

LES DÉFIS À RELEVER

Le projet ONIRI est né de la volonté d'interroger les artistes et le public sur les notions de sobriété et d'autonomie énergétique, en mettant en pratique ces notions à travers une performance live de la compagnie. Nous avons regroupé ces notions sous trois grands défis

DÉFI NUMÉRO 1 : UNE SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE VOLONTAIRE

Chaque représentation consomme moins d'1 kWh d'énergie électrique : l'équivalent d'un PAR pour chaque représentation. Pour cela, nous avons cherché à connaître les consommations énergétiques de nos appareils, de mesurer et calculer avec le temps de la représentation l'énergie globale consommée pour le spectacle, et de réduire cette dernière au minimum tout en conservant les pratiques initiales des artistes.

Que peut-on faire avec 1kWh ? Dans la vie de tous les jours, 1kWh permet par exemple de prendre une demie douche chaude, parcourir 2km avec une Smart, utiliser son réfrigérateur pendant une demie journée seulement, ou encore cuire un poulet au four pendant 1h... 1kWh dans notre consommation électrique quotidienne, ça n'est pas grand-chose. Et pourtant, lorsqu'on s'intéresse aux différentes manières de transformer, stocker, et transporter de manière autonome cette énergie afin de la rendre accessible à tout moment, et ce sans groupe électrogène, constitue un véritable challenge.

DÉFI NUMÉRO 2 : UNE AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE

Le défi de l'autonomie énergétique vient de notre volonté d'être capables de jouer dans des lieux insolites, et non raccordés au réseau électrique. Mais il est très important de placer cette notion après la volonté de sobriété, car une autonomie énergétique démesurée n'a aucun sens du point de vue environnemental.

Après avoir étudié et testé différentes possibilités de stockage d'énergie électrique, notre choix s'est orienté sur des batteries lithium-ion, d'une part pour leur potentiel de réemploi et d'autre part pour leur usage combiné possible avec l'assistance électrique des vélos.

Pour relever ce défi, les systèmes de production (panneaux solaires photovoltaïques et génératrices à pédale) et de stockage ont donc été dimensionnés pour répondre spécifiquement aux besoins énergétiques et logistiques du projet, en permettant notamment le transport du matériel à vélo et en évitant toute contrainte de poids et d'encombrement.

DÉFI NUMÉRO 3 : UNE AUTONOMIE LOGISTIQUE

Pour boucler la réflexion sur la cohérence éthique et environnementale du spectacle, nous avons considéré que la mobilité bas carbone serait une priorité pour nous, avec l'usage dès que possible du vélo sur les derniers kilomètres entre les dates.

Cela implique bien sûr des discussions sur la mobilité du matériel en plus de la mobilité des personnes, et de ces discussions est née l'idée de Pop-Up Box : des remorques à vélo polyvalentes (remorques, valises, table de jeu et caisson de diffusion sonore) que nous avons prototypé et testé.

Ces questions soulèvent des enjeux sociétaux sur les ressources, la mobilité, l'énergie. Elles rassemblent autour de nous des acteurs comme l'Atelier Arts Sciences, le Low-tech Lab, des entreprises comme Delta T° Conseils, Shark Amp's, Kitewinder, des chercheurs issus de l'INPG, du CEA, du CNRS, et un nombre grandissant de passionnés à travers la France



MÉTHODOLOGIES ET SOLUTIONS

1-CHIFFRAGE DE LA CONSOMMATION ET SCÉNARIO ÉNERGÉTIQUES

Après avoir mesuré la consommation individuelle de chaque appareil électronique du spectacle (dans l'ordre décroissant: vidéoprojecteur, système son, ordinateurs, lumières, contrôleurs, moteurs), nous avons établi différents scénarios énergétiques selon les conditions de tournée pour dimensionner notre système énergétique.

L'outil OMEGAlpes

Afin de se projeter de manière réaliste sur le dimensionnement du système énergétique et de son mode opérationnel, le spectacle ONIRI a pu être accompagné par un outil de planification open-source : OMEGAlpes (Generation of Optimization Models As Linear Programming for Energy Systems), développé par le G2Elab à Grenoble.

Principe

Construction et optimisation de modèles génériques et paramétrables offrant aux différents acteurs du monde de l'énergie une aide pour concevoir, dimensionner, et gérer les systèmes énergétiques (à l'échelle du bâtiment et du quartier notamment).

