

CAHIER DES CHARGES

**Un site web interactif pour une meilleure
compréhension de l'histoire évolutive des
espèces**

ShangNong HU
Grégoire SIEKANIEC

Valentin REYMOND
Krystian VALENDUCQ

17 février 2017

Table des matières

1	Contexte biologique	2
2	Analyse des besoins	3
2.1	Caractéristiques de la plateforme à mettre en place	3
2.2	Outils utilisés pour répondre aux besoins	3
2.3	Ordre de priorité	4
3	Analyse de l'existant	4
3.1	Pages Web existantes	4
3.1.1	If the moon were only one pixel	5
3.1.2	TimeTree	5
3.1.3	Onezoom	5
3.1.4	Lifemap	5
3.2	Algorithme de colonisation de l'espace	5
4	Déroulement du projet	7
4.1	Construction de la structure d'arbre	7
4.2	Trouver les dates des événements	7
4.3	Construire la structure du site internet	8
4.4	Afficher les données sur la page	8
5	Contraintes	8
5.1	Contraintes temporelles	8
5.2	Contraintes techniques	8
6	Ouverture	9
7	Références	9

1 Contexte biologique

La vie sur Terre est apparue il y a quelques milliards d'années. Il a fallu de nombreuses étapes pour que cette grande histoire parvienne jusqu'à l'Homme et ses espèces contemporaines. Cette histoire est parsemée de nombreuses péripéties qui ont résulté par l'apparition et la disparition de très nombreuses espèces. Les plus grandes variations sont dues à de nombreuses extinctions qui ont eu lieu au cours des temps géologiques. En revanche ces bouleversements dans l'histoire de la Vie restent à l'heure actuelle très flous quant à leur intensité et leur origine.

De nos jours, le grand public adopte une vision biaisée de l'évolution, tel qu'il existe qu'une seule extinction qui a été celle des dinosaures. Alors que d'après les connaissances actuelles, on peut recenser jusqu'à sept extinctions massives.

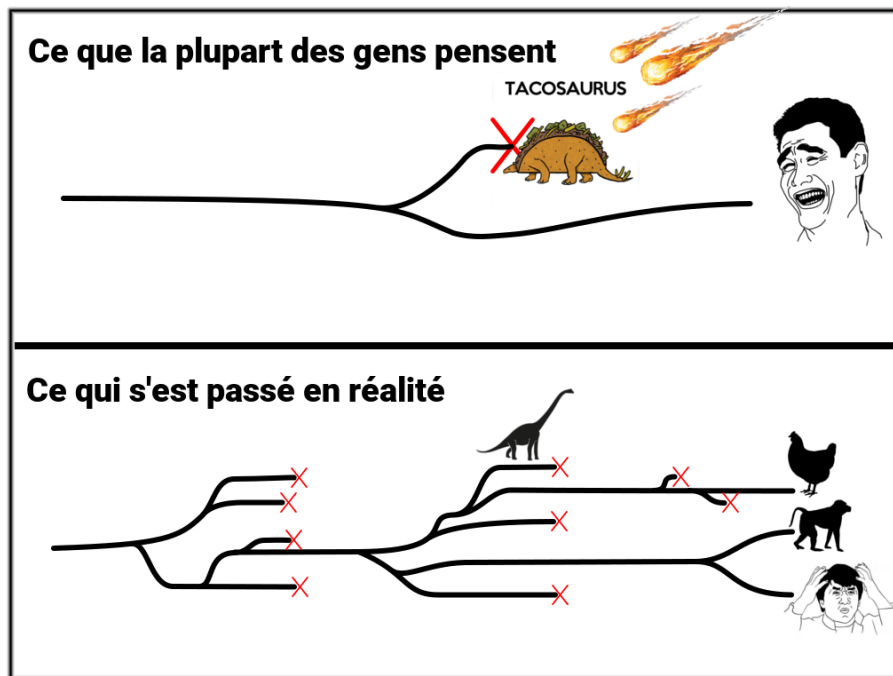


FIGURE 1 – La vision biaisée face à la connaissance actuelle.

