

OÙ SONT LES BLOBS?

Maïna McKenzie et Lee-Ann Tremblay

Abstract

Nowadays, a lot of species are still unknown so doing research about them could be very interesting and helpful in many domains. During this project, *Physarum polycephalum*, more commonly known as blob has been studied. It is protists that lives of the dead trees in the forests and eats microorganisms (Dussutour, 2017). It is known for its learning capacity. The first hypothesis is that *Physarum polycephalum* can learn to solve a maze. The second one states that an erudite blob solves a maze faster than a naive blob. The third one is that a naive blob solves a maze faster if it gets an erudite blob transplantation. First, the experimentation required to make agars as culture media. Then, the blobs were rehydrated and put in an agar. After few days, samples were put in an agar build with a maze made with a 3D printer to watch their evolution. To enhance the development of blobs, the agars were kept in a growth chamber with controlled lighting, humidity and temperature. These conditions also favored the growth of mold which affected negatively the growth of *Physarum polycephalum* even if every mold contamination had been removed. As only one blob made it to the end, the three hypotheses are either refuted or could not be verified.

Mots clés : Biologie, *Physarum polycephalum*, blob, protiste, labyrinthe, apprentissage

1. 0 Introduction

Une grande partie du monde vivant est encore méconnue, alors effectuer des recherches sur la biosphère est pertinent dans plusieurs domaines et permet d'améliorer les connaissances à son sujet. L'une de ces espèces peu connues est le *Physarum polycephalum*, aussi connue sous le nom de blob, un protiste de la famille des amoebozoaires. C'est un organisme unicellulaire, mais il comporte plusieurs noyaux. On le retrouve surtout sur des arbres morts en forêt, car c'est un organisme décomposeur qui, pour survivre, a développé la capacité d'apprendre en fonction des défis qu'il rencontre. Lorsqu'il se fusionne avec un autre blob, les connaissances acquises sont

alors transmises entre eux (Dussutour, 2017). *Physarum polycephalum* serait issu d'un groupe de protiste possédant une origine génétique proche des cellules animales (2012, Reece). Ainsi, mieux le comprendre pourrait faire avancer les recherches en médecine sur des fonctions encore mal connues des cellules animales et humaines. Dans le cadre de l'expérimentation, le but était de démontrer la capacité d'apprentissage de cette espèce et leur adaptabilité face à des obstacles et des récompenses. Tout d'abord, un blob qui n'a jamais connu d'apprentissage sera appelé blob naïf en contraste avec les blobs savants qui auront acquis un savoir. Un blob naïf a été confronté à un même défi à plusieurs

reprises : trouver la récompense en évitant les obstacles dans un labyrinthe. Puis, une partie de ce blob devenu savant devait être greffée à un autre blob naïf afin de voir si le blob greffé transmet ses apprentissages et améliore le temps de résolution de labyrinthe. Le projet cherchait donc à prouver les trois hypothèses suivantes :

- Le *Physarum polycephalum* apprend à solutionner un labyrinthe.
- Le blob savant résout plus rapidement le labyrinthe qu'un blob naïf.
- Un blob naïf résout un labyrinthe plus rapidement s'il reçoit une transplantation de blob savant.

1.1 *Physarum polycephalum*

Le blob fait partie du domaine des eucaryotes. Cela veut dire que la cellule qui le comporte contient un noyau. Ce domaine se sépare en différentes familles soient : les animaux, les végétaux, les eumycètes (qui contient les champignons et les moisissures) et les protistes. Lorsqu'une espèce souvent unicellulaire ne rentre pas dans aucune des familles, elle est classée dans les protistes (Reece, 2012). C'est le cas du blob. Il produit des pigments comme un végétal. Il mange comme un animal puisqu'il phagocyte sa nourriture, ce qui veut dire qu'il l'entoure pour se nourrir. Il se reproduit également comme un eumycète, car il produit des spores dans la nature (internet 1). Ainsi, ces ressemblances soutiennent une origine commune entre les protistes et les autres groupes eucaryotes. Il est même admis que certains protistes ont évolué pour devenir les végétaux, les eumycètes et les animaux (Reece, 2012). Les études génétiques laissent d'ailleurs supposer une origine commune très proche entre *Physarum polycephalum* et les cellules animales et eumycètes qu'on peut regrouper dans le

groupe des Unichontes, les protistes à un seul flagelle (internet 2).

