

Concours C Génial mars 2022

“Comme l'alimentation en énergie de l'ISS (ou presque !)”

Projet sur l'innovation et l'actualité spatiale toujours aussi fascinante
(enfin c'est ce que notre groupe pense !)

Voici une photo de nous 4 lors de notre interview avec Monsieur Chassin de l'Entreprise SAFT de Nersac, fabricant de batterie.

De gauche à droite :
Monsieur Chassin,
Kentin Queyment,
Romane Chotard,
Ilyes Chemmi et
Nathan Vernerie.



1. Démarche de notre projet :

Volontaires et décidés de faire des sciences sur notre heure d'étude du jeudi de 11h à 12h, nous avons tous les quatre copains, eu envie de construire une maquette de l'ISS avec les matériaux à notre disposition. Nous voulions aussi installer un câblage électrique simple pour faire une alimentation simple d'une partie de notre maquette (et faire briller une ou 2 lampes). Nous avons beaucoup réfléchi pour savoir comment nous allions procéder : cartons, papier aluminium, pistolet à colle...

Suite à cela nous avons fait beaucoup d'essais et énormément de ratés (plans de la maquette trouvés trop compliqués, impression que allions mettre 2 ans pour la construire, échelle

compliquée à modifier pour que cela soit utilisable, morceaux qui se cassaient, maquette peu ressemblante...bref, démotivés...).

Il nous fallait trouver une solution !

Notre groupe s'est divisé en deux sous équipes : une équipe à travaillé plus précisément sur la maquette (Romane et Kentin) et une autre sur les recherches et informations pour "nourrir" notre réalisation et notre démarche (Nathan et Ilyes).

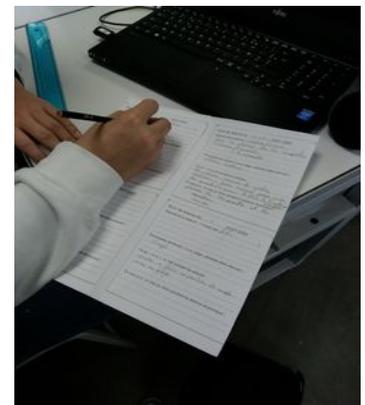
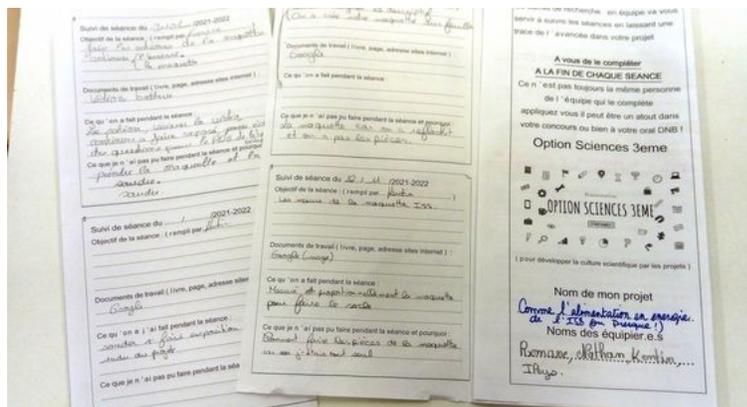
Voici l'histoire de comment notre équipée a fonctionné !

2. Problématique :

La première problématique de notre projet a donc été de trouver des matériaux solides pour pouvoir la construire avec des plans réalisables (donc à déterminer par nous même en faisant des choix). Ainsi quels "bons" choix faire pour simplifier les plans de notre maquette ?

En plus, comment brancher un faire un circuit électrique simple de façon esthétique pour alimenter en électricité cette maquette ?

Cela nous a pris plusieurs séances, il a fallu être organisé et lister nos actions et prévisions sur notre carnet de recherches à chaque séance (comme sur la photo).