Les trois chercheurs de l'Équipe Bioinformatique, Phylogénie et Génomique Évolutive au LBBE (UCBL Lyon 1), D. M. de Vienne, J.-P. Flandrois et L. Guéguen souhaiteraient sensibiliser le grand public à cette vision plus cohérente de l'évolution.

2 Analyse des besoins

L'idée serait de retracer ces événements à l'aide d'un site web interactif, qui pourra par la suite être utilisé dans un but pédagogique (Université, Musée, ...).

2.1 Caractéristiques de la plateforme à mettre en place

Le produit attendu sera un site web interactif et responsive, c'est-à-dire optimisé pour différents appareils (Ordinateur, Tablette, Smartphone, ...).

Il sera chargé de présenter la *timeline* de la vie, depuis son apparition jusqu'à ce jour. Les événements de la vie seront présentés sous forme d'un arbre orienté horizontalement, et explorable depuis une barre de navigation. De plus, cet outil permettra de mettre en lumière les différentes grandes crises qui ont eu un impact sur la densité des espèces au cours du temps. L'affichage mettra également l'accent sur les événements remarquables (tels que l'extinction des dinosaures).

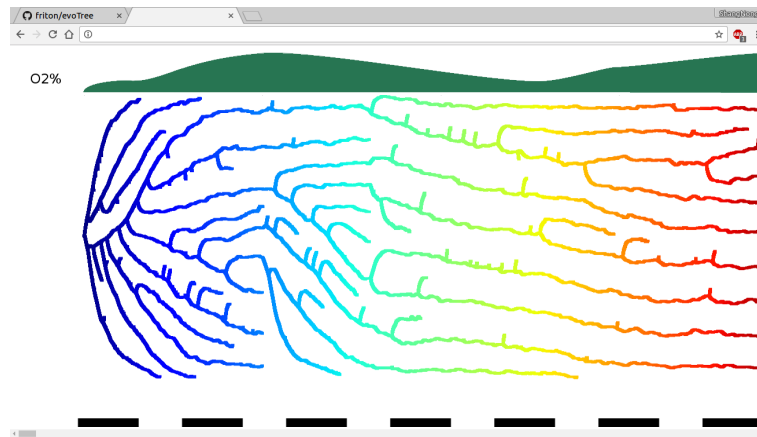


FIGURE 2 – Conception du futur site.

Nous souhaitons implémenter des informations supplémentaires concernant les taxons les plus représentatifs pour conserver un design intuitif et compréhensible. La navigation sera accompagnée d'une échelle de temps, afin que l'utilisateur puisse se situer dans l'immensité des temps géologiques.

2.2 Outils utilisés pour répondre aux besoins

HTML5/CSS3 La page web sera créée en HTML/CSS, qui assurera l'affichage des éléments de base. Nous utiliserons W3.CSS pour la décoration par simplicité et expérience. Il nous permettra de rendre notre page web responsive. Il sera donc consultable sur la plupart des appareils disponibles.

JavaScript La partie interaction et animations de base sera réalisée par des script JS. Quant à l'affichage des données plus sophistiquées, nous aurons recours à D3.js.

D3.js Il s'agit d'un framework graphique créé à base de JavaScript, spécialisé dans l'affichage de données ¹. Il nous permettra d'afficher l'arbre, la chronologie, ainsi que les diverses informations de manière interactive. Ce framework inclut de multiples packages qui donnent lieu à des représentations graphiques très riches.

Python 2.7 Pour générer notre arbre nous avons recours à un algorithme de colonisation de l'espace. Cet algorithme est écrit en Python 2.7, car le module Matplotlib permettant l'affichage de l'arbre n'étant pas encore bien fonctionnel sur la version 3 de Python. Nous sommes donc restés sur un script en Python version 2.7.

2.3 Ordre de priorité

Il est important de définir un ordre de priorité dans la gestion des tâches pour la réalisation de ce projet. Nous disposons en effet d'un temps imparti relativement court.

En première approche nous devrons élaborer un script pour générer un arbre qui soit le plus représentatif de l'histoire évolutive de la vie sur Terre. Cet arbre devra bien montrer l'existence des grandes extinctions.