Le blob comporte 720 types sexuels (internet 3). Même s'il est unicellulaire, il a plusieurs noyaux dans sa cellule. Dans la nature, on le retrouve sur les arbres morts et il se nourrit de champignons et de micro-organismes. En laboratoire, on le place dans un vase de Pétri sur une gélose d'agar-agar et on le nourrit d'avoine humide. Il mange les micro-organismes qui se retrouvent à la surface de l'aliment. Pour que le blob pousse bien, il faut que l'humidité soit élevée, que la température se situe entre 20 °C et 25 °C et il pousse mieux dans les endroits sombres à faible luminosité. (internet 4 et internet 5)

Le blob produit un mucus qu'il laisse partout où il va. La fonction première de cette substance est d'éviter que le protiste se dessèche. Cependant, des études ont prouvé que le blob est répulsé par son propre mucus et celui des autres de son espèce. Ainsi, cela lui permet de trouver plus facilement la nourriture malgré le fait qu'il ne peut la voir, puisqu'il évite de passer plusieurs fois au même endroit (Dussutour, 2017).

1.2 Sclérote

Lorsque les conditions ne sont plus favorables pour les blobs, ils se transforment en sclérote. Il se place donc dans un état de dormance. Il devient alors dur et foncé. Lorsqu'il fait cela, il peut y rester pendant plusieurs années. De plus, lorsqu'il redevient actif, il se régénère comme s'il était naissant sans traces de vieillissement. Il peut faire cela à l'infini, ce qui le rend presque immortel. Pour le sortir de sa dormance, il suffit de le remettre dans les conditions optimales, soit de l'ombre et de l'humidité (internet 5).



Figure 1: Un sclérote de *Physarum polycephalum*.

1.3 Apprentissage

Le blob est reconnu pour ses capacités d'apprentissage. Selon une recherche allemande, des tubes qui constituent leur système veineux vont faire diminuer ou augmenter leur diamètre en fonction de la présence de nourriture. Il peut donc acquérir des connaissances sur la disposition de sa nourriture en changeant l'organisation et le diamètre de ses tubes (internet 6).

1.4 Imprimante 3D de type FDM

L'imprimante 3D par dépôt de fils fondus (FDM) utilise un plastique nommé acide polylactique (PLA). Ce dernier est un thermoplastique, ce qui veut dire qu'il fond à la chaleur et qu'il durcit au froid (internet 7). Cela permet donc de le modeler dans la forme voulue. Dans cette technique, le plastique est fondu et est appliqué par couche, ce qui forme l'objet voulu (internet 8).

2.0 Matériel et méthodes:

Dans un premier temps, 56 géloses stériles ont été préparées. Certaines d'entre elles étaient dédiées uniquement à la culture puisqu'elles avaient un plus petit diamètre alors que les plus grosses servaient aux expérimentations avec les labyrinthes. Pour ce faire, trois recettes donnant chacune 500 mL de gélose ont été effectuées. Pour chaque recette, il faut peser deux fois 3,75 g d'agar-agar et les verser dans deux ballons à fond plat de 250 mL. Il faut ensuite ajouter 250 mL d'eau distillée dans chaque ballon et chauffer le tout en remuant jusqu'à homogénéité. Une fois cela fait, la prochaine étape est de stériliser les géloses. Pour parvenir à un tel résultat, il faut placer les deux ballons à fond plat dans un autoclave à 121 °C. Ensuite, pour couler les géloses, un brûleur Bunsen est utilisé afin de stériliser le milieu. Les géloses sont alors coulées une à une puis, lorsqu'elles sont figées, sont déplacées dans un réfrigérateur jusqu'à utilisation.

Dans un second temps, trois ensembles de cultures de blobs sous forme de sclérotés ont été commandés sur le site internet « Ward's Natural science LTD » (internet 9) et ont été réhydratés sur les géloses.



Figure 2 : Ensemble de sclérotés de *Physarum polycéphalum*.

Des flocons d'avoine ont été déposés près des blobs en guise de nourriture.

Pour poursuivre les expérimentations, un *Physarum polycephalum* vivant a dû être commandé sur le même site internet qu'énoncé précédemment. Il a été nourri de la même manière que les premiers blobs puis repiqué à de nombreuses reprises afin d'obtenir assez de sujets pour les expérimentations. Les blobs ont été déposés dans une étuve à environ 25 °C dans laquelle des serviettes mouillées avaient été mises afin d'augmenter le pourcentage d'humidité.



