



## Open Space Makers - Tool Kit

### Enquête On Board Computer + Batteries Li-ion + Matériaux composites

#### Données récoltées

Décembre 2018

13 contributions (dont 3 en anglais)

A Électronique (On Board Computer)

#### Contribution n°1

**Avez-vous déjà réalisé ce type d'hardware ? \***

Non

**Pensez-vous que ce type carte (d'ordinateur de bord) peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

Oui

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de la carte (d'ordinateur de bord) faudrait-il mettre en place ?**

fabrication de PCB j'imagine + bancs d'essais

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

électroniques, fabrication de pcb

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

insoleuse, lampe à UV, four de refusion, bancs d'essai

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Ne sais pas

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Ne sais pas

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation de ce type d'hardware dans un makerspace ?**

sources de radiations

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

ne sais pas

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

mecanique, electronique, traitement du signal,

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

ne sait pas

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Ne sais pas

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

qualité du vide, enceinte sous dépression, radiation --> protection ?

## **Contribution n°2**

**Avez-vous déjà réalisé ce type d'hardware ? \***

Oui

**Pensez-vous que ce type carte (d'ordinateur de bord) peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

Non

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de la carte (d'ordinateur de bord) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

Maîtrise des techniques de soudure

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

Pont vibrant. Machine à vide. Étuve.

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Ne sais pas

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Oui

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

Soudure vibration vide

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation de ce type d'hardware dans un makerspace ?**

Viabilité des tests. Repetitivité de fabrication

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Ne sais pas

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

Technique tests

### **Contribution n°3**

**Avez-vous déjà réalisé ce type d'hardware ? \***

Non

**Pensez-vous que ce type carte (d'ordinateur de bord) peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de la carte (d'ordinateur de bord) faudrait-il mettre en place ?**

Tests unitaires, plusieurs équipes en concurrence, Validation des designs par les autres équipes

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

Design PCB, électronique embarqué

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

Chaîne de gravure PCB, outils de développement CPU, fraiseuse pour réalisation boîtier

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Oui

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

Validation systématique des nouveaux design, série de test standard

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation de ce type d'hardware dans un makerspace ?**

Qualification fiabilité

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

Électronique embarqué, tests non destructifs

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

Banc vibratoire, rayon X, ultrasons

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Ne sais pas

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

Sécurité

## **Contribution n°4**

**Avez-vous déjà réalisé ce type d'hardware ? \***

Non

**Pensez-vous que ce type carte (d'ordinateur de bord) peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

Oui

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de la carte (d'ordinateur de bord) faudrait-il mettre en place ?**

validation des conceptions et test vibratoire et radiation

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

électronique embarqué haut niveau (durci)

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

ban de test, chaîne de fabrication de pcb cms, fraiseuse,

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Oui

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation de ce type d'hardware dans un makerspace ?**

calification

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

ne sais pas

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

électronique embarqué

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

ban vibratoire et rayonX

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Ne sais pas

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

sécurité pour les rayons

## **Contribution n°5**

**Avez-vous déjà réalisé ce type d'hardware ? \***

Non

**Pensez-vous que ce type carte (d'ordinateur de bord) peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de la carte (d'ordinateur de bord) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

routage et cem

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

fraiseuse, banc de test chaud froid

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Non

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation de ce type d'hardware dans un makerspace ?**

Le montage en cms

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

Rigoureux et methodique

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Ne sais pas

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

Le choix des composants et leur disponibilité en petit quantité

## **Contribution n°6 (en anglais)**

**Have you already made this type of hardware? \***

No

**Do you think this type of card (OBC) can be made in a makerspace? \***

Part of it

**Which process (protocol) for designing and making the card (OBC) should be put in place?**

Aluminium substrate PCB (using maybe a drag knife on the CNC to cut copper vinyl and thermally applied insulating film). Would need good ways to cut thin metal i.e.tin, copper around 0.6-0.8mm for flexible circuits, shielding panels and antenna layouts

**What specific skills are necessary to make this type of hardware?**

Advanced embedded programming, PCB design, digital signals understanding and wireless/RF expertise

**Which specific machines/tools are necessary to make this type of hardware?**

CNC (probably double sided), oscilloscopes, logic analyser, soldering

**Do you think these machines/tools could be made in a FabLab and be available in Open Source form? \***

Yes

**Do you think the making “process” could be enhanced? \***

Yes

**If yes, which process (protocole) should be put in place?**

CNC drag-knife on better substrate materials than the current FR1 offered in FabLabs

**What problematic(s) do you foresee for making this type of hardware in a makerspace?**

Lack of programming knowledge, time-consuming board construction, poor understanding of LEO/cubesat environment

**Do you think this type of tests could be implemented in a makerspace? \***

Yes

**Which process (protocole) should be put in place to implement such tests?**

Logic analysers and oscilloscopes. Wireless and RF testing equipment perhaps

**What specific skills are necessary to implement these types of tests?**

Same skills as required to fabricate, in particular understanding of both analog and digital systems, and embedded programming