En second lieu il faudra créer la monture de notre site, avec les différentes parties, notamment celle qui devra accueillir l'arbre. Une fois la structure du site terminée, nous devrons intégrer notre arbre avec des scripts javascript, notamment avec D3.js, pour obtenir les ramifications qui représenteront la biodiversité à un temps τ . Cet arbre sera accompagné d'une échelle des temps géologiques, qui nous servira à nous situer dans l'histoire évolutive.

Enfin, s'il nous reste du temps, nous pourrions peaufiner notre site en y ajoutant des options complémentaires, comme par exemple le taux d'oxygène présent lors d'une période particulière, ou encore les épisodes d'ères glaciaires. Ces informations complémentaires peuvent apporter une meilleure compréhension des événements qui ont fait varier la densité de la biodiversité au cours du temps.

3 Analyse de l'existant

Il existe sur internet des réalisations dont notre projet est inspiré. Nous avons également à disposition le script de W. DUCHEMIN ² adapté à partir de l'algorithme de colonisation de l'espace. Ce script permet de dessiner de manière réaliste des arbres en deux ou trois dimensions.

3.1 Pages Web existantes

Notre projet s'articulera sur un mélange de plusieurs concepts issus des sites suivants. Le but étant de représenter l'arbre de la vie tel que dans *Onezoom* mais de manière horizontale comme *If the moon were only one pixel* le présente.

1. <https://d3js.org/>

2. wandrille.duchemin@univ-lyon1.fr, UMR CNRS 5558, LBBE.

3.1.1 If the moon were only one pixel

L'idée de ce projet est de faire prendre conscience au grand public de l'immensité du vide qui nous entoure. Ainsi l'utilisateur se déplace dans le système solaire en scrollant horizontalement³. C'est en quelque sorte une carte du système solaire avec pour unité de base le diamètre de la lune représenté par un pixel. Une échelle graduée nous accompagne lors de ce voyage dans l'espace afin d'accentuer la grandeur de ses distances. L'utilisateur s'aperçoit alors très vite que la majorité du système solaire est constitué de vide. Pour rendre l'expérience plus ludique, les développeurs ont eu la bonne idée de combler le vide par des petits messages informatifs, parfois à ton humoristique. Il nous est aussi possible de voyager à la vitesse de la lumière, on se rend alors compte que même à cette vitesse le voyage est très long.

3.1.2 TimeTree

Ce projet a pour objectif de représenter l'histoire de la Terre. Les 4,5 milliards d'années de son existence sont symbolisées par le tour d'une horloge⁴. On peut alors situer dessus les grandes ères géologiques, d'important événements (formation de la lune par exemple) ainsi que les groupes biologiques majeurs dans l'évolution de la Vie. de plus, il s'agit d'un site interactif qui nous donne de nombreuses informations complémentaires.

3.1.3 Onezoom

Ici le but de ce site web est d'illustrer la classification des espèces (archée et eucaryote). Un arbre en forme de spirale représente la phylogénie de toutes les espèces⁵. On observe les relations entre espèces, et cela nous permet de prendre conscience de la diversité biologique grâce à la taille et au nombre de ramifications de l'arbre. La navigation au sein de cette spirale est rendue possible à l'aide de fonctions de zoom. De plus, nous pouvons obtenir des informations sur une espèce d'intérêt.

3.1.4 Lifemap

Ce site propose trois représentations différentes de l'arbre de la vie⁶, selon la source des données : *Open Tree of Life*, *NCBI Taxonomy* simplifié et *NCBI taxonomy* complète. Il nous est possible de zoomer au sein de cette taxonomie jusqu'à atteindre une espèce particulière.

3.2 Algorithme de colonisation de l'espace

Cet algorithme est utilisé dans les jeux vidéos pour fabriquer un arbre réaliste de manière aléatoire. Dans notre cas, il nous est demandé de le modifier et de l'adapter à la création d'un arbre de la Vie. Cet arbre devra démarrer à l'origine de la vie jusqu'à notre époque.

