



Concours « CGénial-Collège » 2019

Robot explorateur volcanique évolutif : Comment adapter et piloter à distance un mbot pour explorer le dôme et les fissures du la soufrière ?

Par le

Collège Général de Gaulle



Elèves cycle 3 : 6^{ème}



Elèves cycle 4 : 4^{ème} et 3^{ème}

Monsieur Faider ROSAN, Technologie

Monsieur Jacques TOLA, FabLab Université Paris 7

Monsieur Adolphe Loïc LEWIS, Technologie





SOMMAIRE

1. Introduction	page 4
2. Problématique	page 6
3. Développement	page 6
4. Conclusion, perspectives	page 16
Webographie	page 24



RÉSUMÉ

Le travail présenté dans ce rapport entre dans le cadre du concours cgénial 2019. Il concerne la conception et la réalisation d'un robot explorateur volcanique à base du robot mbot éducatif.

Ce robot doit assurer un ensemble de fonctionnalités, tels que l'exploration de milieux hostiles. Il peut assurer la sécurité des volcanologues de l'OVSG(*), pour le prélèvement des échantillons et le recueillement de données dans une zone du volcan. Par plusieurs moyens.

Mots-clés : Scratch, robot, capteurs

- : Observatoire de volcanologie et de sismologie de la Guadeloupe



I. INTRODUCTION

Un constat alarmant :

Davantage de séismes et de fumerolles à la Soufrière.

Les activités sismiques et fumerolliennes de la soufrière sont en progression depuis quelques années. Le nombre de séismes et de concentration volumique en gaz co2 sont impressionnants, comme le montre le tableau ci-dessous.

Les chiffres des activités sismiques et fumerolliennes en 2018		
Mois	Séismes	Concentration volumique du gaz CO2 des fumerolles
Septembre	558	3,21 %
Octobre	1257	4,00 %
Novembre	871	2,25 %
Décembre	600	2,21 %
Total	3286	11,67 %

Que se passe-t-il donc sous et autour du dôme du volcan ?

Ces activités sont-elles normales ou anormales ? Comment et par quels moyens peut-on le vérifier ?

Qu'est-ce qui pousse les volcanologues à quitter leur base et à risquer leurs vies sur ce volcan actif ?

La prévention et la sécurité des populations sont des facteurs clés sur lesquels il est possible d'agir.

Mais avant tout, définissons :

Qu'est-ce que la volcanobotique ?

C'est une petite branche de la robotique qui en fait est un mot nouveau : contraction des mots robotique et volcanique, on parle alors de robotique volcanique. Ce sont, en fait, des robots qui viennent assister des humains dans des tâches volcaniques difficiles et dangereuses.

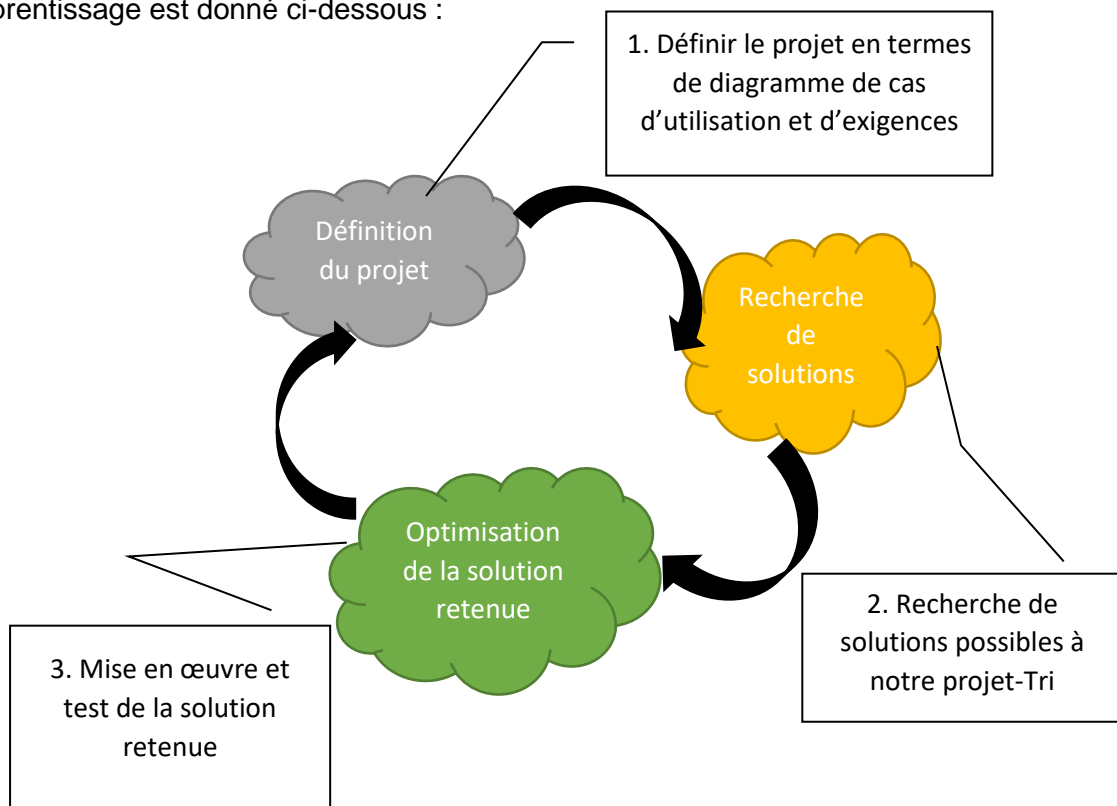
Ce qui est intéressant dans la volcanobotique, c'est qu'il peut y a collaboration étroite entre les scientifiques et les robots. Ces derniers effectuent des travaux pénibles et dangereux dans un environnement hostile (dans le cas d'une éruption) pour préserver l'humain.

Ces merveilles de technologie ont été testées sur des sites volcaniques suivants :



Quelle démarche suivre ?

Nous avons utilisé et combiné les démarches d'investigation et de projet. Le schéma de notre apprentissage est donné ci-dessous :





II. PROBLÉMATIQUE

Muni de toutes ces informations, c'est donc naturellement que nous avons choisi de **concevoir un prototype évolutif de robot explorateur volcanique Karubot** pour répondre aux questions précédentes et diminuer les risques pris par les scientifiques et techniciens de l'OVSG.

