ce cas, on observe une diminution de la concentration d'hémoglobine (HB), puis de la numération des globules rouges et de l'hématocrite (HCT).
- Anulocytes : Les anulocytes sont des cellules annulaires et des érythrocytes (globules rouges) hypochromes monoconcaves. Le cytoplasme rougeâtre n'est visible que sous la forme d'un bord. Ils sont plus petits que les érythrocytes normaux et n'apparaissent pas dans le sang des personnes en bonne santé.
- Le paludisme est une maladie infectieuse causée par un parasite du genre Plasmodium, transmis par la piqûre de certaines espèces de moustiques. Le frottis permet d'identifier les plasmodiums sur la base de leurs caractéristiques spécifiques et des déformations subies par les globules rouges parasités.

Troisième cas : analyse CBC et multistix du sang de Julia Balmont

Analyse multistix:



Le diabète est la maladie à sélectionner dans le codex.

Description du diabète dans le codex : "Le diabète se caractérise par une hyperglycémie chronique, c'est-à-dire un taux de glucose dans le sang (glycémie) trop élevé. Cette maladie survient lorsque le pancréas ne produit pas suffisamment d'insuline ou que l'organisme n'utilise pas correctement l'insuline qu'il produit. Le taux de glucose (GLU) est d'abord dosé au niveau sanguin mais un test urinaire peut être réalisé pour détecter sa présence. La présence de glucose (GLU) dans les urines peut être le signe de plusieurs pathologies dont le diabète."

CBC analyse<sup>1</sup>:

PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	9,5 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	5,2 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	172,0 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	50,0%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	96,4 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	33,0 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	344,0 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	379,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	12,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

Les valeurs sont anormales pour un échantillon féminin.

"Nous pouvons suspecter trois causes potentielles pour ces valeurs élevées.

Premièrement, Julia Balmont prendrait de l'EPO, ce qui peut être considéré comme une forme de dopage. C'est potentiellement dangereux pour sa santé.

- ⇒ Rappel de l'effet de l'EPO, augmentation du taux d'hémoglobine (HB). Voir les questionnaires 6 pour plus de détails)

Deuxièmement, l'échantillon serait en fait celui d'un homme, ce qui révélerait directement une falsification des résultats.

- ⇒ Si l'échantillon de sang était un échantillon masculin, il se situerait entre les fourchettes normales. Il est possible qu'ils aient échangé l'échantillon de sang avec un échantillon de sang d'un homme en bonne santé sans savoir que les plages de certains paramètres changeraient.

Troisièmement, Julia Balmont souffrirait d'une maladie grave.

- ⇒ Si l'échantillon de sang était un échantillon masculin, il se situerait entre les fourchettes normales. Il est possible qu'ils aient échangé l'échantillon de sang avec un échantillon de sang d'un homme en bonne santé sans savoir que les plages de certains paramètres changeraient.

Dans les trois cas, l'accès à la navette lui serait refusé. Je suggère donc une interdiction temporaire et une enquête plus approfondie car le soupçon de fraude reste très présent."

Annexe 3 – Informations scientifiques

Analyse CBC : valeurs normales

CBC parameter	Normal range adults	Adults male	Adults female
WBC	4 /nL - 10 /nL		
RBC		4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB		140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT		40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	82 fL - 97 fL		
MCH	27 pg - 36 pg		
MCHC	320 g/L - 360 g/L		
PLT	140 /nL - 400 /nL		
ESR		< 22 mm/h	< 24 mm/h

*Remarque : les valeurs normales dépendent de la méthode de mesure, des réactifs utilisés et des automates !) → Il peut donc y avoir une certaine variabilité des valeurs normales pour différents automates et régions, même s'ils utilisent le même principe de mesure.*

CBC analyse (unités)

En anglais dans le jeu	Paramètres de l'analyse hématologique	Abréviations significations	Définition	Unités (court)	Unités (long)
<b>WBC</b>	<b>WBC</b>	White Blood Cell = Globules blancs totaux (GB)	Cellules intervenant dans la défense immunitaire. Ils jouent un rôle clé dans la défense du corps contre les virus et les bactéries, qui peuvent causer des infections.	/nl	per nanoliter (10 <sup>-9</sup> )
<b>RBC</b>	<b>RBC</b>	Red blood cell= Globules rouges (GR)	Cellules responsables du transport de l'oxygène. Leur nombre dépend du sexe et de l'âge.	/pl	per picoliter (10 <sup>-12</sup> )
<b>HB</b>	<b>HB</b>	Hémoglobine	L'hémoglobine, constituant majeur du globule rouge (érythrocyte ou hématie), est constituée comme son nom l'indique d'un pigment (l'hème, fixant le fer) responsable de la couleur rouge du sang et d'une partie protéique (la globine). Elle transporte l'oxygène (O2) des poumons vers les tissus de l'organisme. L'hémoglobine remplit également la fonction inverse en transportant le dioxyde de carbone (CO2) des tissus vers les poumons.	g/l	gramm/liter
<b>HCT</b>	<b>HCT</b>	Hématocrite	Volume occupé par les globules rouges dans le sang par rapport au volume total de sang.	%	Pourcent
<b>MCV</b>	<b>MCV</b>	Volume globulaire moyen des GR	Le volume moyen des globules rouges.	fl	femtoliter (10 <sup>-15</sup> )
<b>MCH</b>	<b>MCH</b>	Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine	C'est le taux moyen d'hémoglobine par globules rouges.	pg	picogramme (10 <sup>-12</sup> )
<b>MCHC</b>	<b>MCHC</b>	Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine	C'est le taux moyen d'hémoglobine dans le volume occupé par les globules rouges dans le sang.	g/l	gramm/liter
<b>PLT</b>	<b>PLT</b>	Plaquettes	Les plaquettes sont aussi appelées thrombocytes. Elles sont fabriquées dans la moelle osseuse et aident le sang à coaguler.	/nl	per nanoliter (10 <sup>-9</sup> )
<b>ESR</b>	<b>VS</b>	Vitesse de sédimentation	La vitesse de sédimentation (VS) est aussi appelée réaction de Biernacki. Elle correspond à la vitesse à laquelle les globules rouges en suspension dans le sang viennent se sédimenter, c'est-à-dire se déposer dans le fond d'un tube à essai.	mm/h	millimètre par heure

