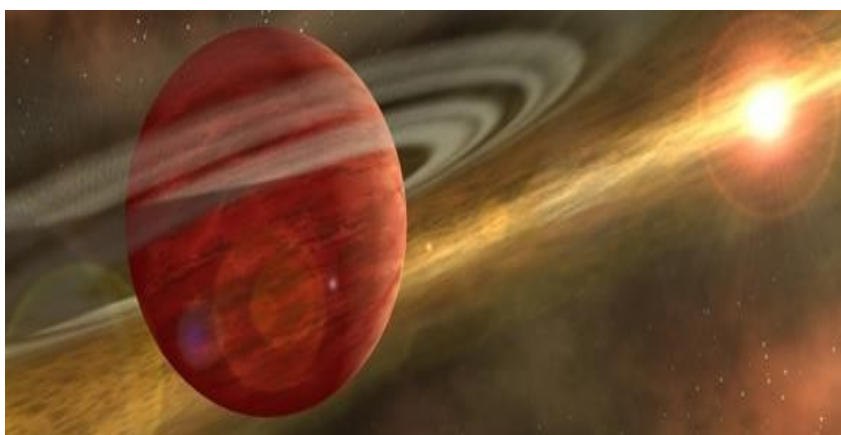


# RAPPORT PROJET TRANSVERSE

**Thème : Recherche d'eau sous forme liquide sur les Exoplanètes**



## Table des matières

### I. Introduction

### II. Réalisation du projet

- 1) Partie théorique du projet et fonctionnalités
- 2) Présentation de la base de données et la zone habitable des différentes étoiles et fonctionnalités
- 3) Présentation des différentes pages Web et fonctionnalités
- 4) Présentation de l'application mobile et fonctionnalités

### III. Conclusion

Ce projet a été mener par une équipe de cinq (5) étudiants d'Efrei Paris en licence 3 (L3) informatique parmi lesquels j'étais le chef de projet. Voici une idée globale de notre projet.

## I. Introduction :

La recherche de présence d'eau sur les exoplanètes mobilise d'innombrables chercheurs, et justifie des investissements considérables en instrumentation terrestre et spatiale. Ayant tous un point commun, l'admiration de l'astronomie, cette dernière a suscité en nous une envie de recherche afin de répondre à la problématique posée dans notre cahier de charge.

L'objectif de ce projet est de déterminer à travers un programme, en langage python, la zone d'habitabilité de différentes étoiles afin de pouvoir affirmer si oui ou non une exoplanète gravitant autour d'elles est susceptible d'avoir de l'eau sous forme liquide.

## Organisation :

## II. Réalisation du projet :

### 1) Partie théorique du projet et fonctionnalités :

#### *$\alpha$ - Effet de serre et distinction des cas d'études:*

L'effet de serre est un phénomène naturel. En effet, la terre absorbe naturellement 70% du rayonnement solaire tandis que le reste de ce dernier est renvoyé vers l'espace.

Sous l'effet de la réverbération, en d'autres termes, le rayonnement solaire absorbé est alors transformé en rayonnement infrarouge et restitué dans l'atmosphère.

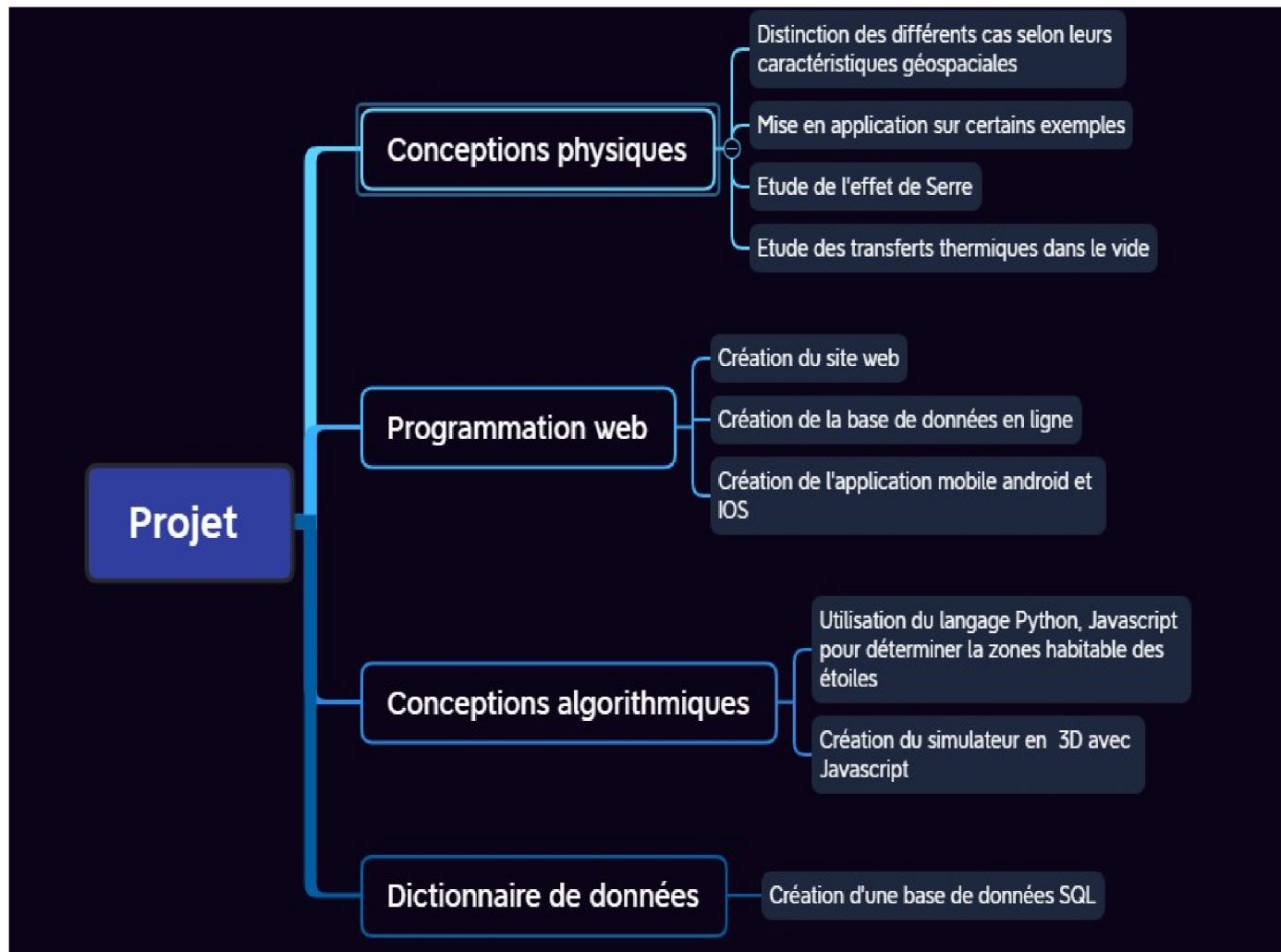
A vrai dire, la température à la surface de la terre dépend directement de la concentration des gaz dit à effet de serre à titre d'exemple CO<sub>2</sub>, l'eau et le méthane, qui peuvent être dans l'atmosphère. Ainsi, le soleil étant traité comme un corps noir et qui émet de son côté dans tout l'espace, et donc un rayonnement qui arrive au niveau de la terre. Alors c'est grâce à un bilan radiatif au niveau de la terre, qu'on va calculer la température moyenne de la surface de la terre avec des modèles de plus en plus raffinés pour arriver à une description de plus en plus réaliste, ces résultats pourront donc être adapter aux restes des exoplanètes.