Comment concevoir un robot explorateur volcanique évolutif à base du robot éducatif mBot ?

Pour répondre à cette problématique, nous avons contacté l'observatoire de volcanologie et de sismologie représenté par son directeur M. **Roberto Moretti** pour un partenariat. Mais n'ayant pas eu de réponse de sa part, nous nous sommes dirigés vers le **fablab CGDG** du collège pour obtenir l'aide matériel et logiciel nécessaire à notre réalisation. La **Fondation cgénial** a été notre seule partenaire financier. Elle nous a permis de toucher une subvention de 100 € pour l'achat de la caméra et d'autres matériels pour finaliser notre réalisation. Un autre partenaire dans notre projet est la FabLab de l'**Université de Paris 7** dans la réalisation pratique de notre robot.

III. DÉVELOPPEMENT

Nous présentons dans cette partie, les travaux réalisés jusqu'à ce jour, ce qui va être fait, la démarche suivie, la présentation des premiers résultats obtenus ainsi que les problèmes rencontrés.

Travaux réalisés

Après avoir constitué notre groupe de travail cgénial « Les ingénieux » (voir **annexe 6**) et trouvé un sujet de projet, nous avons jugé nécessaire d'étudier les robots volcaniques déjà existants afin de nous inspirer. Les résultats de nos recherches sont donnés à **l'annexe 1**. Nous avons ensuite énoncé le besoin de notre produit en utilisant **le diagramme des cas d'utilisation**. Nous avons d'abord dessiné en détail la vue globale de notre objet technique en nous intéressant à ses grandes lignes. Elle est donnée ci-dessous :

a) Diagramme des cas d'utilisation généraux du projet Karubot

Il est donné ci-dessous et résume les actions que peut effectuer l'opérateur ou l'utilisateur (l'OVSG) du projet.

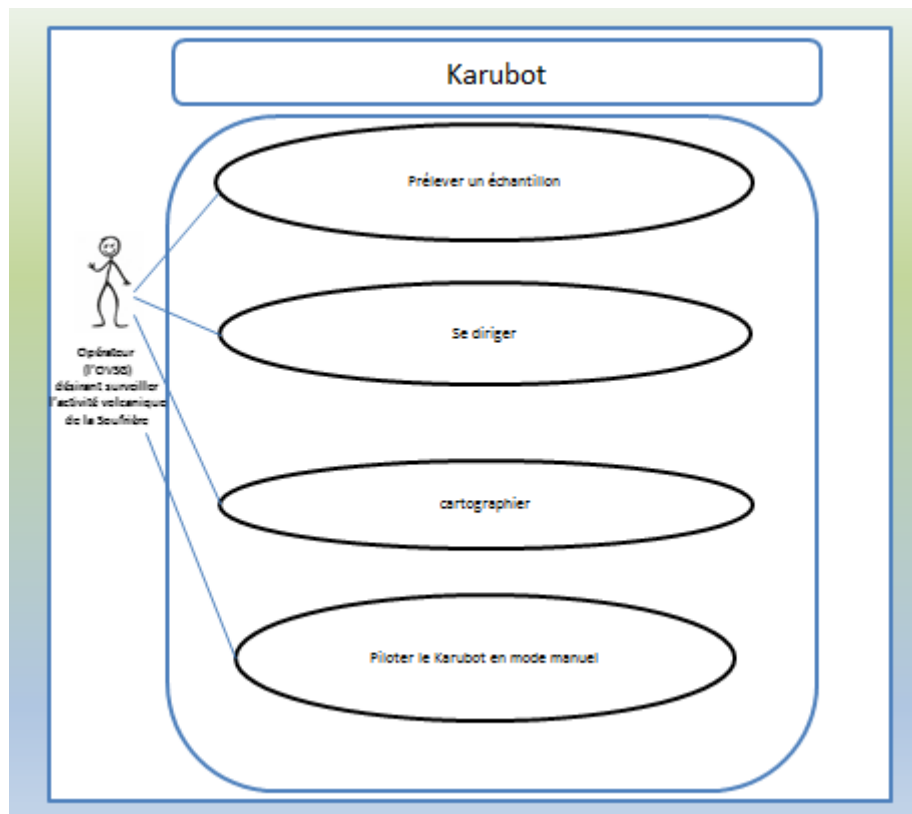


Figure 1 - Diagramme des cas d'utilisation généraux du Karubot

Cas d'utilisation 1 : Prélever un échantillon

L'utilisateur sera capable de prélever des échantillons de type gazeux, minéral ou solide.

Cas d'utilisation 2 : Se diriger

L'utilisateur peut recevoir un ensemble d'information depuis le Karubot :

Afficher l'orientation du robot

Afficher l'état du Wi-Fi

Cas d'utilisation 3 : Cartographier

Le Karubot se charge d'enregistrer en temps réel des images ou photos depuis une caméra et de l'envoyé sur la tablette ou Smartphone.

Cas d'utilisation 4 : Piloter le robot en mode manuel

L'utilisateur sera capable de déplacer le Karubot à distance, directement à travers une tablette ou Smartphone.