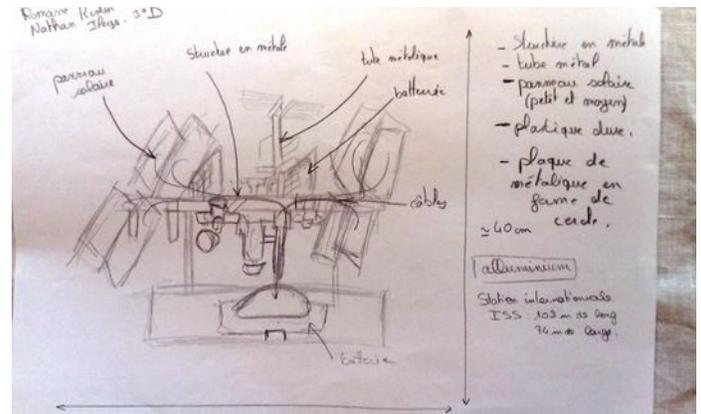
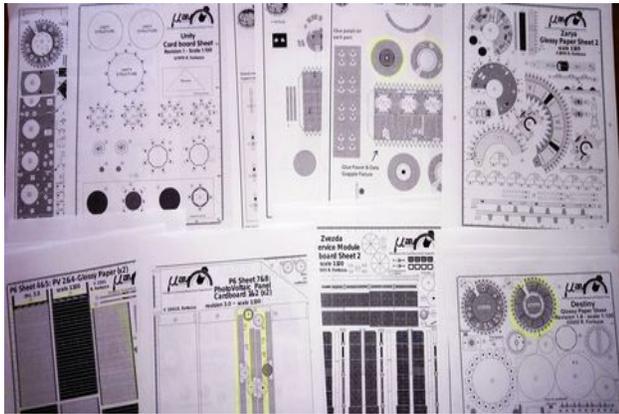
3. Nos expériences (nos idées réussies ou non) :

Notre première idée a été de faire une maquette très réaliste, avec des plans trouvés sur internet très détaillés.

Mais la complexité et le temps à y investir nous a semblé déraisonnable (voir irréalisable).

Donc nous avons décidé de simplifier le nombre de module (au départ 5 modules et des panneaux solaires en plus) à seulement 1 bloc principal et 2 blocs latéraux pour représenter les panneaux solaires.

(Notre plan dessiné par Romane ↓)



Suite au plan nous avons essayé de faire des bases de modules en carton, cela ne donnait pas un rendu satisfaisant pour nous.



L'étape de l'étude de la batterie solaire nomade a aussi été compliquée.

Nous en avons décortiquée une qui a servie de cobaye et de test "factice".

Une seconde nous a servi de mettre en "lumière" un des modules de l'ISS en resoudant les connexions sur une ou quelques DEL (cette batterie a une capacité de 8000mAh, mais à ce jour nous n'avons pas encore terminé les connexions).