Pour cela, on va voir et étudier six modèles :

1-la planète sans atmosphère sans albédo.

2-la planète sans atmosphère avec albédo.

3-la planète avec atmosphère sans albédo.



4-la planète avec atmosphère avec albédo.

5-la planète avec atmosphère sans albédo et avec absorption du rayonnement infrarouge par les gaz à effet de serre

6-la planète avec atmosphère avec albédo et avec absorption du rayonnement

Et grâce à ce dernier modèle, on peut arriver à estimer la température de la surface de la terre à une vingtaine de degrés, ce qui correspond effectivement à une valeur moyenne. Ceci est donc un bilan intéressant et ce sont des raisonnements de base. En effet, on va traiter la terre, le soleil et même l'atmosphère comme étant des corps noirs. Et vu que le corps noir est un corps qui absorbe absolument toutes les radiations qui lui arrive quelles que soient leur longueur d'onde.

Pour mener à bien, cette conception physique, nous avons eu, dans un premier temps besoin de la loi de **STEFAN**, la constante de **Botzman**, la loi de **WIEN**, l'expression de la puissance rayonnée par un corps, et le flux thermique.

Tout au long de cette expérience, nous allons traiter la terre, le soleil et l'atmosphère comme un corps noir. Un corps noir est objet qui absorbe toute l'énergie qu'il reçoit.

Pour cela nous allons utiliser la loi de Stephan :

$$\frac{dP}{dS} = T^4$$

Où

$\frac{dP}{dS}$

: est la puissance surfacique

$dS$

T : La Température

: La constante de Botzman

On recherche la puissance que la terre reçoit du soleil, pour cela on utilise

$$P_s = 4 \pi R_s^2 \sigma T_s^4$$

$P_s$  étant la puissance rayonnée par le soleil.

$$P_s \rightarrow t = \frac{R_t^2}{4 D_{st}^2} P_s$$

- Flux Solaire :

$$\varphi_s = \frac{P_s}{S_s \rightarrow t} = \frac{P_s}{4 \pi D_{st}^2}$$

- Loi de Wien :

$$m \cdot T = 2900 \text{ mK}$$

Nous allons pour cela étudier en tout 6 cas, tous auront donc des paramètres différents qui varient. L'atmosphère, l'albédo et l'absorption.

**1<sup>er</sup> cas : Température de la planète sans atmosphère, sans albédo.**

$$P_s \rightarrow T_1 = 4\pi R_t^2 \sigma T_1^4 = P_s \frac{R_t^2}{4D_{st}^2}$$

$$\Rightarrow 4\pi R_t^2 \sigma T_1^4 = 4\pi R_s^2 \sigma T_s^4 \frac{R_t^2}{4D_{st}^2}$$

$$\Rightarrow T_1 = T_s \frac{R_s^2}{4(D_{st})^2}$$

$$= 7^\circ\text{C} = 280^\circ\text{K}$$

### 2ème cas : Planète sans atmosphère sans albédo

$$4\pi R_t \sigma (T_2)^4 = (1 - A) P_s \rightarrow T_1$$

$$T_2 = (1 - A)^{1/4} T_1$$

$$T_2 = -17^\circ\text{C} = 256\text{ K}$$

### 3ème cas : Planète avec atmosphère sans albédo

Terre :

$$\varphi_a + \varphi_b = \varphi_t$$

Atmosphère :

$$\varphi_t = 2\varphi_a \Rightarrow \varphi_a = \frac{\varphi_t}{2}$$

$$\varphi_s + \frac{\varphi_t}{2} = \varphi_t \Rightarrow \varphi_t = 2\varphi_s$$

$$T_3 = 2^{\frac{1}{4}} T_1$$

$$T_3 = 2^{1/4} T_1 = 60^\circ\text{C} = 332\text{ K}$$

### 4ème cas : Planète avec atmosphère et albédo

$$T_4 = (2)^{\frac{1}{4}} (1 - A) T_1$$

$$T_4 = 31^\circ\text{C} = 304\text{ K}$$

### 5ème cas : Planète avec atmosphère, sans albédo avec absorption

Terre :

$$\varphi_a(1 - \alpha)\varphi_s = \varphi_t$$

Atmosphère :

$$\alpha\varphi_s + \varphi_t = 2\varphi_a \Rightarrow \varphi_t = (2 - \alpha)\varphi_s$$

$$T_5 = (2 - \alpha)^{1/4} T_1$$

avec  $\alpha = 30\%$

$$T_5 = 46^\circ\text{C} = 319\text{K}$$

### 6ème cas : Planète avec atmosphère, avec albédo et absorption

$$T_5(1 - A)(2 - \alpha) = 4\pi(Rt)^2\sigma T_6$$

$$\Rightarrow T_6 = (1 - A)^{1/4}(2 - \alpha)^{1/4} T_1$$

$$T_6 = 19^\circ\text{C} = 292\text{K}$$

### b- Transfert thermique dans le vide: fourrier

Dans cette partie on a traité la diffusion thermique dans le vide.

Pour commencer, on a déterminé la géométrie du problème, qui est bien sphérique, et généralement un problème invariant par toute rotation de centre. Par la suite, viendra l'application du premier principe sur une tranche infinitésimale, pendant une durée infinitésimale : c'est bien le bilan thermique, puis le calcul de résistance de conduction thermique, application de la loi de Fourier, pour qu'on puisse déterminer le champ de température des étoiles certes, dans notre cas, le flux admis est uniforme (dans l'espace). Or, il n'y a pas une production de chaleur, et le flux à travers toute sphère de rayon  $r$  se conserve en régime permanent.

Rappel :

Loi de Fourier :

1 dimension :

$$\vec{\varphi}(x, t) = -\lambda \frac{\partial T(x, t)}{\partial x} \vec{e}_x$$

3 dimensions :

$$\vec{\varphi}(\vec{r}, t) = -\lambda \left( \frac{\partial T}{\partial x} \vec{e}_x + \frac{\partial T}{\partial y} \vec{e}_y + \frac{\partial T}{\partial z} \vec{e}_z \right)$$

Avec

= Conductivité thermique ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

$\varphi$  = densité de flux thermique ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )

On a par la suite l'équation de conservation de la chaleur à 1 dimension :

$$\begin{aligned}\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \rho * C_v \frac{\partial T}{\partial t} &= 0 \\ \Rightarrow \frac{\partial}{\partial x} \left( -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \rho * C_v \frac{\partial T}{\partial t} &= 0 \\ \Rightarrow \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} &= \rho \times C_v \frac{\partial T}{\partial t}\end{aligned}$$

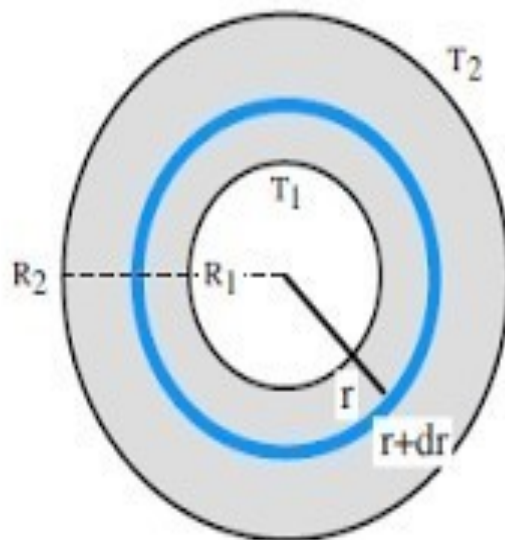
On applique le même raisonnement pour la conservation à 3 dimensions.