b. Diagramme des cas d'utilisation détaillés du projet Karubot

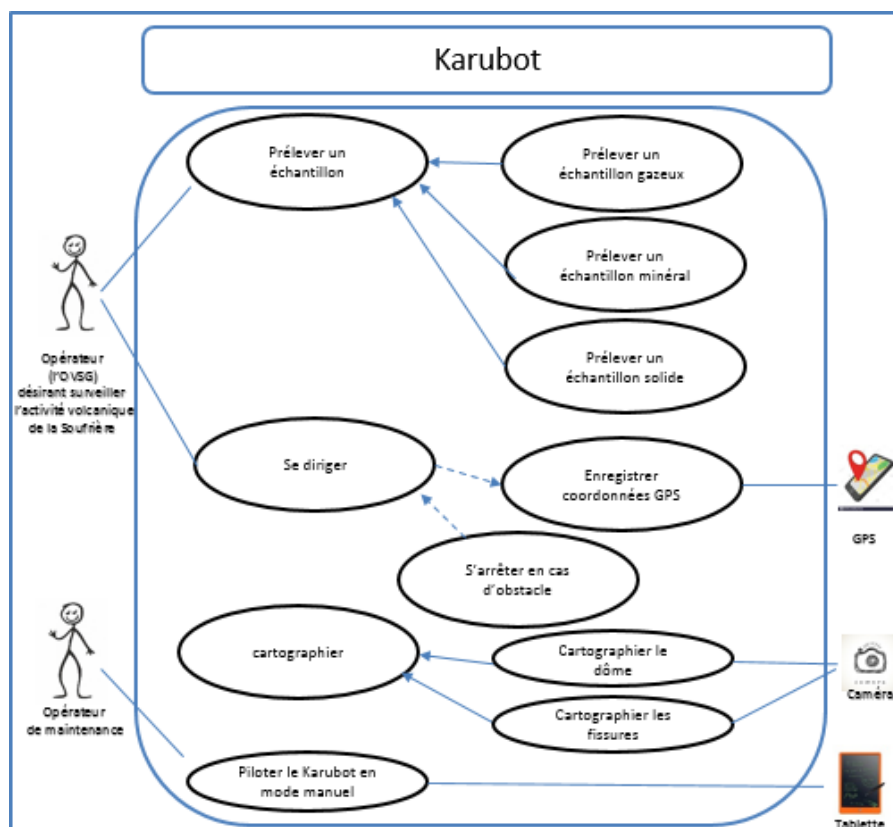


Figure 1 - Diagramme des cas d'utilisation détaillés du Karubot

Problèmes rencontrés

L'énoncé du besoin par ces diagrammes nous semble très difficile lorsqu'il s'agit d'un système complexe comme ce fut le cas pour notre robot. Il a fallu à nos professeurs plusieurs séances d'explications et d'exercices sur ce sujet pour maîtriser notions.

Après avoir tracé le diagramme des cas d'utilisation généraux et détaillés du robot Karubot, nous avons formalisé toutes les exigences de notre engin volcanique (pratique, fonctionnelles, légales, environnementales, techniques, économiques, énergétiques) sous forme de diagramme. Il est donné ci-dessous :

c. Dessin du diagramme des exigences de notre produit

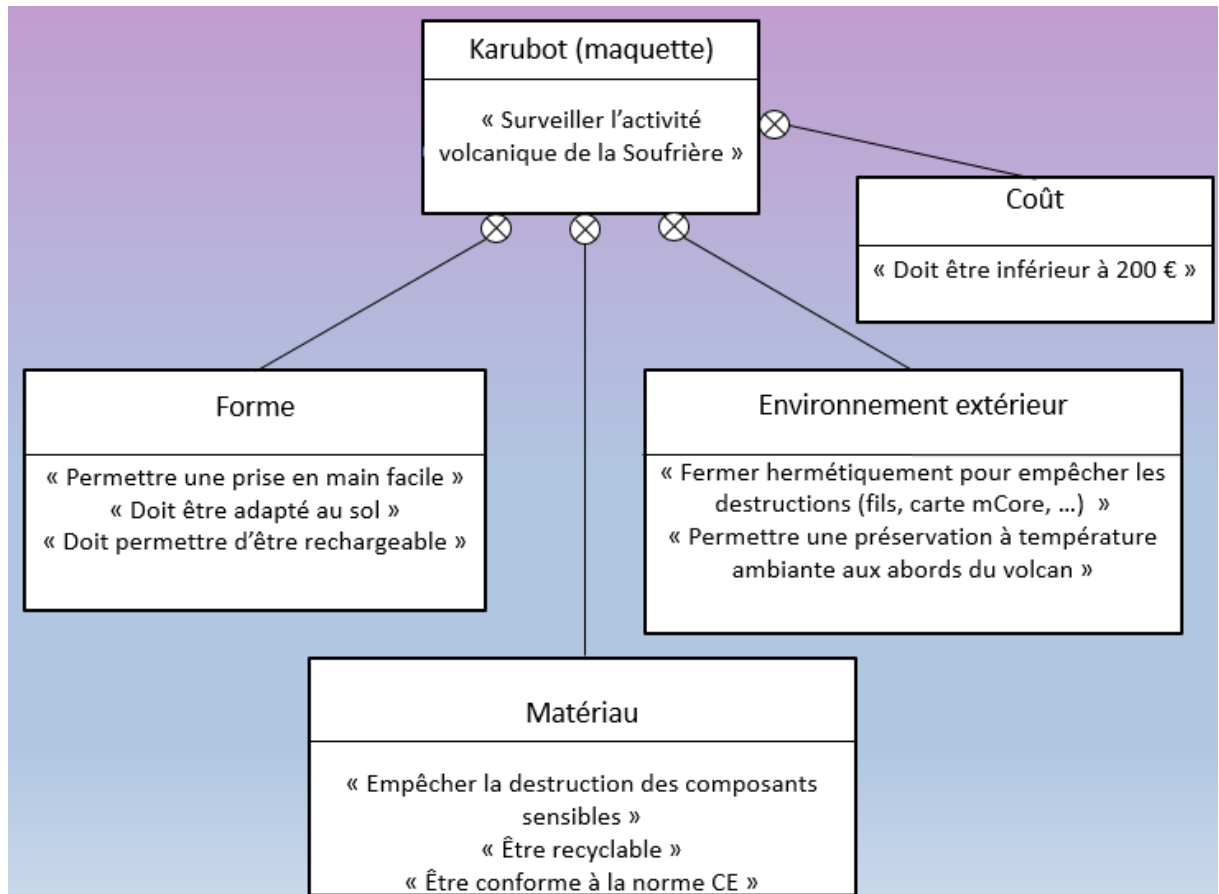


Figure 2 - Diagramme des exigences du robot Karubot

Le but du projet est d'obtenir un objet technique différent des robots explorateurs volcaniques existants. Nous avons donc choisi de designer des structures mécaniques (bases roulantes) capables de se mouvoir sur les terrains difficiles et hostiles de notre volcan. Nous présentons ci-dessous quelques résultats de nos recherches de solutions.