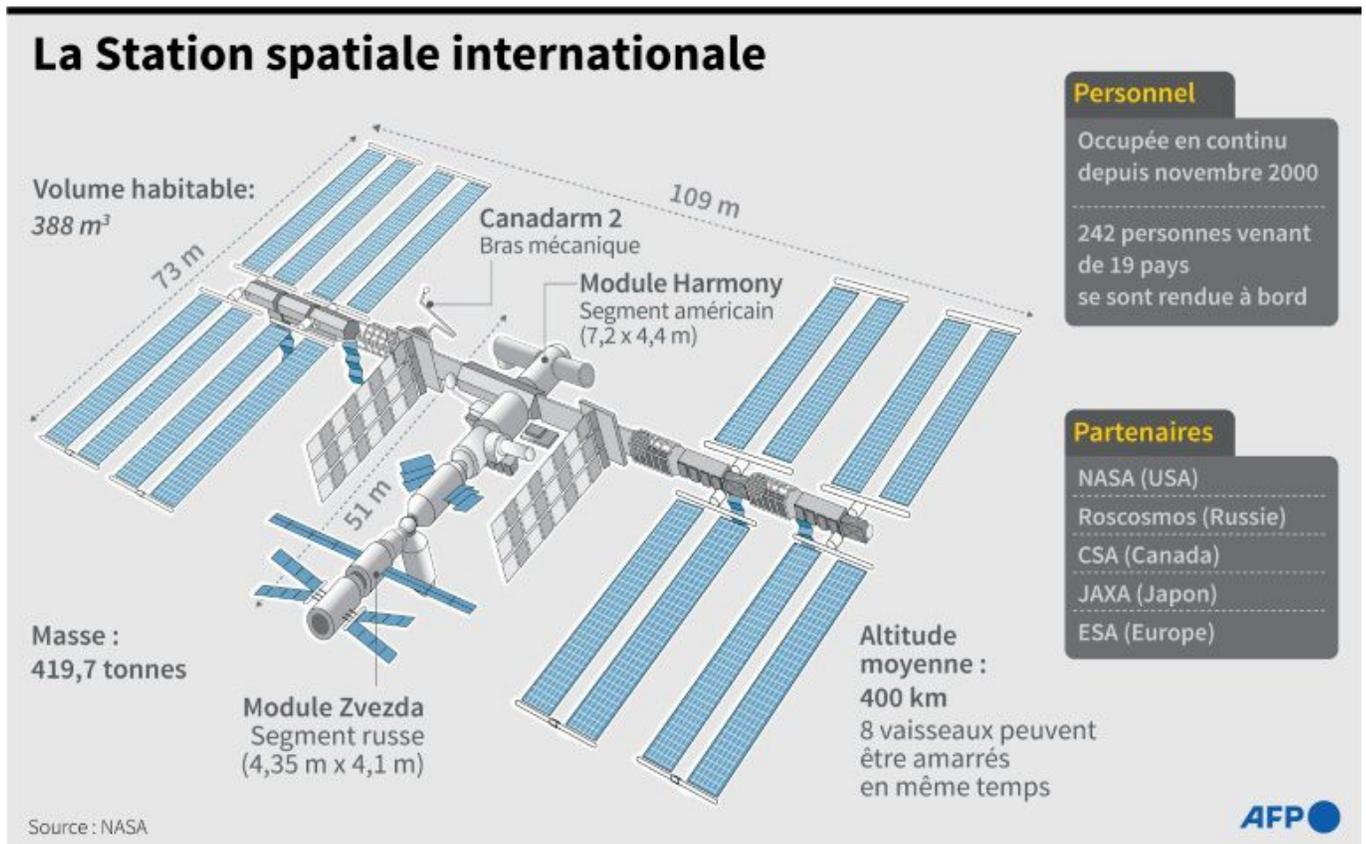


4. Nos belles découvertes

Les informations que nous trouvons sur l'ISS nous absorbent souvent beaucoup, il y a tellement de choses !

L'International space station (ISS) ou station spatiale internationale (SSI) est une Base spatiale placée en orbite terrestre basse (inférieure à 2000 km d'altitude). L'ISS est gérée par cinq agences spatiales : La NASA (National Aeronautics and Space Administration) agence américaine, Roscosmos (agence Russe), L'ESA (Européenne Space Agency), JAXA (agence Japonaise) et l'ASC (Agence Spatiale Canadienne). A l'origine l'ISS est le résultat de la fusion de trois projets : la station américaine Freedom, la station soviétique Mir 2 et le laboratoire européen Columbus, dans le but de recherches scientifiques dans l'environnement spatial.

Source Sciences&Avenir plan ISS AFP



Le tri des informations qui vont suivre s'est fait grâce au thème (mot clef) de l'alimentation électrique de la station :

Comme bon nombre d'engins spatiaux, l'ISS est en majeure partie alimentée par l'énergie solaire captée au niveau des larges panneaux installés de part et d'autre de la station. Mais

ajuster ces panneaux pour qu'ils captent le plus de rayonnement possible n'est pas une mince affaire. En effet, ces structures mesurant plus de 70 m de long pour 11m de large, sont supportées par des pièces appelées longerons. Si les panneaux sont placés d'une certaine manière par rapport au soleil, ils vont ainsi capter une bonne partie du rayonnement mais ils vont aussi faire de l'ombre à certains longerons. Or, ceci est capable de créer une différence de température importante (entre la partie à l'ombre et la partie au soleil) et pousser les matériaux à se tordre ou à casser.

Aujourd'hui, l'ISS est donc positionnée pour réduire cette possibilité, au risque de moins bien exposer les panneaux au soleil et donc de recevoir moins d'énergie. Conçus pour une durée de vie de 15 ans, les panneaux solaires fonctionnent en continu depuis le déploiement de la première partie en décembre 2000, même avec des paires de panneaux supplémentaires livrés en septembre 2006, juin 2007 et mars 2009, les panneaux n'ont plus de rendement attendu pour le bon fonctionnement de la station.