On note  $D = \frac{\lambda}{\rho C_v}$  : La diffusivité thermique (  $m^2/s$  )

### Problème Sphérique :

Dans ce projet, on considérera chaque système planétaire comme étant des sphères.

Dans ce cas présent la conductivité thermique est réduite à 1 car nous sommes dans le vide ( =1 ).



## 2) Présentation de la base de données et la zone habitable des différentes étoiles et fonctionnalités :

Les Etoiles possèdent des zones dites habitables dans lesquelles nous pouvons trouver de l'eau liquide au sein des planètes qui y gravitent. Pour cela, ladite exoplanète doit être située à une bonne distance de son étoile, elle ne doit pas être trop grosse pour ne pas laisser s'échapper des molécules d'oxygène ni trop petite pour laisser s'échapper la vapeur d'eau. Une zone habitable est définie pour une température d'équilibre comprise entre 300 K et 400 K, dans



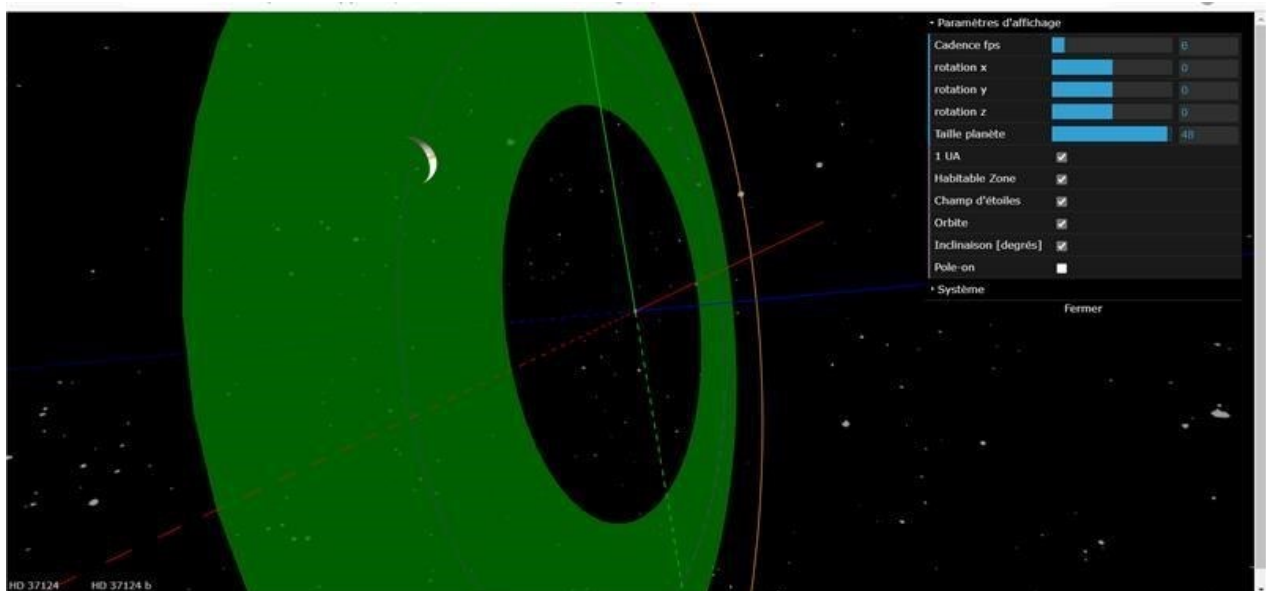
cette optique, nous avons utilisé la base de données que nous avons mise au point sur notre page web. Nous avons vérifié la possibilité d'obtention d'eau liquide en examinant les planètes ayant une température d'équilibre comprise entre 200 K et 500 K car en effet nous nous sommes rendu compte qu'il y a certaines planètes ayant des températures inférieures à 300 K ou supérieures à 400 K et qui sont dans la zone habitable de leur étoile. En s'appuyant sur notre simulateur 3 D, nous avons mis en place une base de données permettant aux utilisateurs d'avoir une liste de planètes ayant de l'eau liquide et d'autres pouvant l'avoir si elles respectent certains critères tels qu'une atmosphère propice, un albedo assez fort pour rejeter au moins 20% de l'énergie lumineuse absorbée venant de son étoile.

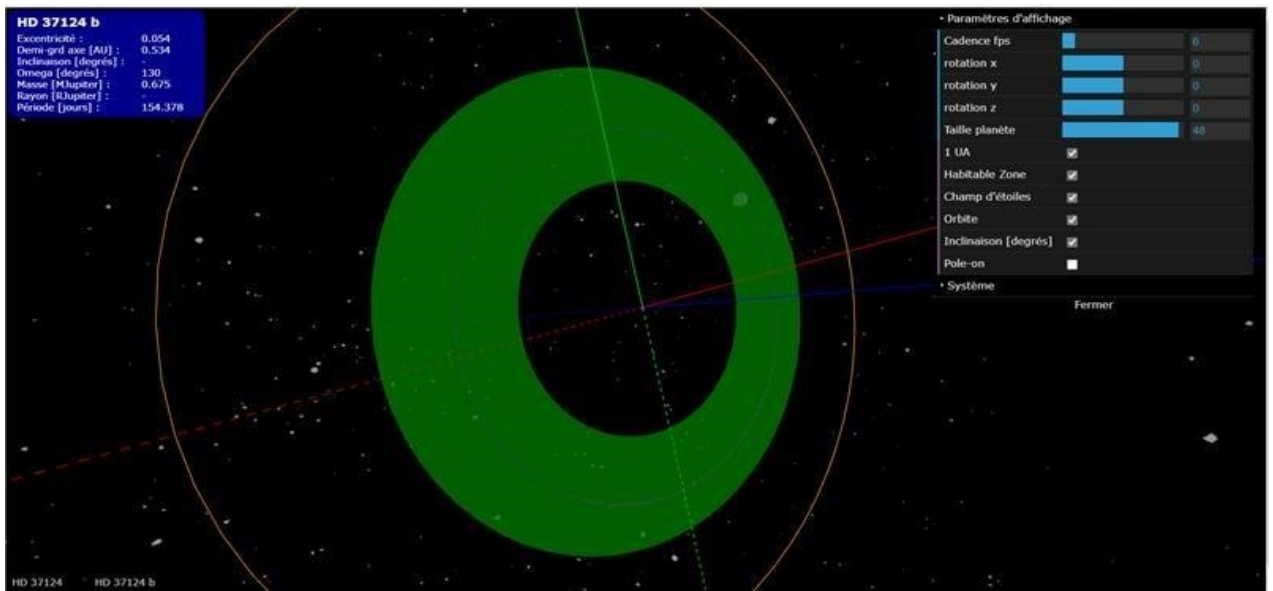
Dans le but d'avoir un meilleur aperçu de la zone habitable, nous avons simulé en 3 D différents systèmes planétaires au moyen de JavaScript.