c) La base roulante du Karubot

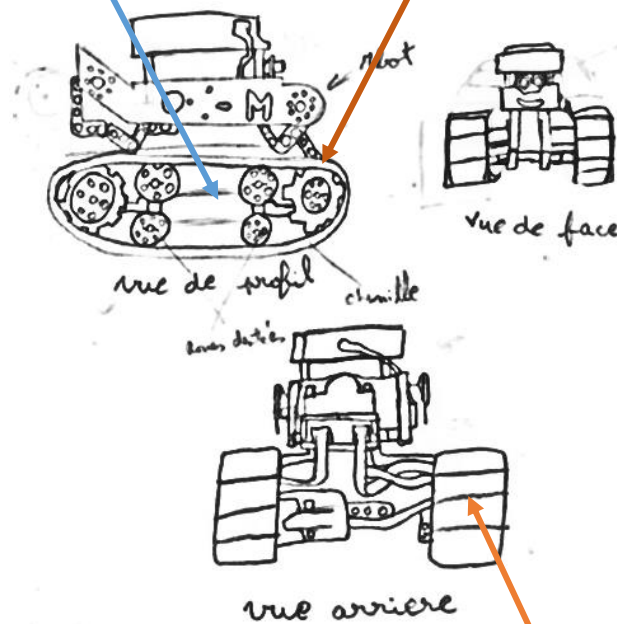
Recherche de solutions : proposition n°1



Couleurs : claires, blanches
reflets

Lumières : naturelles

Formes : ovales et dentelées



Matériaux : plastique

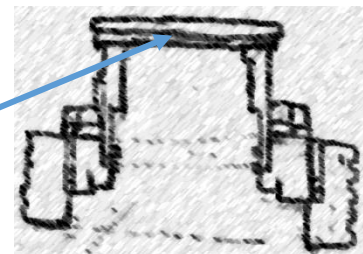
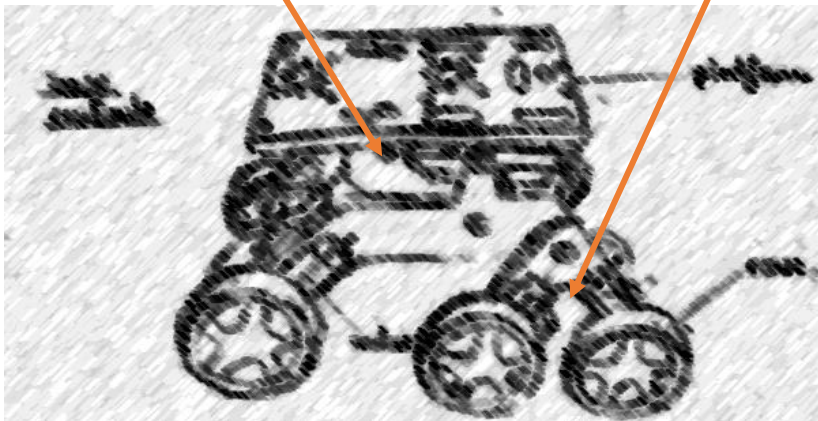
Recherche de solutions : proposition n°2



Couleurs : claires, blanches
brillantes

Lumières : naturelles

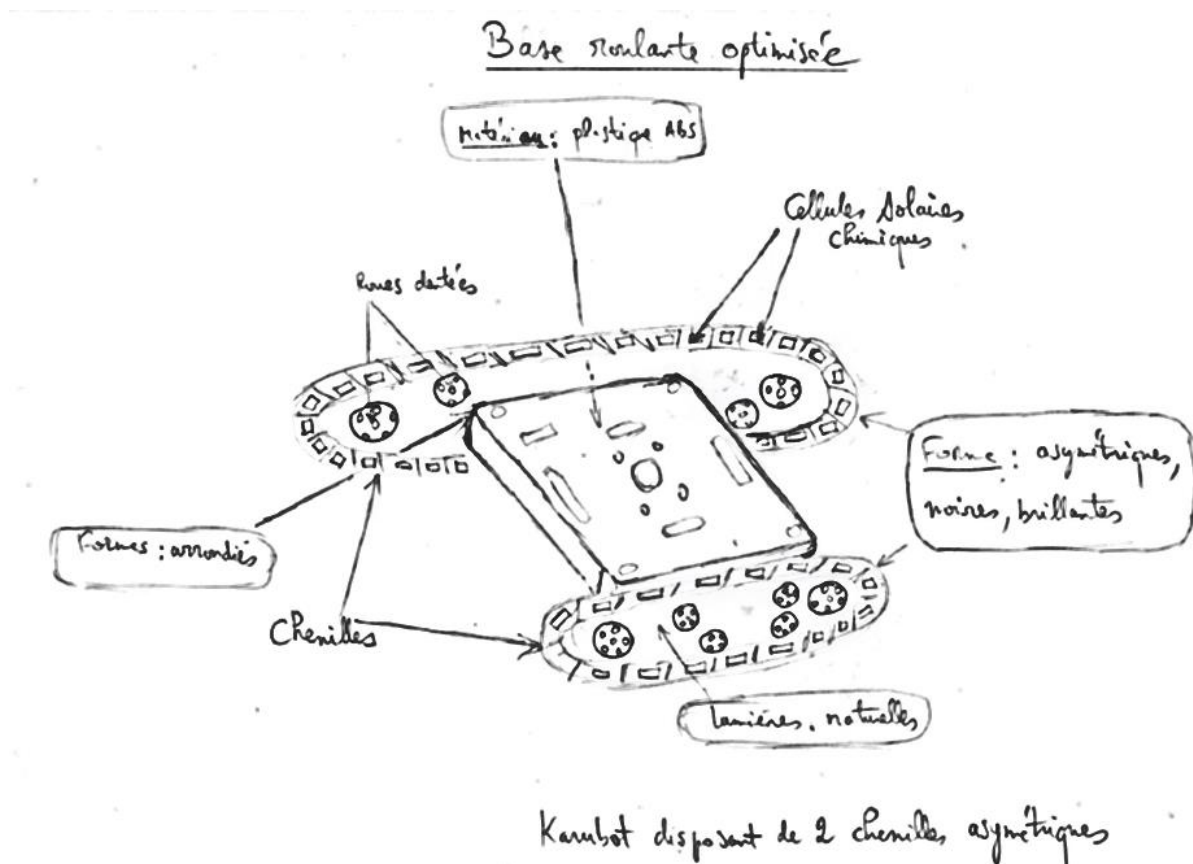
Formes : arrondies et
symétriques



Matériaux : plastique ABS

Nous avons pris en considération usage, esthétique et technique dans nos designs.