Figure 3 : Milieu de culture dans l'étuve.

Le labyrinthe utilisé a été conçu sur « Maze generator » (internet 10). Il a été fait de façon à ne pas être trop difficile tout en donnant un certain défi, comme le montre la figure 4. Il a ensuite été fabriqué en acide polylactique (PLA) à l'aide d'une imprimante 3D de type FDM. La désinfection des labyrinthes a été faite avec de l'alcool à friction 70 %. Ils ont ensuite été séchés à l'air libre pour la plupart. Un seul a été séché à l'étuve à 35 °C. Pendant les expérimentations, l'avoine était changée chaque jour afin d'éviter le plus possible la

croissance de moisissures qui pourraient influencer les résultats. De plus, lorsque des moisissures apparaissaient, la partie de gélose touchée était retirée.

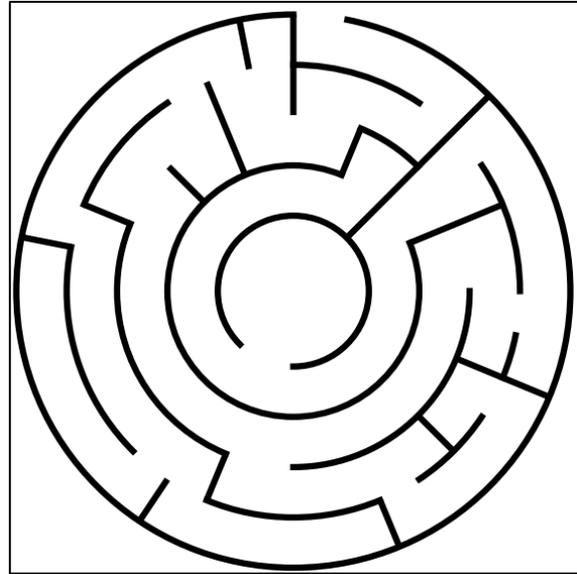


Figure 4 : Le Labyrinthe (internet 6).

2.1 Repiquage d'un blob

Repiquer un blob consiste à prélever un échantillon d'un blob pour ensuite le mettre en culture sur une nouvelle gélose.

3.0 Résultats

Théoriquement, un tableau aurait été fait pour comparer le temps que les blobs ont pris pour traverser les labyrinthes en fonction du nombre de fois qu'il l'a fait. Ensuite, un test d'hypothèse aurait été fait pour voir si les hypothèses étaient confirmées ou infirmées. Puisqu'il n'y aurait pas eu plus de 30 résultats, la loi de Student aurait été utilisée. Pour faire cela, une moyenne et un écart type auraient été faits pour ensuite trouver la valeur de z. Un intervalle de confiance aurait été fait pour savoir l'intervalle dans lequel il y a une possibilité de 95 % que les résultats soient. Puisqu'il y a seulement eu un résultat, comme le démontre le tableau 3, aucun calcul n'a pu être fait.

Tableau 1 : Distance à parcourir pour traverser le labyrinthe.

Distance (cm)	44 ± 2
---------------	--------

Tableau 2 : Les résultats avec les sclérotés.

Nom du blob	Résultat
Jean-Norbert	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Jean	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Martin	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Martin 2	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Steve	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Steve 2	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Steve 3	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Poutine	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Marie	Présence de moisissure et aucune croissance du blob
Marie 2	Présence de moisissure et aucune croissance du blob

Tableau 3 : Résultats des blobs vivants dans les labyrinthes pour leur premier essai.

Nom du blob	Résultat
Laurence	Réussite en 14 jours (voir figure 9)
Mathis	Petit déplacement en 14 jours (voir figures 10 et 11)
Émile-Alexandre	Déplacement d'environ ¼ du labyrinthe en 14 jours (voir figure 12)
Jérémy	Aucun déplacement (voir figure 13)

Roi Jérémy	Aucun déplacement (voir figure 14)
Jérémy 7	Aucun déplacement (voir figure 15)
Mathis 2,1	Aucun déplacement (voir figure 16)
Mathis 1,1	Aucun déplacement (voir figure 17)
Émile-Alexandre 1,1	Aucun déplacement (voir figure 18)

Tableau 4 : Résultats du blob vivant dans le labyrinthe pour son deuxième passage.