Vous trouverez ci-joint au fichier zip du projet la base de données des exoplanètes habitables que nous avons pu trouver grâce à notre simulateur 3D.

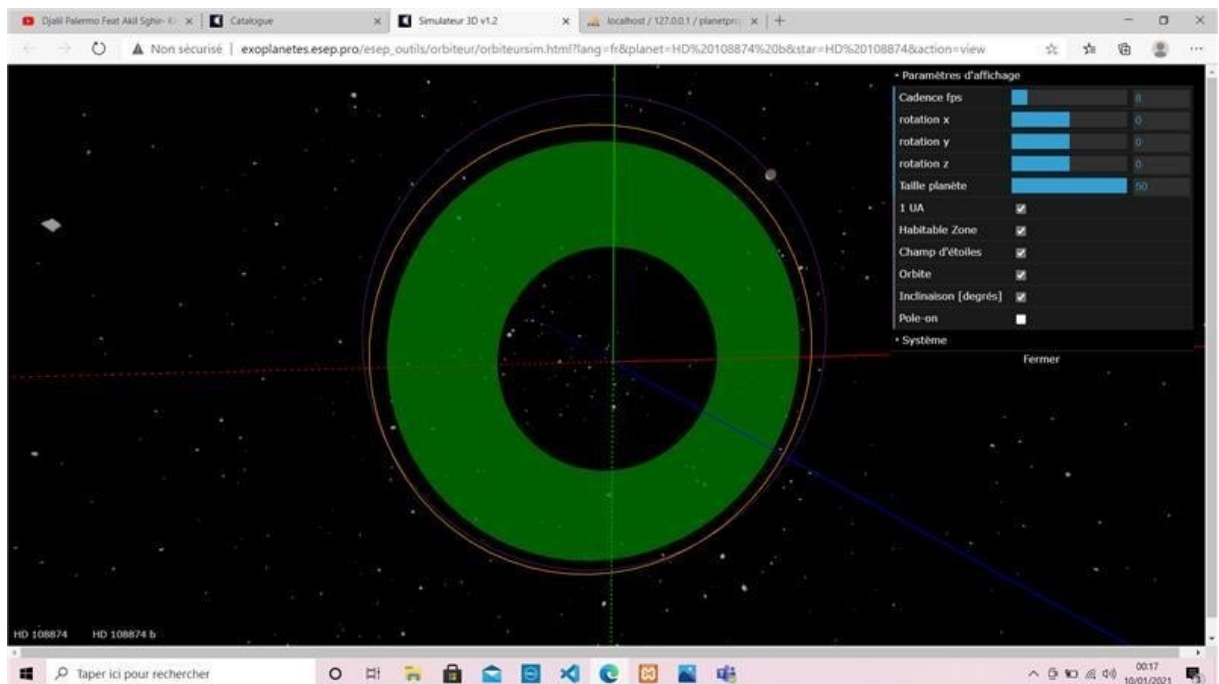
### **Illustrations :**

- 1) cette planète est parfaitement dans la zone habitable de son étoile. Alors elle possède de l'eau sous forme liquide.

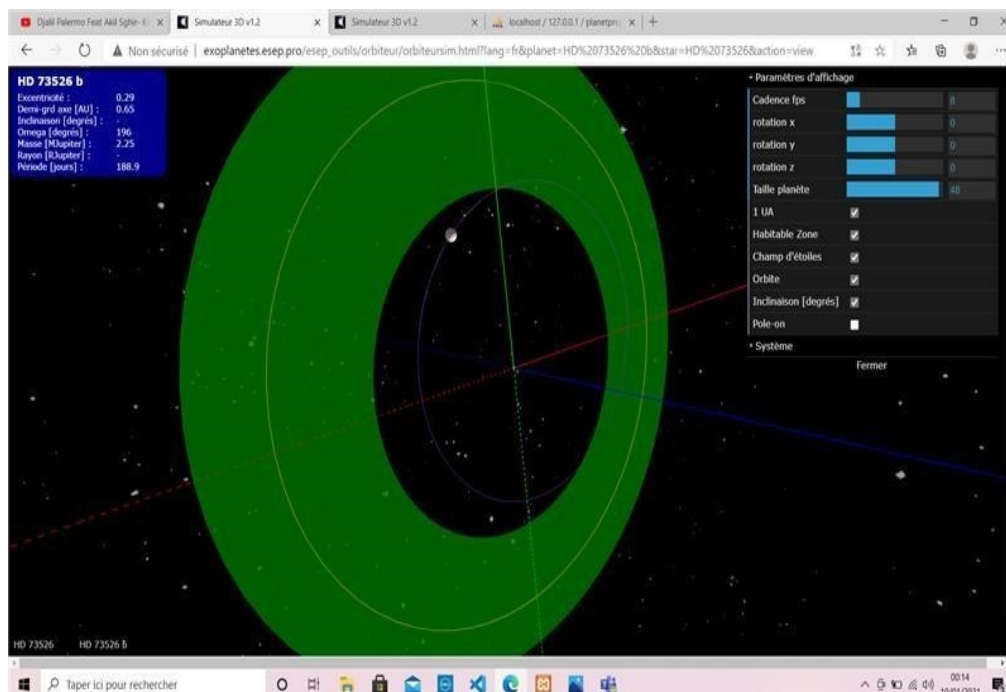




- 2) Cette planète compte à elle n'est pas dans la zone habitable de son étoile. Donc ne peut avoir d'eau sous forme liquide.



- 3) Cette planète est partiellement dans la zone habitable de son étoile. Toutefois, elle peut avoir de l'eau liquide. En effet, elle possède une atmosphère assez épaisse pour diminuer la puissance lumineuse venant de son étoile ou si elle possède un albédo considérable.



### 3) Présentation des différentes pages Web et fonctionnalités :

#### a- Plateforme Internet / Site Web :

##### • Les dessous du Site web :

Après avoir exploré la partie de notre projet concernant l'aspect théorique c'est à dire physique, algorithmique ainsi que la base de données, il nous a fallu développer une surface pour mettre en place nos résultats. La réalisation du site web a été conçue par nos soins, à l'aide d'une part d'un module que nous avons eu la chance de pratiquer durant le semestre ainsi que d'un travail scientifique durant le projet. Pour la réalisation d'un site web, les entreprises ou bien particulier préconisent cinq langages de programmation. Nous avons opté pour, vu la complexité de la chose, trois « langages ». Dans un premier temps, Java script qui est langage initialement utilisé pour faire du front end c'est à dire créer des interfaces utilisateurs, mais qui peut être utilisé en programmation de site internet serveur grâce à Node JS.

JavaScript est un langage informatique utilisé sur les pages web. Ce langage a la particularité de s'activer sur le poste client, en d'autres mots c'est votre ordinateur qui va recevoir le code et qui devra l'exécuter. C'est en opposition à d'autres langages qui sont activés côté serveur. L'exécution du code est effectuée par votre navigateur internet tel que Firefox ou Internet Explorer. Pour une structure d'un site internet complet on se doit de combiner plusieurs outils, notamment le HTML 5 et le CSS.