3. http://joshworth.com/dev/pixelspace/pixelspace_solarsystem.html

4. <http://deeptime.info/>

5. <http://www.onezoom.org/>

6. <http://lifemap.univ-lyon1.fr/>

Deux possibilités s'offrent à nous, soit réimplémenter l'algorithme en partant du départ, soit utiliser un script déjà écrit par W. DUCHEMIN. Pour ce dernier, il faudra le modifier pour les besoins du projet. De plus, ce script prend déjà en compte la possibilité d'ajouter des extinctions d'espèces. Le script fournit l'image suivante :

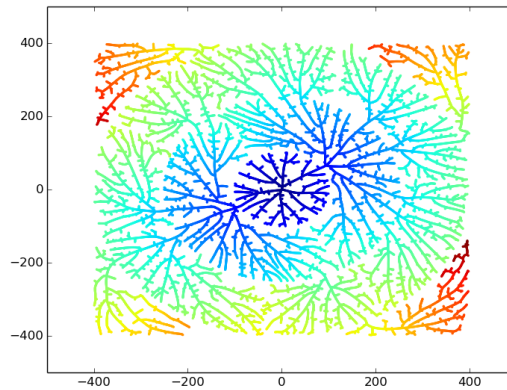


FIGURE 3 – Exemple d'arbre obtenu avec l'algorithme fourni.

Le fonctionnement de l'algorithme de base est décrit dans le papier *Modeling Trees with a Space Colonization Algorithm*⁷, Runions *et al*, 2007.

L'algorithme se déroule en différentes phases :

1. Création d'une zone que l'on remplit avec des points d'attractions de manière aléatoire (par exemple un rectangle de 200 de hauteur sur 1000 de longueur).
2. Positionnement de notre point d'initialisation de départ (pour nous en $x = 0$ et $y = 0$), voir la Figure 4.

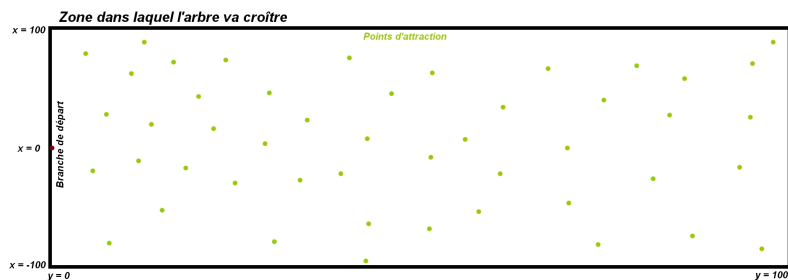


FIGURE 4 – Représentation des points d'attractions (vert) sur la zone de croissance.

7. <http://algorithmicbotany.org/papers/colonization.egwnp2007.pdf>

3. Pour chaque point d'attraction, on récupère la branche la plus proche présente dans son rayon d'attraction. Si cette branche est dans un « rayon minimum » par rapport au point d'attraction, ce dernier devient inactif.
4. On calcul un vecteur, pour chaque branche, en prenant en compte tout les points d'attractions. Chaque vecteur dépend des points d'attractions ainsi que du vecteur parent. Par la suite, on crée un nœud fils, qui va dépendre du vecteur précédent (voir Figure 5).

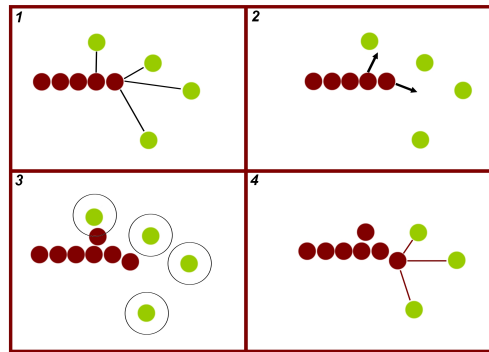


FIGURE 5 – Exemple de croissance sur un pas de temps.

5. On réitère cet algorithme jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de possibilité de croître, ou que la boucle atteigne son maximum.

4 Déroutement du projet

Le projet sera articulé suivant différentes parties qui devront être réalisées dans un certain ordre.