D'autres designs intéressants complexes ont été présentés aux encadrants ; mais ils n'ont pas été retenus pour ce projet et seront l'objet de développement innovant au FabLab du collège. En voici un exemple :



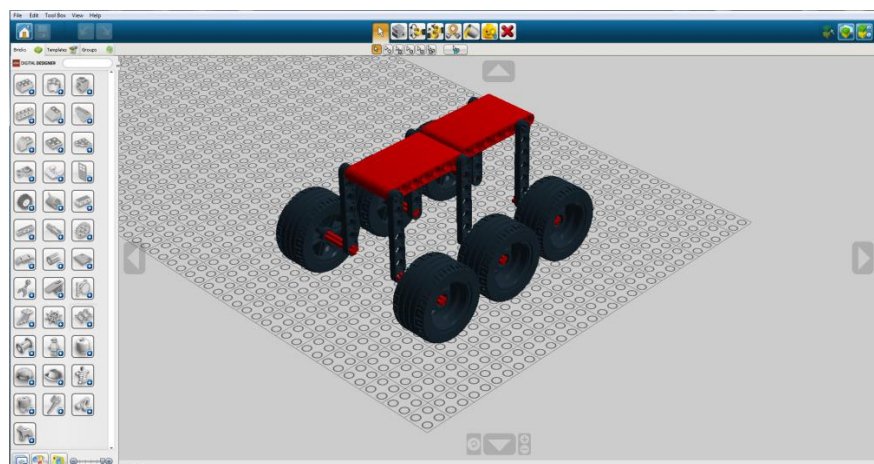
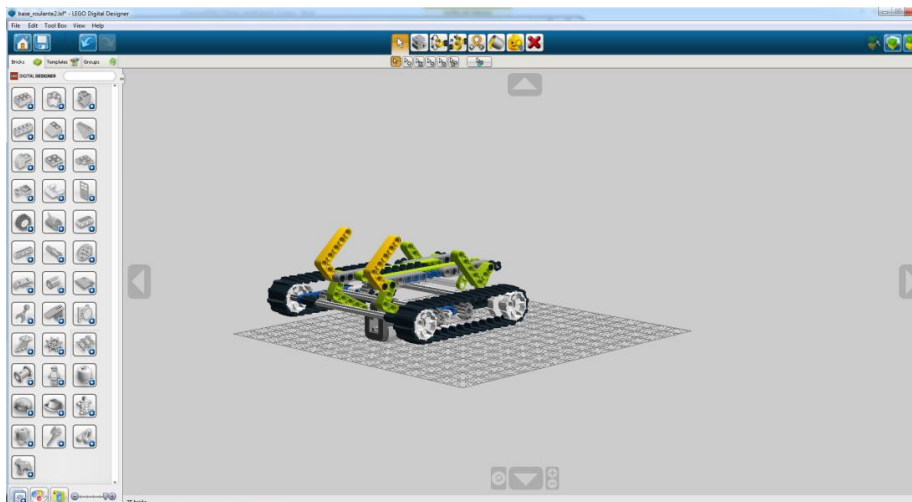
Problèmes rencontrés

C'était la première fois que nous travaillions sur le design d'objets techniques. Ce qui nous était demandé nous paraissait très complexe à dessiner. Il fallait trouver des solutions pour placer le robot mbot sur une nouvelle structure mécanique. Au final, nous avons utilisé une base en lego.

d) Modélisation des solutions

Élaboration des solutions sur LEGO DIGITAL Designer

Nous avons modélisé nos solutions. Les résultats obtenus sont donnés ci-dessous et en **annexe 4**.



Problèmes rencontrés

La prise en main du logiciel 3D, car nous avons perdu beaucoup de temps sur l'énoncé du besoin. Ensuite nous avons eu des problèmes de connexion d'internet et de machines en panne. Pour pallier à notre retard, nous avons décidé avec les professeurs de réaliser un simulateur volcanique sous Scratch 2.0 pour mesurer certaines grandeurs physiques.

e) Le simulateur volcanique

Il permet de mesurer la pression, la magnitude des séismes et autres grandeurs... .

Nous vous présentons la copie écran d'un résultat d'exploration par notre simulateur.



Il nous reste, à ce jour, à tracer différentes courbes associées à ces grandeurs simulées. Le simulateur développé est donc fonctionnel à 95 %.



Problèmes rencontrés

Le développement du simulateur nous a coûté de l'énergie et du temps. Il nous a fallu trouver des arrière-plans intéressants, dessiner des lutins et procéder à leurs programmations sur scratch. Nous avons été aidés par nos encadrants pour les parties les plus délicates : le choix des grandeurs physiques à simuler, le choix de l'ergonomie,

f) Chaînes d'information et d'énergie de notre robot

Elles sont données en **annexe 8**.



IV. CONCLUSION

Lors de ces phases de recherche webographique et d'étude du besoin au cahier des charges, nous nous sommes renseignés et avons appris l'histoire des robots et engins volcaniques et leurs principales caractéristiques.

À partir de ces connaissances, nous avons fixé nos tâches et ce que nous voulions apporter à notre Karubot, en fonction de ce qui existe et de nos idées.

Pour vérifier et valider notre projet, nous avons effectué une simulation concluante sous environnement Scratch 2.0.

PERSPECTIVES

Contrôler tous les capteurs simultanément ainsi que la pince depuis la carte mCore du robot éducatif.

Contrôler les moteurs permettant le mouvement des chenilles depuis la carte mCore.

Réaliser un système de stockage prêt à accueillir les données recueillies sur le volcan.