Le HTML5, pour HyperText Markup Language 5, est une version du célèbre format HTML utilisé pour concevoir les sites Internet. Celui-ci se résume à un langage de balisage qui sert à l'écriture de l'hypertexte indispensable à la mise en forme d'une page Web. Lancée en octobre 2014, cette version HTML5 apporte de nouveaux éléments et de nouveaux attributs par rapport à la version précédente. Elle offre par exemple la possibilité de définir le contenu principal d'une page Web, d'ajouter une introduction [en header](#), d'insérer un sous-titre à un contenu multimédia de type vidéo, etc.

CSS est l'acronyme de « Cascading Style Sheets » ce qui signifie « feuille de style en cascade ». Le CSS correspond à un langage informatique permettant de mettre en forme des pages web HTML ou XML). Ce langage est donc composé des fameuses « feuilles de style en cascade » également appelées fichiers CSS (.css) et contient des éléments de codage. Le HTML, CSS ainsi que JavaScript nous ont donc permis de nous pencher sur la conception du site.

### • **L'interface :**

Après avoir vu l'aspect théorique de la conception de notre plateforme, il nous faut nous intéresser à l'ergonomie du site. En effet, nous avons développé le site web afin de mettre en avant les résultats produits. Pour cela nous avons créés une plateforme contenant différentes pages, suivant tout de même le cadre temporel de notre projet. Après maintes recherches nous en avons conclu qu'il serait très intéressant que le site LifeWater project contiennent 5 différentes pages. Ces pages ont été mises en place par rapport au besoin du projet, afin d'explicitier la chose, nous allons voir des exemples détaillés.

### **A) Page Accueil :**

Après avoir mis en place l'adhésion de l'utilisateur, il nous a fallu définir les bases du projet. En effet, cela est important pour la compréhension du projet. Une page d'accueil nous permet donc de faire part de notre vision des choses ainsi que l'objectif du projet initié nommé « Life Water Project » par notre équipe. Dans cette page nous définissons ce que l'on a vu précédemment dans la partie théorique/physique du projet, c'est-à-dire :

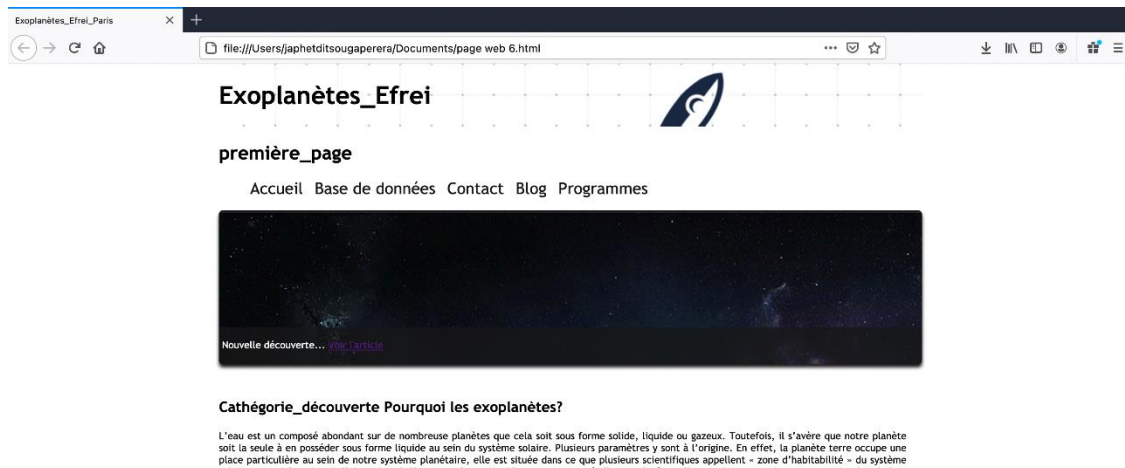
**-Qu'est-ce qu'une exoplanète ?**

**-Pourquoi nous sommes tant intéressés ?**

**-Qu'est-ce qu'une zone habitable ?**

Ces interrogations mettent directement l'utilisateur dans le contexte spatial du projet, qui n'a pas de complexité scientifique. C'est pour cela que tout type de personne est invité à intégrer ce projet. Nul n'a besoin d'avoir une connaissance scientifique développée. A contrario cela permet de développer sa culture générale scientifique. De plus, l'utilisateur comprend enfin la logique de notre projet, avec les différentes pages. Effectivement, il y a la partie « Programmes » qui découle de la partie Physique, puis la « Base de données » le noyau du projet, enfin le « Blog ».

## Capture d'écran Page d'Accueil site Life Water Project



Il existe également différents liens pour accéder directement aux autres pages. Tout dépend de l'envie de l'utilisateur, puisqu'il existe également des liens directement vers des articles du blog, si celui-ci désire approfondir le sujet ainsi que les explications concernant les exoplanètes. **B) Base de Données :**

Bien que le projet soit plutôt complet à tout point de vu, c'est à dire Physique, Algorithmique, Informatique, Recherche Scientifique, Marketing, la pierre angulaire de ce projet est la base de données. Nous avons dans l'accueil parlé de zone habitable ainsi que d'exoplanètes, on se devait donc de faire part de nos résultats et de notre base de données aux utilisateurs. Pour la création de cette base de données, nous avons pris en compte différents facteurs comme vous pouvez le voir ci-dessous, notamment, la masse de l'exoplanète, son degré d'inclinaison, sa température, ainsi que sa découverte. Nous ressasons donc les exoplanètes sous divers critères pour les répertorier. Il en existe neuf, défini en anglais pour la compréhension physique de celle-ci. Nous avons notamment la Masse et le Rayon noté respectivement « Mass » et « Radius ». Dans ce cas nous comparons la masse et le rayon de la planète par apport à celle de la planète Jupiter. Effectivement, les masses et rayons sont les éléments qu'il nous faut, élément témoin afin de mieux saisir la chose, Jupiter étant la planète la plus grande du système solaire, est parfaite pour endosser ce rôle.

## Capture d'écran Page Base de données

Catalogue

file:///Users/japhetditsougaperera/Documents/Catalogue2\_fichiers/Catalogue2.html

- Accueil
- Base de données
- Contact
- Blog
- Programmes

bleu : les liens vers le simulateur 3D

Rechercher :