Nom du blob	Résultat
Laurence	Aucun déplacement (voir figure 19)

4.0 Discussion

Lors de la première partie de l'expérimentation avec les blobs provenant de sclérote, il y a eu présence de beaucoup de moisissure. Il n'y a jamais eu de blob qui a été détecté. Les géloses étaient vertes, par endroit, avec des taches blanches un peu partout, comme montré à la figure 5.



Figure 5 : Jean après 11 jours dans la gélose.

Théoriquement, il aurait dû avoir du jaune, puisque c'est la couleur du *Physarum*

Polycephalum, comme démontre la figure 6.



Figure 6 : Mathis 2,2 dans une gélose.

La nuit, les paquets d'expédition sont entreposés dans des locaux où la température n'est pas régulée. Ainsi, dans une période où la température peut descendre sous les -40°C , il se peut que la température externe ait dépassé les capacités de tolérance des blobs et qu'ils soient morts.

Il a aussi été question de la validité des géloses, mais puisque la moisissure poussait, les géloses étaient donc propices à la culture. De plus, lors du début de l'expérimentation, les blobs étaient dans une hotte dans laquelle l'humidité n'atteignait pas 20 %, ce qui est trop bas pour la croissance optimale de cette espèce. Des serviettes humides ont été mises pour augmenter le pourcentage, mais cela n'a pas permis de monter significativement le taux d'humidité. Un humidificateur et des cartons pour diminuer la luminosité ont ensuite été mis, mais cela n'a pas été efficace. Il a donc été décidé de transférer le lieu de croissance des blobs dans l'étuve où l'humidité, la température et la luminosité pouvaient être mieux contrôlées. Cependant, les blobs qui étaient de la première

commande ne se sont pas développés. Ils étaient probablement non viables.

Lors de la reprise de l'expérimentation avec le spécimen vivant, les blobs se développaient assez rapidement lorsqu'ils n'étaient pas dans les labyrinthes. Ils pouvaient atteindre environ 1 cm par heure. À ce rythme, ce qui est la vitesse théorique du blob, cela aurait dû prendre 44 heures pour faire le labyrinthe, puisque la distance entre le début et la fin est d'environ 44 cm. Le seul qui a réussi l'a fait en 14 jours. Cela donne donc un rythme d'environ 0,13 cm par heure s'il prenait le bon chemin. Il allait donc à près de 10 fois moins vite que sa vitesse de pointe. Il y avait donc quelque chose qui empêchait les blobs de bien se déplacer puisque lorsqu'ils étaient dans les labyrinthes, ils se déplaçaient très lentement ou ils ne bougeaient pas.

Lors du changement d'avoine, il arrivait que cela sentait l'alcool. Il est donc possible qu'il restait de l'alcool dans les labyrinthes, ce qui faisait que les blobs ne voulaient pas bouger. Les pièces fabriquées à partir d'imprimantes 3D de type FDM fondent le plastique pour le solidifier couche après couche afin de produire une forme demandée. Lors du processus, des microcavités peuvent se former et ainsi retenir plus longtemps l'alcool, ce qui limitait les blobs dans leurs déplacements. Il serait donc mieux de les faire sécher plus longtemps avant de les mettre dans les géloses. Lors du test avec le labyrinthe qui a été séché dans l'étuve, cela n'a pas été concluant. Le blob qui était dans le labyrinthe, Jérémy 7, n'a jamais bougé, comme le montre la figure 15. D'autres analyses complémentaires seraient nécessaires pour vérifier la présence d'alcool ou l'influence du PLA sur la croissance des blobs.

Aussi, le blob ne tolère pas bien la moisissure. Il a été constaté que des moisissures de plusieurs variétés se sont rapidement installées sur les géloses, probablement issues de contamination externe telle que la nécessité d'utiliser des flocons d'avoine non stérile pour l'expérience. Comme la moisissure poussait à un rythme supérieur à celui du blob, ce dernier ne se déplaçait plus et ne pouvait plus trouver son chemin vers l'avoine à travers la gélose ou le labyrinthe. Il serait donc mieux de changer l'avoine tous les jours, même la fin de semaine, puisqu'après 2 jours, la moisissure était très importante, comme observé à la figure 7.



Figure 7 : Quaker à la suite d'une fin de semaine.