**Which specific machines/tools are necessary to implement these types of tests?**

As mentioned previously

**Do you think these machines/tools could be made in a FabLab and be available in Open Source form? \***

Yes

**What problematic(s)/constraint(s) do you foresee for implementing these types of tests? (technicality, security, ...)**

Technical capability and funding for these kinds of projects

## **Contribution n°7**

**Avez-vous déjà réalisé ce type d'hardware ? \***

Non

**Pensez-vous que ce type carte (d'ordinateur de bord) peut-être réalisé dans un makerspace ?**

Oui



**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de la carte (d'ordinateur de bord) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

Electronique, connaissance des contraintes du spatial, programmation

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de hardware ?**

Machines de tests sur cartes électroniques

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Ne sais pas

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation de ce type d'hardware dans un makerspace ?**

Disponibilité des compétences (et ou de formateurs/accompagnateurs), délais

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

Oui

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

Compétences pour l'interprétation des résultats

## B Énergie (Batteries Li-ion)

### **Contribution n°1**

**Avez-vous déjà fabriqué une batterie Li-ion ? \***

Non

**Pensez-vous que ce type de batterie peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

Oui

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de la Batterie Li-ion faudrait-il mettre en place ?**

tests de capacité, simulateurs de charge/décharge dans enceinte régulée en température, test d'accélération (centrifugeuse?)

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de batterie ?**

électronique , mécanique, électro-chimie

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de batterie ?**

outillage électronique, usinage

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Ne sais pas

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation d'une batterie Li-ion dans un makerspace ?**

sécurité

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

Oui

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

## **Contribution n°2**

**Avez-vous déjà fabriqué une batterie Li-ion ? \***

Oui

**Pensez-vous que ce type de batterie peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

Oui

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de la Batterie Li-ion faudrait-il mettre en place ?**

impression 3D / collage

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de batterie ?**

mécanique / thermique/électrique

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de batterie ?**

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Oui

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

collage

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation d'une batterie Li-ion dans un makerspace ?**

évaluer la qualité des accumulateurs (sécurité, durée de vie...)

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

Non

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

électrochimie

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

bancs de test / enceintes climatiques / installations pour tests de sécurité

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Non

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

sécurité (réglementation)

### **Contribution n°3 (en anglais)**

**Have you ever made a Li-ion battery? \***

Yes

**Do you think this type of batteries can be made in a makerspace? \***

Yes

**Which process (protocol) for designing and making the battery should be put in place?**

Spot welding is the simplest method.

**What specific skills are necessary to make this type of hardware?**

Analog electronics, and steady hands.

**Which specific machines/tools are necessary to make this type of hardware?**

Safety equipment (gloves, glasses), fire extinguisher, fire blanket, spot welding machine, advanced charge and discharge equipment, oscilloscope, datalogging for voltage, temperature and discharge

**Do you think these machines/tools could be made in a FabLab and be available in Open Source form? \***

Yes

**Do you think the making “process” could be enhanced? \***

Yes

**If yes, which process (protocole) should be put in place?**

Some way of being able to match cells for consistency

**What problematic(s) do you foresee for making this type of hardware in a makerspace?**

It can be potentially dangerous due to high discharge currents and some high temperatures experienced during assembly may cause the chemistry to become unstable. Storing of them for long periods of time is no good.

**Do you think this type of tests could be implemented in a makerspace? \***

Yes

**Which process (protocole) should be put in place to implement such tests?**

Temperature cycling (including negative temperatures) and vibration testing. Discharge and charge cycling also

**What specific skills are necessary to implement these types of tests?**

Machine design, PID control, datalogging

**Which specific machines/tools are necessary to implement these types of tests?**

Temperature controlled environment, datalogging equipment. You could use a CNC machine to cyclicly test vibration

**Do you think these machines/tools could be made in a FabLab and be available in Open Source form? \***

Oui

**What problematic(s)/constraint(s) do you foresee for implementing these types of tests? (technicity, security, ...)**

Expense, because testing batteries generally degrades them so you will need a lot. Also they are inconsistent from the manufacturer

C Matériaux (structures composites)

## **Contribution n°1**

**Avez-vous déjà réalisé ce type d'hardware ? \***

Oui

**Pensez-vous que ces structures composites peuvent-être réalisées dans un makerspace ?**

En partie

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de ce type de structures faudrait-il mettre en place ?**

Gestion des stocks de matériaux, plans de tests pour les essais.

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de structures ?**

Logiciels CAO, notions de résistance des matériaux, une certaine dextérité et du soin pour la fabrication à proprement parler.

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de structures ?**

Un moule à la forme de la pièce. Des moyens de cuisson (autoclave) Une table de découpe.

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Ne sais pas

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Ne sais pas

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation de ce type de structures dans un makerspace ?**

Éventuellement des problèmes de contamination des composants utilisés.

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

Des plans d'essais et des comptes rendus de ces essais.

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

De la rigueur afin de suivre la procédure décrite pour l'essai

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

Des appareils de mesure. Des bancs de test.

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

Principalement des problèmes de sécurité, liés aux énergies pouvant être mises en jeu lors de ces tests.