4.1 Construction de la structure d'arbre

En premier abord, nous devons adapter l'algorithme de la colonisation de l'espace pour pouvoir répondre à notre problématique. Pour cela, il devra répondre aux critères suivants :

1. Il doit pouvoir se développer de la gauche vers la droite, et montrer les différentes extinctions qui se sont déroulés.
2. L'arbre doit être le plus représentatif de ce qui s'est vraiment passé. On doit ainsi supprimer les petites branches qui peuvent apparaître suite à l'expansion des ramifications.
3. L'arbre ne devra pas contenir de branches s'orientant de la droite vers la gauche.

4.2 Trouver les dates des évènements

En parallèle de la construction de l'arbre, nous allons récolter les dates des événements publiés dans la littérature. Etant donné que la précision de ces

dates est floue à l'heure actuelle, nous proposons de considérer l'étendue de ces valeurs au sein d'un intervalle. Il sera discuté auprès de paléontologues, connus du laboratoire.

4.3 Construire la structure du site internet

Ensuite, nous devons mettre en place la structure du site internet pour qu'il puisse intégrer l'arbre que nous aurons généré. Ce site internet sera composé de quatre parties distinctes.

La première comportera un menu, qui permettra notamment la navigation à travers les âges géologiques. Comme par exemple atteindre une certaine extinction.

La deuxième partie comprendra des informations supplémentaires, comme par exemple le taux d'oxygène présent, ou encore si nous sommes en présence d'une ère glaciaire.

La partie suivante représentera la partie principale du site, ce sera celle qui va contenir l'arbre de la Vie. Cette partie devra utiliser des packages D3.js pour dessiner l'ensemble des ramifications de l'arbre que nous avons généré.

Enfin, le bas de la page sera composé de l'échelle des temps géologiques, afin de se donner une représentation de la grandeur de ces ères.

4.4 Afficher les données sur la page

Une fois le site construit, et l'arbre généré, nous devons par la suite réussir à intégrer cette structure à notre site internet. Pour cela nous utiliserons le framework D3.js, qui nous permettra de réaliser des représentations graphiques depuis un fichier de points. Ce fichier indiquera les coordonnées de ces points à dessiner, ce que le script de D3.js se chargera d'afficher.

5 Contraintes

5.1 Contraintes temporelles

La date de rendu du cahier des charges est prévue le vendredi 17 février. La soutenance est prévue provisoirement le vendredi 24 mars, dont le livrable devrait être rendu deux jours avant. Le projet doit être développé dans une période d'environ un mois.

5.2 Contraintes techniques

La principale contrainte technique résidera dans l'appréhension et la compréhension de l'algorithme de colonisation de l'espace. Il faudra pouvoir l'adapter à nos besoins, c'est-à-dire qu'il puisse s'ancrer correctement au sein de notre site. Nous devons également orienter le sens de son expansion, de la gauche vers la droite. Enfin, il devra bien marquer les grandes extinctions qui se sont déroulés lors des temps géologiques.

D'autres contraintes peuvent apparaître, notamment lorsque nous devons intégrer notre arbre sur notre site internet, il faudra alors bien trouver une concordance entre les différents codes que nous allons utiliser. De plus, nous devons faire l'apprentissage de la riche bibliothèque Javascript qu'est D3.js.

6 Ouverture

Après avoir finalisé notre projet, nous pouvons nous projeter un petit plus loin de ce qui aura été fait. Ce travail fourni pourra servir de base à d'autres développeurs, ou encore pourra être mis en ligne pour en donner l'accès au public. Nous pouvons également penser à l'intégrer au sein de musées, afin d'apporter une touche ludique à l'Histoire de l'origine de la Vie. De nombreuses options pourons être implémenter, cela peut aller à la description très précises d'espèces, et non pas s'arrêter aux taxons. On peut aussi penser à rajouter des options supplémentaires, comme par exemple les fossiles connus, pour montrer jusqu'où nous sommes capable de remonter.

7 Références

1. Adam Runions, Brendan Lane, and Przemyslaw Prusinkiewicz Department of Computer Science, University of Calgary, Canada, 2007, D. Ebert, S. Mérillou (Editors). Eurographics Workshop on Natural Phenomena. **Modeling Trees with a Space Colonization Algorithm**