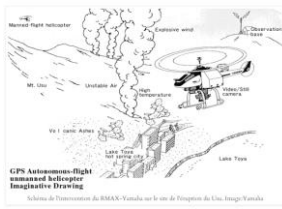

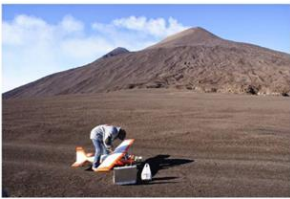







Réaliser un boîtier de protection pour mCore, fils et moteurs.

Et si nous avons le temps, remplacer la carte mCore par une carte plus puissante, l'opale.

Annexe n°1

Histoire courte des robots et engins explorateurs volcaniques



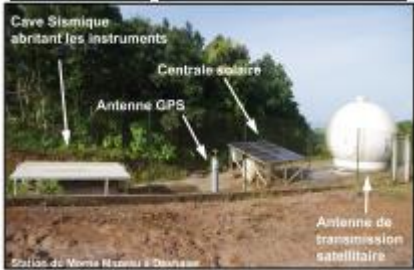

L'histoire de ces robots et engins explorateurs est relativement courte (il existe très peu de représentants). Elle débute en 1992 et se poursuit de nos jours. En voici quelques-uns :

 <u>DANTE USA</u> Année : 1992	 <u>DANTE 2 USA</u> Année : 1994	 <u>RMAX Yamaha Japon</u> Année : 2000	 <u>ROBOVOLC EU</u> Années : 2000-2003
 <u>L'UAV volcan EU</u> Année : 2009	 <u>UAV Dragon Eye USA</u> Année : 2013	 <u>ELF Japon</u> Année : 2013	 <u>Volcanobot 1 et 2 USA</u> Année : 2013
 <u>MARSOKHOD USA- RUSSIE</u> Année : 1993	 <u>YETI USA</u> Année : 2013	 <u>Robot Hylos EU</u> Année : 2005	 <u>Robot Hylos II EU</u> Année : 2008

Annexe n°2

La Soufrière, un volcan sous haute surveillance

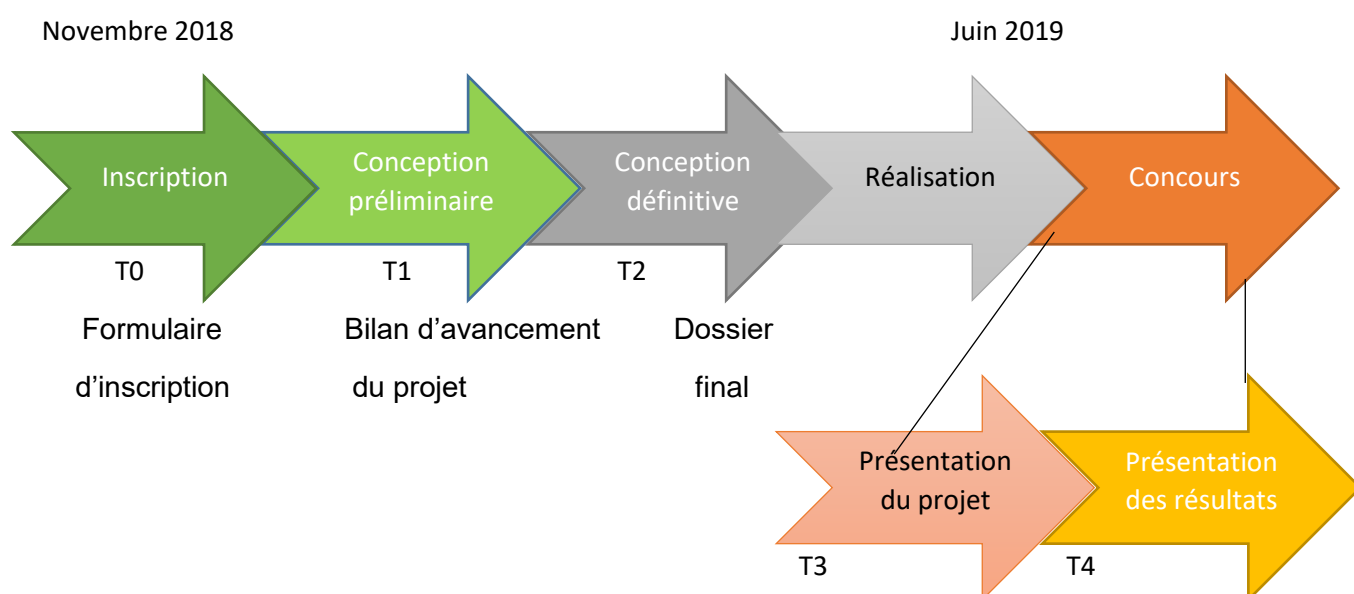
Nous avons répertorié dans le tableau ci-dessous les appareils de surveillance de l'OVSG tant pour l'activité volcanique que la sismicité régionale (Guadeloupe et ses îles proches).

Moyens et équipements	Photos	Fonctions
Station automatique (Qtés : 60)		Transmettre des données en temps réel à l'OVSG
Sismomètre		Capte les vibrations du sol
Antenne GPS		Mesure les déformations du volcan
Hélicoptère		Seul moyen de s'approcher du volcan sans prendre de risque

Annexe n°3

SYNTHÈSE DES PHASES DE NOTRE PROJET :

Les phases de notre projet se déroulent tout au long de l'année scolaire 2018-2019.