## **Contribution n°2**

**Avez-vous déjà réalisé ce type d'hardware ? \***

Oui

**Pensez-vous que ces structures composites peuvent-être réalisées dans un makerspace ?**

En partie

**Quels procédés (protocoles) pour la conception fabrication de ce type de structures faudrait-il mettre en place ?**

Technique de référence: Consolidation de préimprégnés en autoclave et co-cuisson des peaux du sandwich, mais on pourrait faire le préimprégné maison et se passer d'autoclave sans pour autant diminuer la pression de consolidation. Besoin d'un four, d'une pompe à vide et d'un compresseur. En utilisant un moule rigide en extérieur de la surface cylindrique, on pourrait se passer d'autoclave et utiliser une vessie gonflable pour appliquer la pression nécessaire à la consolidation du composite.

**Quelles compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de structures ?**

Quelques connaissances en mise en oeuvre des composites, et en dimensionnement (calcul de structure composites). De la rigueur et de la minutie (surtout si on n'utilise pas des préimprégnés afin de réduire les coûts)

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de structures ?**

Moule, Four, pompe à vide, compresseur

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Pensez-vous que le "process" de fabrication peut-être amélioré ? \***

Oui

**Si oui, quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place ?**

tout dépend de ce qu'on veut améliorer; coût, temps, facilité, performance des matériaux...

Questionnaire structures composites

**Quelle(s) problématique(s) voyez vous à la réalisation de ce type de structures dans un makerspace ?**

problèmes HSE de l'utilisation de fibres et de résines. Problèmes de poussières dans l'environnement (pas de salle blanche) ...

**Pensez-vous que ce type de tests peut-être réalisé dans un makerspace ? \***

En partie

**Quels procédés (protocoles) faudrait-il mettre en place pour la réalisation de ces tests ?**

Le matériaux étant fabriqué en même temps que la structure, il pourrait être opportun de faire des essais sur la structure plutôt que sur des coupons plus ou moins représentatifs, surtout si la réalisation de la structure à été faite avec des techniques plus artisanales/expérimentales. On pourrait réaliser des essais d'expansion ou compression radiale, essais de compression axiale.

**Quelle(s) compétences spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

conception du protocole de test. choix des moyens de mesure d'efforts et de déformations.

**Quelles machines et/ou outils spécifiques sont nécessaires à la réalisation de ce type de tests ?**

Idéalement machine de traction compression universelle à commande hydraulique (pour les tests en fatigue). En mode plus bricolage, on pourrait faire avec une pompe à vide et un compresseur, une paire d'appareils photos pour faire la mesure de déformation.

**Pensez-vous que ces machines et/ou outils spécifiques peuvent être construit(es) dans un FabLab et disponible en Open Source ? \***

Oui

**Quelles problématiques/contraintes voyez-vous à leurs réalisations ? (technique, sécurité, ..)**

Problèmes de précision de la mesure (déformation et contrainte), problème possible de protection en cas de rupture fragile de la structure...

### **Contribution n°3 (en anglais)**

**Have you already made this type of hardware? \***

Yes

**Do you think this type of structure can be made in a makerspace? \***

Yes

**Which process (protocol) for designing and making the structure should be put in place?**

Vacuum infusion is the most suitable process (impregnated composites require freezers and then an autoclave, and wet-lay simply will not be reliable enough )



**What specific skills are necessary to make this type of hardware?**

Composites knowledge, safety, mechanical understanding, mould making

**Which specific machines/tools are necessary to make this type of hardware?**

Shopbot for making moulds, Vacuum bags for applying pressure to the part, fire extinguisher (resin reactions are highly exothermic), Respiratory safety equipment, a good air extraction system

**Do you think these machines/tools could be made in a FabLab and be available in Open Source form? \***

Yes

**Do you think the making “process” could be enhanced? \***

Yes

**If yes, which process (protocole) should be put in place?**

There are many methods for this. There are things you could build in a FabLab that would make multi-port vacuum infusion very inexpensive. You can also make use of thermoforming to make moulds

**What problematic(s) do you foresee for making this type of hardware in a makerspace?**

It's messy, takes up a lot of space and is quite expensive to do in large amounts

**Do you think this type of tests could be implemented in a makerspace? \***

In part

**Which process (protocole) should be put in place to implement such tests?**

Fatigue cycling, both high frequency and high load. Ultrasonic testing would also be very useful and post-curing processes would be very beneficial

**What specific skills are necessary to implement these types of tests?**

Heavy machining, datalogging, accurate and methodical repetition of experiments

**Which specific machines/tools are necessary to implement these types of tests?**

High load vibration and cyclic load testing, ultrasonic testing equipment

**Do you think these machines/tools could be made in a FabLab and be available in Open Source form? \***

No

**What problematic(s)/constraint(s) do you foresee for implementing these types of tests? (technicity, security, ...)**

Composites are very difficult to test because of their strength - machines required would need to be relatively large by Fab Lab standards. Also, repeatability in composite work

extremely difficult to achieve, and there would need to be a lot of experience in post-working composites.