Pour garantir le maintien d'une alimentation électrique suffisante, la NASA a décidé d'ajouter 6 nouvelles paires de panneaux solaires plus petits mais très performants lors de la sortie dans l'Espace de Thomas Pesquet en juin 2021 (pour sa 2eme mission dans l'ISS).

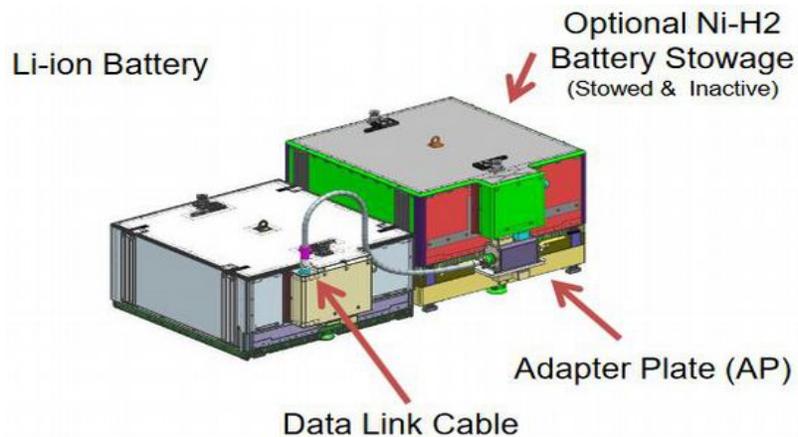
Les nouveaux panneaux solaires ont été positionnés devant 6 des panneaux anciens ombragent légèrement plus de la moitié de la longueur des panneaux existants et sont connectés au même système d'alimentation pour augmenter la production d'énergie électrique nécessaire.

Les 8 panneaux de première génération correspondent actuellement à une puissance $P=160$ kW pendant une journée orbitale de 12h (c'est à dire pendant 16 levers de soleil sur une durée de 45 min d'ensoleillement), donc l'énergie $E= P \times t= 1920$ kWh. La moitié de cette énergie est stockée dans les batteries de la Station pour être utilisée lorsque l'ISS n'est pas exposée au Soleil. Chaque nouveau panneau solaire aura ainsi une puissance électrique de 20 kW, pour un total de 120 kW de puissance augmentée pendant le journée orbitale. De plus une partie des panneaux d'origine partiellement découverts et les 4 paires de panneaux non affectés par cette nouvelle installation constituent encore une puissance d'environ 95 kW pour un total maximum de 215 kW si besoin. A titre de comparaison, un ordinateur et un moniteur allumés peuvent utiliser jusqu'à 270watts et un petit réfrigérateur utilise environ 75W...

Les batteries ont commencé à être remplacées (lors de la première mission de Thomas Pesquet avec Peggy Witson) par des unités de stockage d'énergie lithium-ion plus puissantes

que les précédentes nommées batterie Ni-H2 (nickel et dihydrogène). Une batterie Lithium-ion doit remplacer 2 batteries Ni-H2. Ces nouvelles batteries Lithium installées sur ISS sont de la même technologie que celles installées sur les voitures tesla S d'Elon Munsck (85 kWh, 540 kg, 7104 cellules Ion et rayon d'action de 426 km).

Source d'information site <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20200000004/downloads/20200000004.pdf>



Pour mieux comprendre le fonctionnement des batteries (de façon très simplifiée), nous avons contacté l'entreprise SAFT (Société des Accumulateurs Fixes et de Traction) de Nersac à coté de St Michel. Nous avons rencontré Monsieur Chassin technicien industrialisation (la vidéo de son métier se trouve ici <https://youtu.be/6biFpNmRb6I>).

La SAFT est une entreprise française spécialisée dans la conception, la fabrication et la commercialisation d'accumulateur électrique (batteries) à usage industriel. En mai 2016, l'entreprise a été rachetée par la compagnie TotalEnergies.

Monsieur Chassin a pris du temps pour venir nous raconter son métier et nous expliquer les différents éléments qui interviennent dans le montage des batteries soit pour les trains, soit les fusées (mais aussi les voitures). Il nous a parlé de matière (mine d'extraction de Lithium) mais aussi de bobineaux...