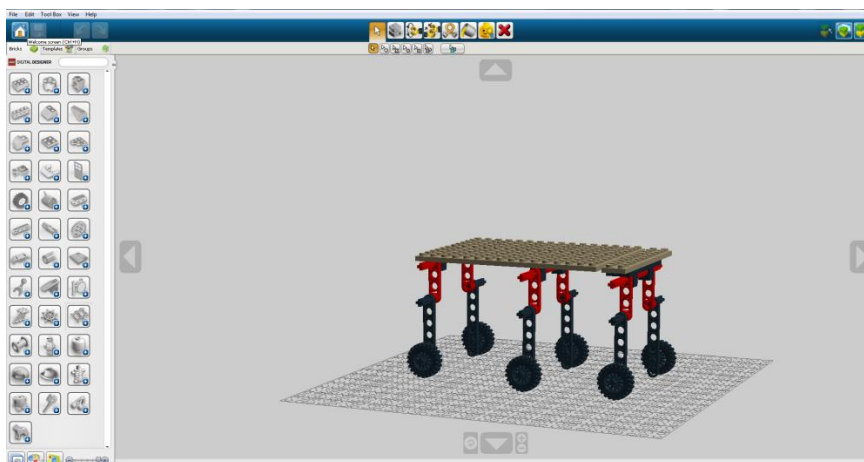
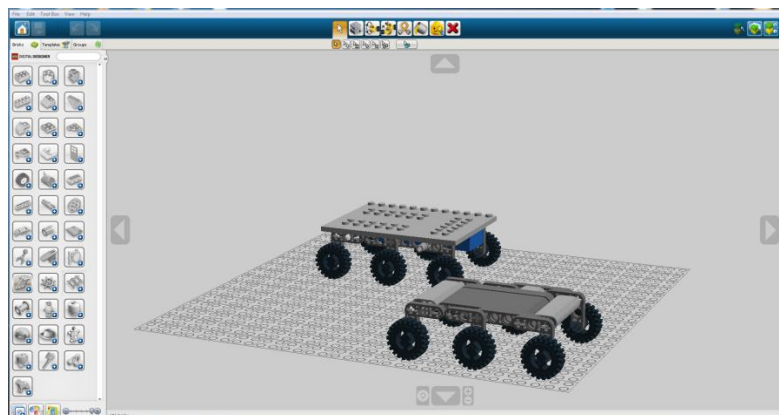
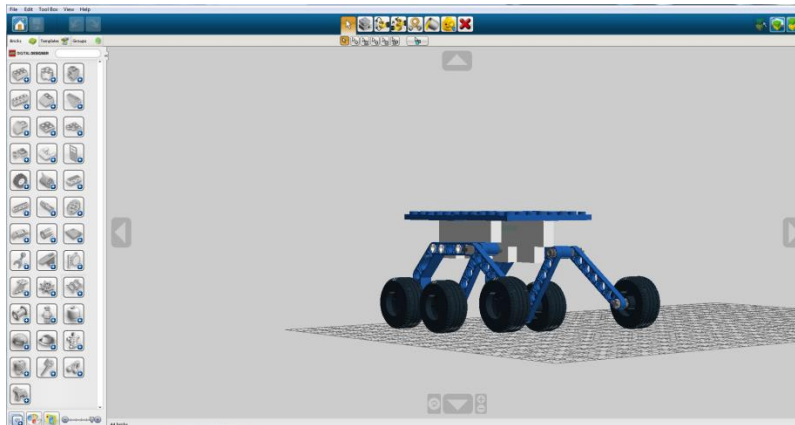
SYNTHÈSE DES JALONS TECHNIQUES DU PROJET :

Calendrier	Evènement	Fourniture	Remarques
Avant le concours			
Jalon T0	Clôture des inscriptions : 11/11/2018	Dossier d'inscription http://www.sciencesalecole.org/c-genial-college-inscriptions/	Version électronique. Modèle fourni sur le web. Projet mis en forme.
Jalon T1	Fourniture du bilan d'avancement du projet	Word	Avant le 1 ^{er} mars. 2019. Analyse <i>fonctionnelle</i> . Structure <i>mécanique</i> .
Jalon T2	Envoi du dossier final à La Fondation CGénial/Rectorat Guadeloupe	Powerpoint	Version électronique ??
Durant le concours			
Jalon T3	Présentation du projet	Présentation Powerpoint/Maquette du robot	10 min
Jalon T4	Présentation des résultats	Présentation Maquette du robot/Graphiques	?? min

Annexe n°4

D'autres exemples des solutions élaborées

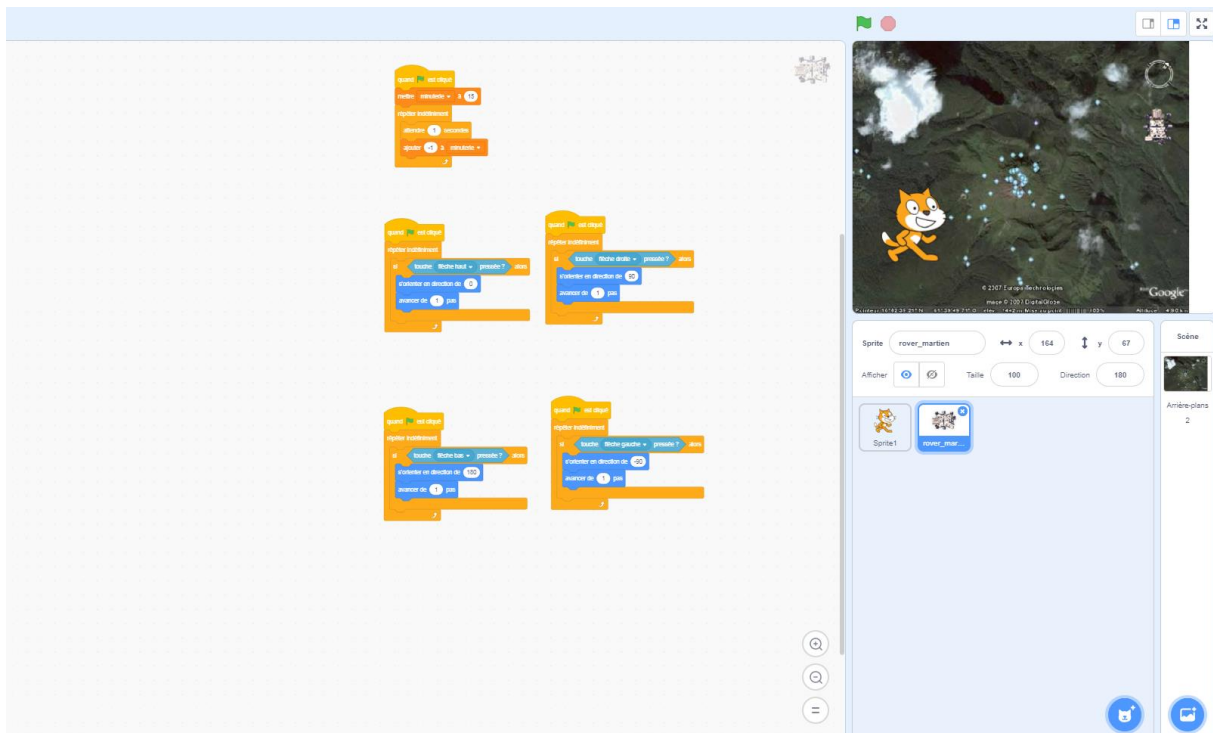
Nous avons modélisé nos solutions.