Exoplanète	statut	catégorie	détection	année	période	a	e	i	omega	mol.	M_pl	R_pl	teq	densité	Etoile	distance	alpha	delta	magV	métal	M_st	R_st	Cl
<a href="#">OGLE-TR-56 b</a>	confirmée	jovienne froide	transit	2002	1.212	0.0230	78.8	-	1.3	1.2	-	0.93	<a href="#">OGLE-TR-56</a>	1500	269.146-29.53916.6	-	1.17	1.32	G				
<a href="#">HD 73256 b</a>	confirmée	jovienne chaude	vitesse radiale	2003	2.549	0.0370.029-	337.3		1.87	-	1205	-	<a href="#">HD 73256</a>	36.5	129.096-30.0378.08	0.29	1.05	0.89	G8/K				
<a href="#">HD 83443 b</a>	confirmée	jovienne chaude	vitesse radiale	2002	2.986	0.0410.007-	117.3		0.4	1.04	1219	0.44	<a href="#">HD 83443</a>	43.54	144.296-43.2718.23	0.35	0.9	1.04	K0 V				
<a href="#">HD 46375 b</a>	confirmée	jovienne chaude	vitesse radiale	2000	3.024	0.0410.053-	113.7		0.23	1.02	1132	0.27	<a href="#">HD 46375</a>	33.4	98.3	5.463	7.94	0.24	0.91	1	K1 I		
<a href="#">HD 179949 b</a>	confirmée	jovienne chaude	vitesse radiale	2000	3.093	0.0450.011-	189.3	CO, H2O	0.92	1.05	1420	0.99	<a href="#">HD 179949</a>	27	288.888-24.1796.25	0.22	1.28	1.19	F8 V				
<a href="#">HD 187123 b</a>	confirmée	jovienne chaude	vitesse radiale	1998	3.097	0.0430.01 -	25		0.52	-	1321	-	<a href="#">HD 187123</a>	50	296.73834.421	7.86	0.16	1.06	1.17	G5			
<a href="#">HD 187123 c</a>	confirmée	jovienne froide	vitesse radiale	1998	3810	4.89	0.252-	250	1.99	-	123	-	<a href="#">HD 187123</a>	50	296.73834.421	7.86	0.16	1.06	1.17	G5			
<a href="#">tau Boo b</a>	confirmée	jovienne chaude	vitesse radiale	1996	3.313	0.0460.07945	218.4	H2O	5.84	1.06	1497	6.08	<a href="#">tau Boo</a>	15.6	206.82117.457	4.5	0.28	1.3	1.331	F7 V			
<a href="#">BD-10 3166 b</a>	confirmée	jovienne chaude	vitesse radiale	2000	3.488	0.0460.011-	345.4		0.46	1.03	1452	0.52	<a href="#">BD-10 3166</a>	66	164.617-10.77	10.08	0.5	0.99	1.71	G4 V			
<a href="#">HD 75289 b</a>	confirmée	jovienne chaude	vitesse radiale	1999	3.51	0.0460.022-	136.3		0.47	1.03	1407	0.53	<a href="#">HD 75289</a>	28.94	131.917-41.7366.35	0.29	1.05	1.25	G0 V				
<a href="#">HD 209458 b</a>	confirmée	jovienne chaude	transit	1999	3.525	0.0480.00986.59	43.8	CH4, CO, CO2, H, HCN, H2O, Na, TiO, VO, O2, ...	0.69	1.38	1352	0.33	<a href="#">HD 209458</a>	47	330.79218.885	7.65	0.02	1.1481.203	G0 V				

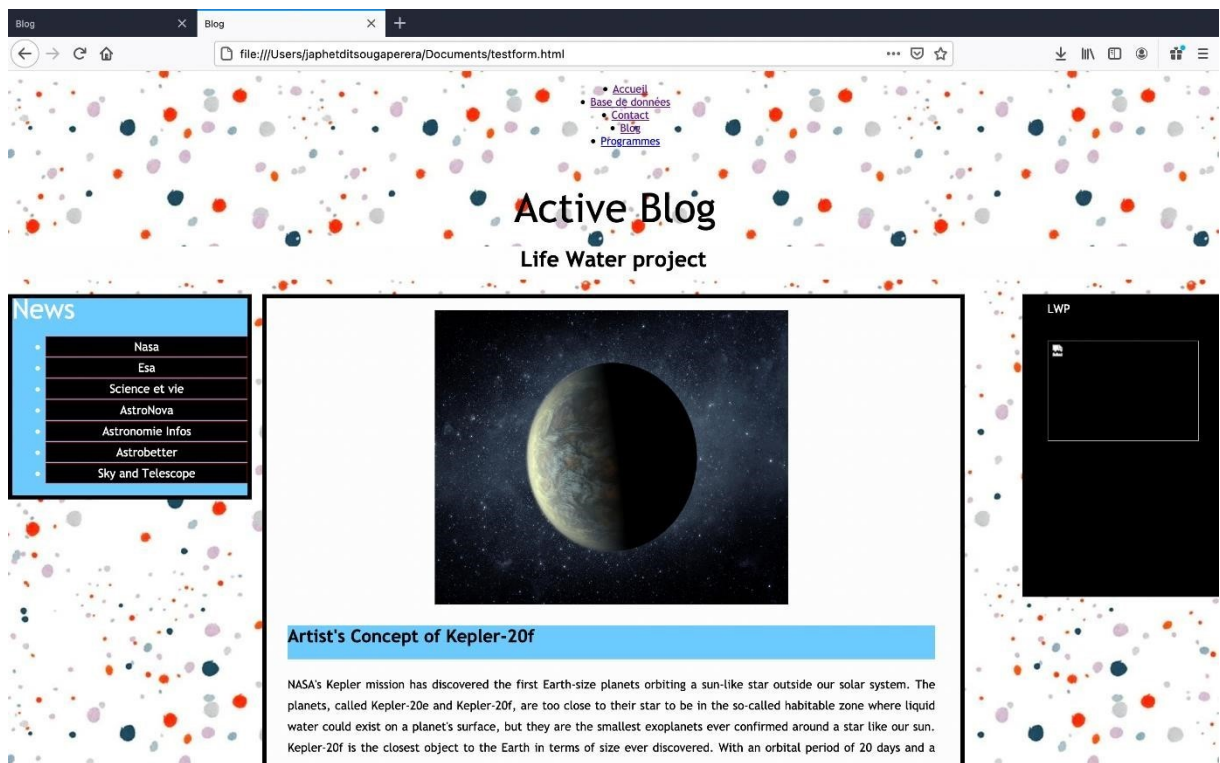
La maniabilité de celui-ci est basique, pour une bonne adaptation rapide de l'utilisateur. Cette base de données est constituée de 4374 planètes différentes, de plus de 3234 systèmes planétaires et de 715 galaxies. Comme nous allons le découvrir par la suite il existe un blog avec divers articles qui est corrélé avec cette base de données. On a remarqué que dans ces articles il est en partie question d'exoplanètes. Il y a donc une recherche possible dans la base de données afin d'avoir maintes informations sur les exoplanètes qu'il va rencontrer au cours de son « exploration ». Nous avons donc développé cet aspect pour que l'utilisateur joue avec ces informations et qu'il conçoive les différences entre toutes ces exoplanètes.

### C) Le Blog :

Nous arrivons maintenant dans la partie blog, qui permet l'attractivité de notre site. Ce blog est composé de divers articles péchés dans différents site libres de droit d'auteur. Lorsque l'on parle de site libre de droit d'auteur, nous parlons de site reconnu internationalement dans le monde scientifique pour la véracité de ses publications. Cela est très important pour la crédibilité de notre projet que ces sources soient fiables. Comment avons-nous procédé ? Nous avons simplement récolté les articles concernant notre projet et pour plus d'ouverture sur d'autres sujets nous avons mis un système de lien accessible sur le blog afin de permettre à nos utilisateurs de s'intéresser à d'autres domaines. Il existe à cette heure 11 articles postés sur le blog, bien évidemment le thème général est basé sur les exoplanètes.