Les différentes batterie présentée



Une cellule cylindrique utilisées pour l'Espace



L'interieur d'une cellule

Mais au fait, qu'est ce qu'une batterie Lithium-ion ?

Le Lithium est un métal fait d'atomes empilés régulièrement (structure cristalline), ces atomes sont faits d'électrons et de protons, ce métal à la particularité de céder facilement un électron, alors l'atome de Lithium devient un ion (d'où le terme Lithium-ion).

Comment ça fonctionne ?

DÉCHARGE



Une cellule est constituée de quatre blocs : une cathode, une anode, un séparateur et un électrolyte.

En décharge, les **ions** lithium vont migrer : les électrons de l'**anode** (structure négative) vont rejoindre les électrons de la **cathode** (structure du matériau positif) et inversement lors de la charge de la batterie. C'est cette migration d'électrons qui va créer un courant électrique.

Il est donc nécessaire d'avoir un moyen de transférer les cations lithium de la négative à la positive : c'est le rôle de l'électrolyte, qui empreigne le séparateur et les électrodes.



Cathode VS Anode ?

On appelle **anode**, l'électrode sur laquelle se produit une réaction chimique d'oxydation, une réaction qui **libère des électrons**.

On appelle **cathode**, l'électrode sur laquelle se produit une réaction de réduction, une réaction qui **consomme des électrons**.



Ions, anions et cations ?

Un ion est un élément chimique portant une charge électrique : Un ion négatif (anion) a gagné des électrons, Un ion positif (cation) a perdu des électrons.

Qu'est-ce qu'un pack Batterie Lithium-ion ?

Une batterie Lithium-ion est un assemblage de plusieurs cellules intégrées en module et ce module est lui-même intégré en pack. C'est ce pack couplé à un BMS "Battery Management System" qui est inséré dans la batterie.

Quels formats de cellules pour quelles utilisations ?

Il existe 3 formats de cellules lithium-ion : **Pouch, Cylindrique, Prismatique**. Verkor produit et développe des cellules Pouch et Cylindrique.



Pouch :

De forme rectangulaire, elles sont légères. Le principal inconvénient des cellules Pouch est leur fragilité.

Elles sont faites pour des applications à hautes puissances : moto, voiture de course mais aussi pour les applications automobiles normales.



Cylindrique :

Sous forme d'une pile, c'est une cellule rigide. Elles sont réutilisables et très résistantes.

Elles sont utilisées pour des applications automobiles comme les voitures Tesla mais aussi dans les petites applications comme les vélos électriques.



Prismatique :

Ces cellules possèdent une enveloppe solide en plastique ou aluminium, l'avantage principal est leur résistance mécanique. Elles sont faites pour les applications industrielles.

Informations issues du site <https://verkor.com/que-faut-il-savoir-sur-les-batteries-lithium-ion/>

5. Nous n'avons pas fait que des recherches..nous avons fait aussi...

Après plusieurs heures de bricolages infructueux en salle de sciences, toujours très motivés Kentin et Romane ont continué une maquette simplifiée très artistique (à la maison avec l'aide parfois des parents...et oui "no limit" !)



A gauche :
Préparation du module
en contre plaqué
par Kentin

Kentin a aussi fait le
socle reposoir
magnifique et à droite
Nathan aide à fixer
le module.



Vous verrez notre maquette complète le jour de la présentation, le 6 avril...patience...

6. Notre conclusion sur nos apprentissages

A ce début mars, nous sommes loin d'avoir terminé ! En faisant un bilan intermédiaire nous pouvons tout de même écrire que :

- Nous avons appris énormément de choses,
- Nous avons appris que l'organisation est indispensable (presque une question de survie comme dans l'Espace),
- Nous avons beaucoup de chance d'avoir rencontré des personnes passionnées et aimant partager leur passion pour leur travail comme Monsieur Chassin (merci à lui),
- Nous avons gagné en compétences (en informatique, en structuration d'idée aussi)
- Nous sommes très fiers de notre maquette (même si elle n'est pas un reflet fidèle de la vrai ISS).