Annexe n°5

En cycle 3, nous avons codé sous **Scratch 3.0** nos aventures volcaniques avec un jeu et une simulation. Dans cette simulation, les explorateurs naviguent vers différents sites du volcan et planifient des missions scientifiques en programmant différents scénarios (ajout de dangers, affichage du score, ...). On peut donc programmer des coordonnées de destination, programmer des missions scientifiques (prélever des échantillons sur le dôme et les fissures, mesurer la température, ...).

Codage du pilotage du robot explorateur Karubot



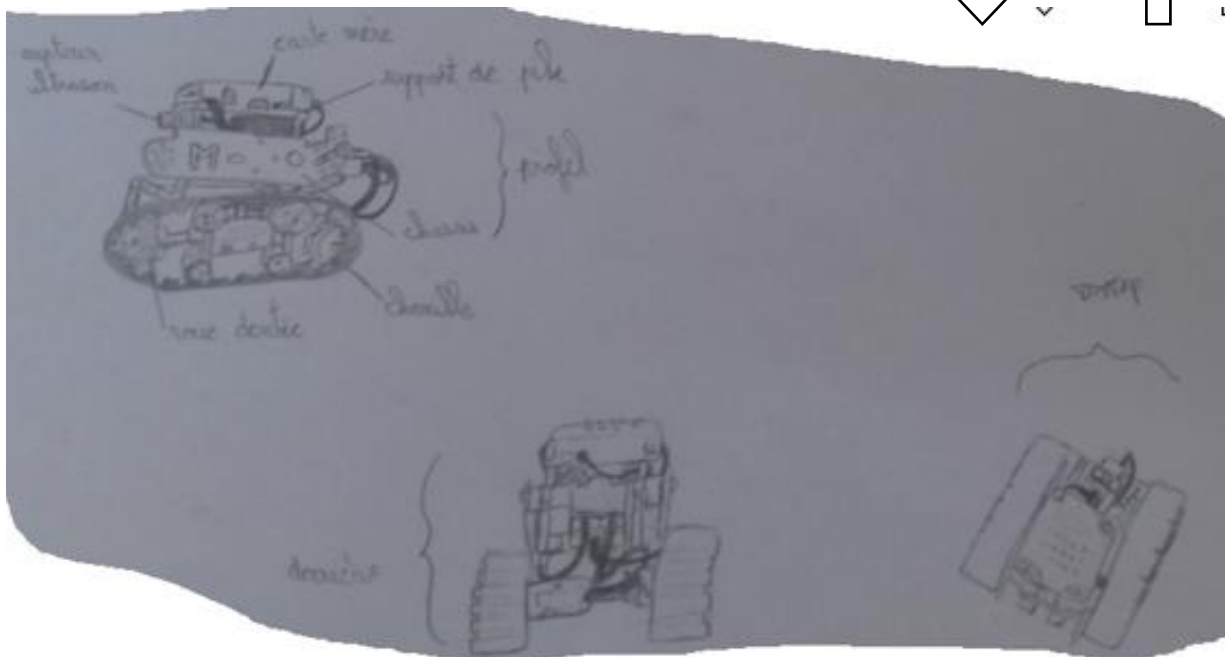
Annexe n°6

Date : 11/01/2019	Nom Prénom et classe de l'auteur du croquis : Elman Eljah 12
Système étudié : robot explorateur volcanique	

La conception de la forme générale du robot Karubot

Avant de commencer la modélisation du Karubot sur LEGO Digital Designer, nous avons réfléchi à la forme générale de notre robot.

Vocabulaire de formes



Premières esquisses du robot explorateur Karubot.



Annexe n°7

Constitution du groupe d'élèves « Les ingénieurs » (FabLab CGDG) :

Nom	Prénom	Classe
BISLAN	Joshua	3 ^{ème} B
LUNOR	Luhanne	3 ^{ème} A
LAFONT	Jean-christophe	3 ^{ème} A
MARTIGUE	Alexia	3 ^{ème} A
GAY	Jean-Pierre	4 ^{ème} D
CREANTOR	Ruben	6 ^{ème} F
DOLOIR	Meddy	6 ^{ème} F
MORONVAL	ORIANE	4 ^{ème} C
THOMAR	Elijah	4 ^{ème} C

Enseignants/FabLabManager

Nom	Matière
M.Faider ROSAN	Enseignant en Technologie/Bac Pro
M. Jacques TOLA	FabLab Université Paris 7
M. Adolphe LEWIS	Enseignant en Technologie



Webographie

- Éruption de la soufrière de la Guadeloupe 1976 :
<https://www.youtube.com/watch?v=jeEbqpD7C5U>
- Extreme Robots 2018 – Manchester :
<https://www.youtube.com/watch?v=Ka3e7GECYHw>
- <https://laculturevolcan.blogspot.com/2015/01/des-robots-sur-les-volcans-portrait-de.html>
- <https://www.lesdebrouillards.com/quoi-de-neuf/pour-tout-savoir-sur-les-volcans/>
- <https://www.lavenir.net/extra/jde/images/content/espaceenfants/dossiers/robotique.pdf>
- <http://robfutur.blogspot.com/2018/02/les-robots-explorateurs.html>
- <https://la1ere.francetvinfo.fr/guadeloupe/soufriere-fume-pompier-666437.html>
- <http://www.ipgp.fr/fr/ovsg/observatoire-volcanologique-sismologique-de-guadeloupe>
- http://volcano.ipgp.fr/guadeloupe/Bulletins_html/bulletins_2018.htm