De plus, il pourrait être bien de mettre des produits antifongiques sur les géloses, mais cela pourrait affecter le *Physarum polycephalum*, car il est très près génétiquement des moisissures.

Il serait également bien d'essayer une autre sorte d'avoine, car les blobs ont des personnalités et certains n'aiment pas la

nourriture qui leur est donnée (Dussutour, 2017). Il se peut donc qu'ils n'aimaient pas l'avoine, donc ça ne les motivait pas à avancer.

Par ailleurs, les vases de Petri étaient fermés avec du ruban adhésif, pour empêcher l'humidité de sortir ou les moisissures de rentrer. Il se peut donc que les blobs manquaient d'oxygène, ce qui les faisait mourir. Les vases de Pétri étaient ensuite mis dans l'étuve qui était fermée pour laisser sortir le moins d'humidité possible, ce qui ne laissait également pas de la place pour que l'oxygène rentre.

De plus, les blobs poussent mieux lorsqu'il n'y a pas de lumière. Au début de l'expérimentation, il y avait de la lumière, donc des feuilles ont été mises devant la hotte pour cacher le plus de lumière possible.



Figure 8 : La hotte cachée de feuilles.

Cependant, les blobs étaient encore trop exposés à la lumière, ce qui les empêchaient de bien se développer. Par la suite, lorsqu'ils ont été mis dans l'étuve, il n'y avait plus de lumière, ce qui leur permettait de mieux se développer.

Aussi, dû au manque de temps, les blobs qui allaient dans les labyrinthes étaient petits, ce qui ne leur permettait pas d'avoir assez de

masse cellulaire pour se rendre jusqu'à l'avoine. Il se peut donc qu'ils ne bougeaient pas puisqu'ils trouvaient que l'avoine était trop loin d'eux. Il serait donc mieux de prendre une masse plus importante de blob et d'utiliser un labyrinthe avec un degré de difficulté moins élevé.

5.0 Conclusion

La première hypothèse était que le *Physarum polycephalum* était capable de solutionner un labyrinthe. Malgré qu'un blob ait effectivement réussi, il n'est pas possible de confirmer l'hypothèse due au manque de résultats.

La seconde hypothèse qui disait qu'un blob savant résout un labyrinthe plus rapidement qu'un blob naïf est aussi infirmée. En effet, un seul blob a réussi à se rendre à la fin du labyrinthe. Il est donc impossible de faire des comparaisons avec un seul résultat.

La dernière hypothèse était qu'un blob naïf solutionne un labyrinthe plus rapidement s'il reçoit une transplantation de blob savant. Ayant rencontré des difficultés qui ont compromis la viabilité des blobs, la transplantation n'a pas pu être réalisée. Cette hypothèse ne peut être vérifiée et est donc infirmée.

Lors des expérimentations, les conditions n'étaient pas toujours les mêmes, puisque l'humidité variait, l'oxygénation n'était pas contrôlée et la moisissure envahissait de façon systématique les milieux de culture. Cela aurait été mieux si les conditions expérimentales mieux contrôlées et surveillées. De plus, le temps et le nombre limité de blob viables étaient insuffisants pour obtenir un nombre suffisant de résultats.

6.0 Suggestions et perspectives d'avenir

Afin d'éviter le plus possible la croissance de moisissures dans le milieu de culture, il serait judicieux d'accorder plus de temps aux blobs et d'avoir un suivi plus rapproché dans le temps. Changer l'avoine et combattre la moisissure durant la fin de semaine pourrait faire une grande différence. Également, le temps étant une contrainte à ne pas négliger, un labyrinthe moins complexe pourrait être envisagé. Aussi, le prélèvement d'une masse plus importante de *Physarum polycephalum* lors du transfert dans les labyrinthes permettrait de meilleurs résultats. De plus, l'installation d'une caméra prenant des photos régulièrement permettrait d'avoir plus de données de distance et de temps plus pertinentes et plus simples à collecter. Il serait aussi intéressant de comparer les comportements de blobs venant de différents pays (Australie, Japon, États-Unis, etc.), puisqu'ils ont des caractéristiques et des goûts différents.