La vidéo de notre présentation de projet se trouve ici <https://youtu.be/nrc8ez7QKJ4>

Annexes qui nous ont semblé importantes : (issue du site de verkor.com)

Les batteries Lithium-ion et l'environnement



*Ces batteries équipent la quasi-totalité des véhicules électriques.
Quelles sont les solutions pour les rendre plus respectueuses de l'environnement ?*

Plus d'information sur le recyclage dans notre article : [Les enjeux du recyclage des batteries.](#)

De nombreuses solutions sont développées pour favoriser le recyclage des batteries.

Recyclage : SNAM, une société française de recyclage de batteries, récupère et recycle principalement le Nickel-Cadmium, le Nickel Métal Hydrure et le Lithium-ion à partir des batteries des véhicules électriques en fin de vie.

Stockage stationnaire : Le groupe Renault-Nissan récupère les batteries usagées des véhicules électriques pour une application stationnaire (stockage de l'énergie générée par une éolienne ou un panneau photovoltaïque par exemple).

Vers des batteries plus écologiques ?

Verkor a l'ambition de concevoir et fabriquer des batteries plus écologiques.

L'empreinte carbone des premières batteries développées par Verkor sera 4 à 5 fois plus faibles que celle des batteries produites en Chine. Cela est rendu possible grâce à un mix énergétique français à faible teneur en carbone, aux innovations en matière de numérisation et de recyclage et grâce à une intégration verticale qui couvre l'ensemble de la chaîne de valeur : de la production au recyclage des batteries.

Les 6 étapes de la fabrication d'une batterie (en attendant de visiter l'Entreprise) :

• 1ère étape: Stockage de la matière première



Qu'est-ce qu'une électrode batterie Lithium-ion ?
Dans une cellule électrochimique, l'électrode est soit une **anode**, soit une **cathode**. Elle est constituée de plusieurs composants chimiques déposés sur un **substrat conducteur**. Son rôle est de transporter le courant électrique généré par les réactions électrochimiques.

Les matériaux arrivent pour fabriquer les **électrodes**. Cette étape consiste à stocker la matière première et les composants de cellule.

▪ 2ème étape : Fabrication d'électrode



Mélange : Les matériaux actifs sont mélangés à un liant et un carbone conducteur dans d'énormes cuves pour obtenir une encre de couleur noire.

Dépôt de l'électrode : La seconde phase est le dépôt de cette encre sur un collecteur de courant pour former une électrode. Pour l'électrode positive, le collecteur de courant est en aluminium et, en cuivre dans le cas de l'électrode négative.



Le calendrage, qu'est-ce que c'est?

Opération qui consiste à faire passer une matière entre deux cylindres pour produire un film ou une feuille.

Calandrage : Ces électrodes sont par la suite pressées dans des grosses calendres pour qu'elles aient l'épaisseur souhaitée.

Séchage : Enfin, elles sont séchées, cette étape est primordiale car l'eau est l'ennemi de la batterie Lithium-ion.

• **3ème étape : Enroulage ou empilage**

Cette étape d'enroulage ou empilage consiste à assembler l'électrode positive, le séparateur et l'électrode négative alternativement en couches : appelé "stack", bobineau.

• **4ème étape : Assemblage de cellule**



Qu'est-ce que l'électrolyte?

Liquide qui permet le transport des ions Lithium d'une électrode à l'autre.

La cellule est remplie avec l'**électrolyte**.

Cette étape consiste à séparer les électrodes. Le séparateur est un isolant électrique c'est à dire qu'il n'y a pas d'électrons qui traverse du (+) au (-). On évite ainsi un court-circuit, qui se traduit dans les cas les plus extrêmes par une batterie qui prend feu.

• **5ème étape : Formation**

La formation est une étape de **charge** et de **décharge** réalisée en usine dans des conditions assez particulières. Cette dernière étape va permettre de rendre la cellule **opérationnelle à l'usage** et de préparer la cellule afin qu'elle ait les **meilleures performances** (capacité, durée de vie, etc.).

Une fois l'étape de formation réalisée, des tests sont effectués sur les cellules pour évaluer quelles sont leurs capacités et leur résistance interne. Les batteries Lithium-ion sont maintenant prêtes et peuvent être envoyées au client.

En parallèle de toutes ces étapes de production, les ingénieurs R&D réfléchissent au type de matériaux à utiliser et à leurs propriétés (épaisseurs, résistances, volumes etc.) afin de répondre au mieux aux attentes des clients.