*Capture d'écran Page Blog*

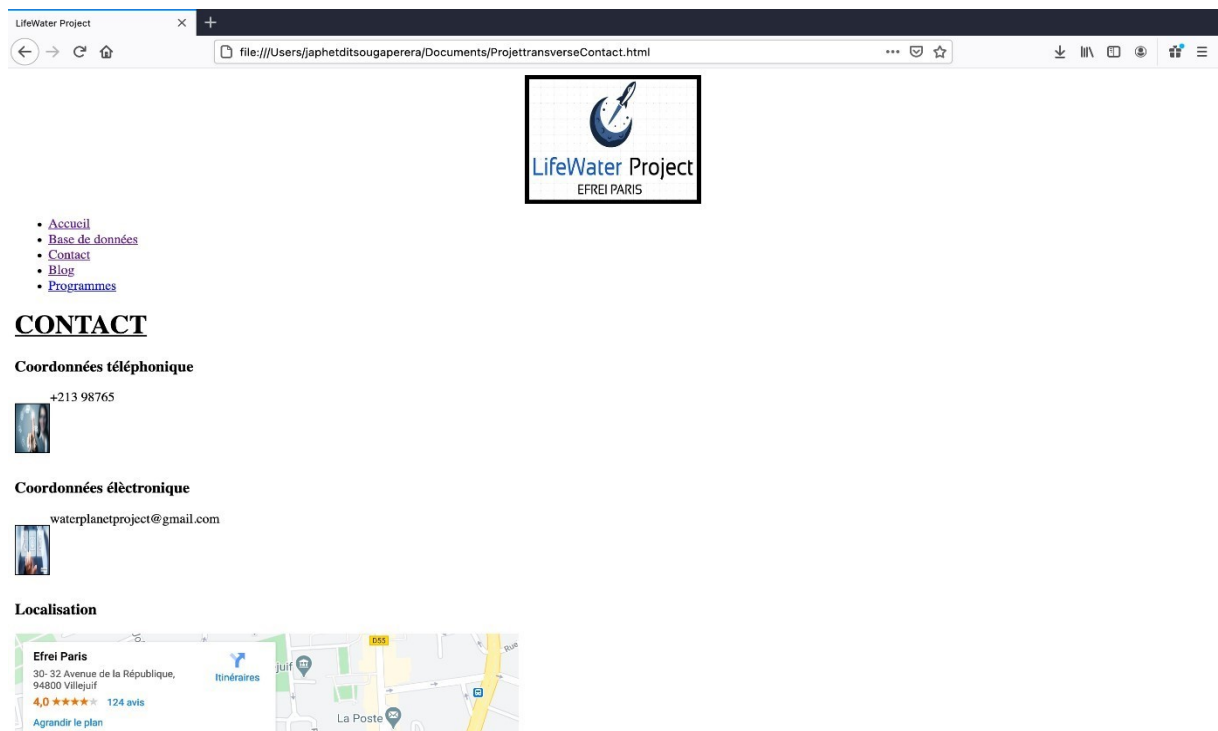




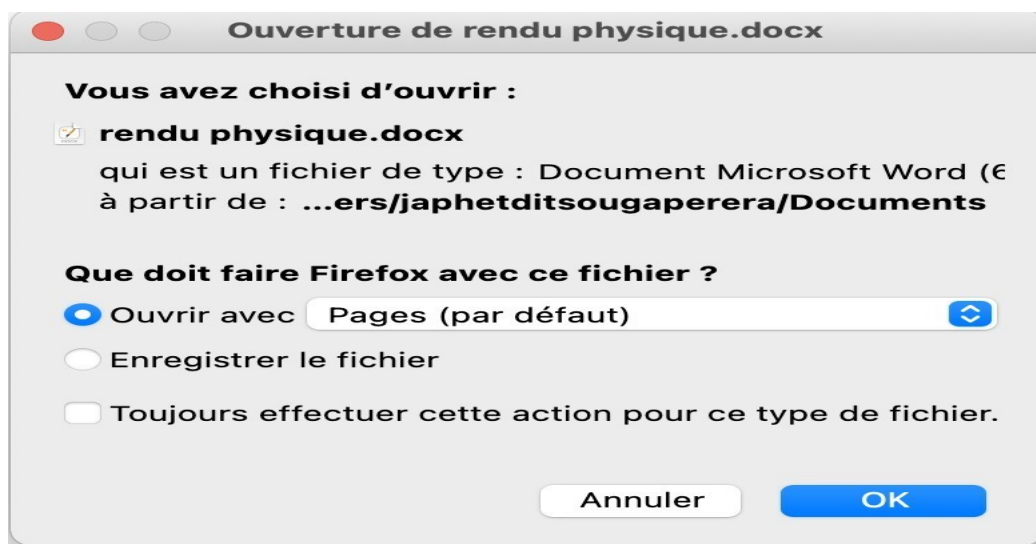
Une bibliothèque CSS a été créée spécifiquement pour cette page, afin de permettre aux utilisateurs de ressentir une autre atmosphère. Il est vrai qu'un site uniforme peut être privilégié pour des entreprises, or l'effet estompé est de captiver les utilisateurs dans leur exploration. De plus, le développement du site sur la continuité est important à nos yeux. C'est pour cela que du contenu va être mis en place chaque semaine.

## D) Contact :

En dernier lieu nous avons inséré la partie dite Contact du site, en effet notre site est là pour montrer qui l'on est. Pour partager nos idées et notre vision des choses. La partie contact nous permet donc de saisir toutes les opportunités quelle qu'elles soient. On peut émettre un exemple concret permettant de saisir la chose, tout comme un site scientifique publiant des articles qui souhaiterait nous avoir comme support. On se doit donc d'avoir une partie contact irréprochable. La partie contact est donc très importante, dans celle-ci nous avons laissé nos coordonnées électroniques professionnelles étant [waterplanetproject@gmail.com](mailto:waterplanetproject@gmail.com), nos coordonnées téléphoniques professionnelles.



**F) Page programme :** Cette page permettra à l'utilisateur de télécharger le fichier doc contenant la conception physique du projet.



Notre groupe est constitué de 5 futurs ingénieurs de l'Efrei Paris. Nous avons donc décidé de mettre en place un système de localisation google maps dans cette page, avec les coordonnées de l'école. Cela permet deux choses aux utilisateurs, d'une part faire vérifier notre crédibilité et d'autre part mettre en avant l'école.

### **Bibliographie :**

- <https://leblogducodeur.fr/quel-langage-choisir-pour-son-site-web/> -  
<https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203257html5hypertextmarkup-langage5-definition-traduction/>

- <https://www.atinternet.com/glossaire/css/>

- <https://www.dontbelievethethehype.fr/2013/04/pourquoi-la-page-contact-survotresiteweb-est-essentielle/>