7.0 Remerciements

Nous aimerions remercier Martin Imbeault, notre tuteur, pour nous avoir aidées durant tout le projet et pour s'être occupé de Quaker (voir figure 7) durant une fin de semaine. Nous aimerions aussi souligner le travail de Marie LeFrançois, technicienne en laboratoire, qui était toujours disponible et qui a mis en culture plusieurs blobs. Nous remercions également Steve Gamache, responsable du cours, pour le soutien lors des expérimentations et Jean-Norbert Fournier pour l'aide en statistiques. De plus, nous remercions July Duchesne-Doucet pour le support en anglais. Nous voulons aussi remercier les professeurs du département des Sciences de la nature et nos collègues pour avoir prêté leur nom à nos différents sujets d'expérience pour l'avancement de la science.

7.0 Bibliographie

Dussutour, Audrey (2017). « Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur le blob sans jamais oser le demander ». ÉQUATEUR SCIENCES. 180 pages.

Internet 1 : Pihen, Alexandra. (2021) « Qu'est-ce que le blob: un animal ou un végétal? » Document en ligne consulté le 29 mars 2022. <https://www.science-et-vie.com/nature-et-enviro/qu-est-ce-que-le-blob-un-animal-ou-un-vegetal-51712>

Internet 2 : Wikipédia. (2021) « Unikonta » Document en ligne consulté le 11 mai 2022. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Unikonta>

Internet 3 : Labrecque, Annie. (2017) « Les supers pouvoirs du blob » Québec Science. Document consulté le 31 janvier 2022. <https://www.quebecscience.qc.ca/sciences/les-super-pouvoirs-du-blob/>

Internet 4 : Galvilan, Sofia. (2022) « Blob : peut-il avoir différentes personnalités ? » Science et vie. Document consulté le 3 février 2022. <https://www.science-et-vie.com/nature-et-enviro/blob-peut-il-avoir-differentes-personnalites-66434#:~:text=Curieux%2C%20aventureux%20ou%20adepte%20de,blob%20acqui%C3%A8re%20une%20%20C2%AB%20personnalit%C3%A9%20%20C2%BB.&text=Par%20exemple%2C%20un%20blob%20peut,au%20lieu%20de%20I%27avoine.>

Internet 5 : The Blog Blob. « L'endormissement du Blob », document consulté le 19 avril 2022. <https://blobblog.wixsite.com/theblogblob/1-endormissement-du-blob>

Internet 6 : Colin, Béatrice. (2021) « Même s'il n'a pas de cerveau, « le blob » vient encore de démontrer qu'il a de la mémoire » 20 minutes. Document consulté le 11 mai 2022. <https://www.20minutes.fr/sciences/2990991-20210304-cerveau-blob-vient-encore-demontrer-memoire#:~:text=Parmi%20ses%20capacit%C3%A9s%2C%20des%20chercheurs,gr%C3%A2ce%20%C3%A0%20son%20syst%C3%A8me%20veineux.>

Internet 7 : Alloprof. « Les matières plastiques » Document consulté le 11 mai 2022, <https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/les-matieres-plastiques-s1550>

Internet 8 : Formlabs. « FDM ou SLA en 2020 : Comparer les deux types d'imprimantes 3D les plus populaires » Document consulté le 11 mai 2022. <https://formlabs.com/fr/blog/fdm-vs-sla-compare-types-of-3d-printers/>

Internet 9 : Ward's science [Live <i>Physarum polycephalum</i> Culture | Ward's Science \(wardsci.com\)](https://wardsci.com)

Internet 10 : Alance, AB (2022) «11 cells diameter theta maze », <https://www.mazegenerator.net/>

Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky et Jackson (2012). *Campbell Biologie 4^e édition*. ERPI. 1458 pages.

Annexe 1

Les blobs dans les labyrinthes.



Figure 9 : Laurence après 14 jours.



Figure 10: Mathis après 1 journée dans le labyrinthe.



Figure 11 : Mathis après 15 jours dans le labyrinthe.



Figure 12 : Émile-Alexandre après 14 jours dans le labyrinthe.



Figure 13 : JérémY après 4 jours dans le labyrinthe.



Figure 14 : Roi JérémY après 7 jours dans le labyrinthe.



Figure 15 : Jérémy 7 après 7 jours dans le labyrinthe.



Figure 16 : Mathis 2,1 après 3 jours dans le labyrinthe.



Figure 17 : Mathis 1,1 après 6 jours dans le labyrinthe.



Figure 18 : Émile-Alexandre 1,1 après 3 jours dans le labyrinthe.



Figure 19 : Laurence dans son 2e essai après 3 jours dans le labyrinthe