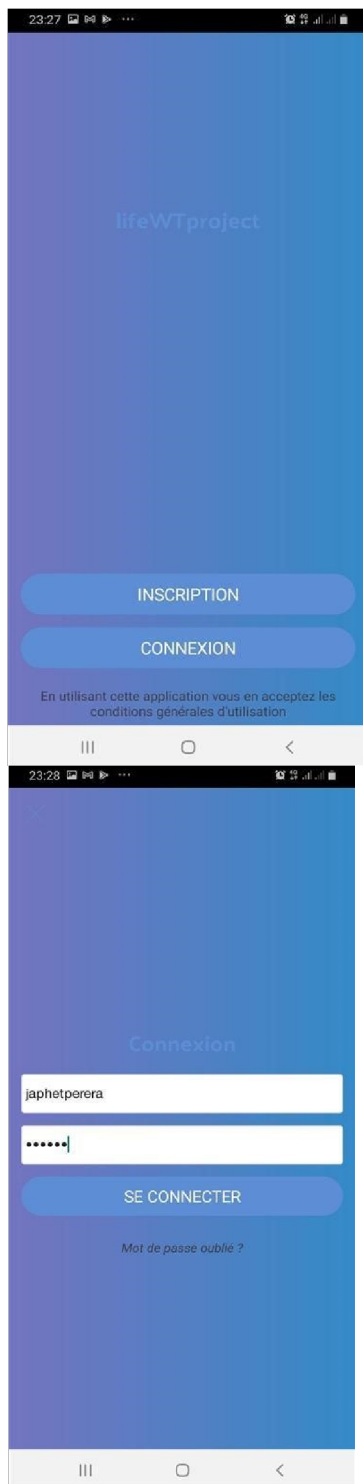


#### 4) Présentation de l'application mobile et fonctionnalités :

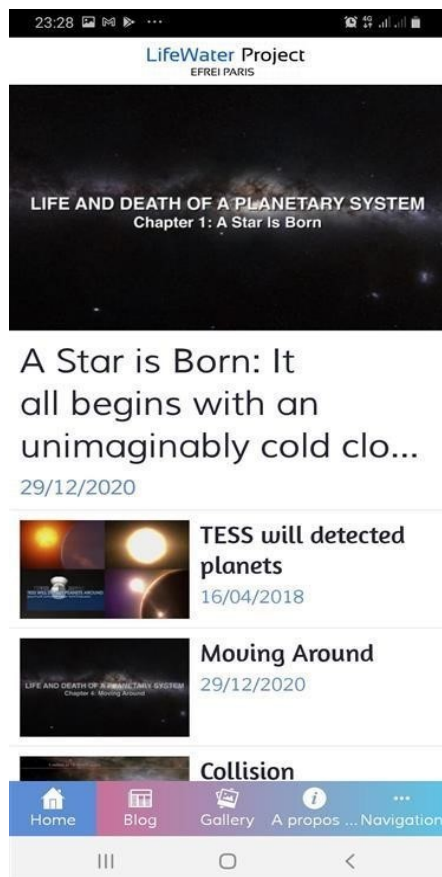
a. *Voici la page d'ouverture de notre application mobile avec le logo que nous avons créé.*



b. *Voici notre page d'authentification pour accéder à l'application. Si l'utilisateur d'existe pas, il doit d'abord s'inscrire avant de se connecter.*



- c. Voici la page d'accueil de notre application, l'utilisateur aura un aperçu des actualités concernant le thème du projet qui ont été ajoutées par nos soins.



d. Voici la page blog dans laquelle l'utilisateur aura accès à tous les articles de l'application pour s'informer



e. Voici la page galerie dont laquelle nous y avons ajouté des images prises par des drones et des satellites des exoplanètes du système planétaire



f. Voici les pages où l'utilisateur pourra avoir des informations à propos de nous

## know us better

we are efrei paris students passionate about exoplanets and aerospace our objective is to transmit aerospace passion through our discoveries, in particular on the living area and more characters of space exoplanets that may contain liquid water.



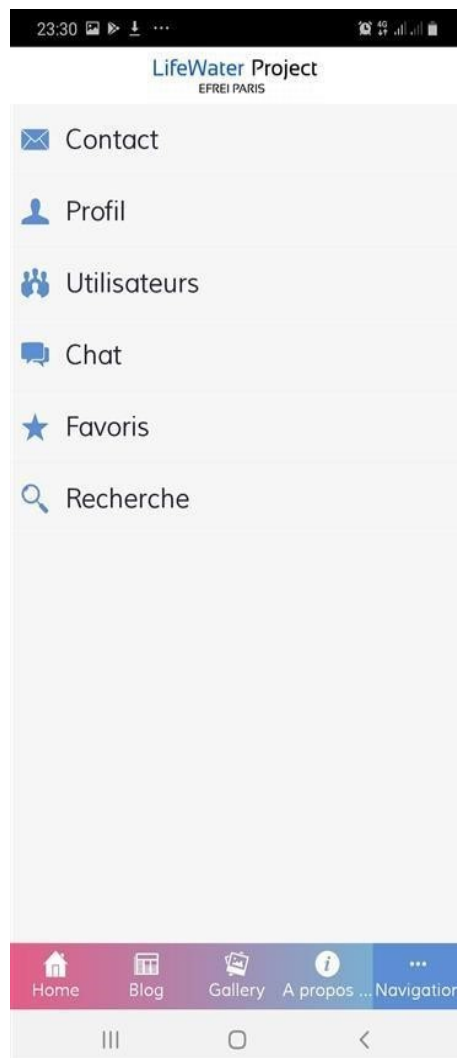
### Contactez-nous

Le campus Efrei est situé à Villejuif, 3 minutes de la station de métro : Villejuif – Louis Aragon (ligne 7) et à 20mn du centre de Paris.

✉ WATERPLANETPROJECT@GMAIL..

☎ APPELEZ-NOUS

- g. Sur cette dernière page, l'utilisateur peut échanger avec d'autres utilisateurs et avec nous en c pour toute information



### III. Conclusion

Le projet réalisé est beaucoup plus complexe que les projets que nous avons eu à réaliser, pourtant, il nous a permis de consolider nos connaissances en programmation web, en algorithmie, et même en physique notamment thermodynamique, et de mettre en relation tout ce qu'on a appris au cours du semestre.

Ce projet nous a permis d'appliquer les connaissances que nous avons acquises des différents langages de programmation web (HTML/CSS, javascript, PHP,

Node.js, Vue.js, Python, SQL ), la gestion de projet, la communication et le travail d'équipe.

Le but de notre projet consiste à travers un programme informatique python, à définir une zone d'habitabilité pour différentes étoiles afin de pouvoir affirmer si oui ou non une exoplanète est susceptible d'avoir de l'eau sous forme liquide. Pour trouver ces planètes qui sont susceptibles de posséder de l'eau sous forme liquide nous avons utilisé comme référence la Terre et ces paramètres. Pour cela nous avons donc créé un programme en javascript avec lequel nous avons pu créer un simulateur 3D afin de trouver la zone habitable aussi, nous nous sommes servis de bases de données de la NASA afin d'avoir des données sur les exoplanètes.

Nous avons également un site internet sur lequel nous avons répertorié un peu plus de 4000 exoplanètes suivant les différents critères que nous avons déterminé pour avoir de l'eau liquide, ainsi qu'une application mobile comportant des nouvelles découvertes faites par les différentes agences spatiales mondiales mise à jour constamment.

Grâce à ce dernier, chaque membre de notre équipe n'a pu seulement consolider, et renforcer ses connaissances, mais aussi apporter aux autres membres son savoir et ses compétences afin d'harmoniser l'efficacité de l'équipe et atteindre le résultat escompté. Par ailleurs, l'objectif principal de ce projet était la découverte du monde des exoplanètes, et de trouver celles qui sont similaires à la terre, c'est à dire, des planètes situées dans la zone habitable de leur étoile, donc ayant de l'eau sous forme liquide.

Pour conclure, la réalisation de ce projet, le travail en équipe sur une durée limitée est le meilleur entraînement pour bien se préparer pour son futur métier d'ingénieur.

**Japhet DITSOUGA PERERA**