Pour le dimensionnement du système ONIRI, on a pu définir des :

- variables : nombre de représentations sur une journée, consommation des équipements ...
- contraintes : ensoleillement pour la production photovoltaïque ...
- objectifs : dimensionnement d'un système de stockage le plus petit possible, temps de charge batterie sur secteur minimisé, temps de pédalage minimisé

2-STOCKAGE ET SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE GLOBAL

Lors des premières esquisses du projet, nous avons défini que sur un vélo à assistance électrique le même moteur devait permettre dans des temps alternés de faciliter le transport du matériel et de créer de l'électricité pour le spectacle. Ainsi, pour le stockage, nous utilisons 4 Batteries (48V-14AH-672WH) : 2 en usage pendant le spectacle, 2 en charge et les mêmes batteries pour l'assistance électrique à vélo. Elles sont équipées d'un BMS (Battery management system) qui contrôle la température, régule la charge, la décharge et l'équilibrage des cellules afin de préserver les performances et la durée de vie.

Installation Sol'niri : énergie solaire

L'installation SolNIRI permet de capter l'énergie solaire pour la transformer en électricité, et alimenter le spectacle ONIRI hors-réseau. Les 8 panneaux solaires de la compagnie sont divisés en 2 installations identiques et indépendantes de 4 panneaux chacune. Voici l'architecture du système ainsi que les types de connecteurs utilisés :

- 8 Panneaux Solaires Flexibles MonoC 55W 12V
- 2 Paires Connecteurs MC4 Y
- 2 Kits protection Batterie (Porte fusible + fusible)
- 1 Paire câbles rouge/noir
- 2 Contrôleurs de charge MPPT (CHARGEUR SOLAIRE GENASUN LITHIUM LIMN / LIPO 36V 48V)
- 2 Batterie 48V 600Ah de VAE



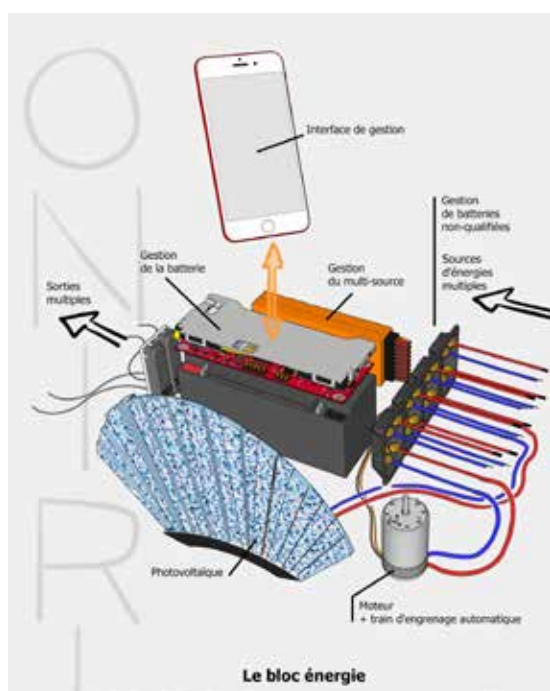
Oniwheel : rechargement des batteries

OniWheel est un projet de vélo générateur né de la volonté de recharger les batteries du spectacle en pédalant, et ainsi pallier à l'intermittence des énergies renouvelables telles que le vent ou le soleil.

Il s'agit de mettre au point ou de trouver sur le marché, un kit moteur/générateur inversible pour assurer à la fois l'assistance électrique du vélo lors du déplacement, et à la fois la recharge des batteries en pédalant à l'arrêt sur un stand de vélo classique.

Le moteur

Les kits de vélos à assistance électrique proposent différents types de moteurs, comme le moteur à entraînement direct ou le moteur réducté, pouvant se placer sur le moyeux d'une roue ou encore sur le pédalier.



La régénération au freinage et en descente et régénération à plat

Pour exploiter cette fonctionnalité, le moteur doit pouvoir être entraîné au freinage (donc être dépourvu de roue libre interne), et le contrôleur doit pouvoir gérer la récupération. Ces conditions excluent la majorité des moteurs pédaliers réductés et nous oriente vers les roues motrices à entraînement direct. Dans le cas d'une roue motrice à entraînement direct, il existe une vitesse limite, à partir de laquelle pédaler devient difficile ; le moteur oppose une résistance forte car il est devenu une génératrice qui produit du courant.

Au dessus de la vitesse limite, le moteur passe en mode génératrice, cette vitesse limite est fonction de la tension de la batterie et du bobinage du moteur. Plus la tension est élevée plus la vitesse limite est grande (de 25 à 30km/h en 24v, 30 à 40km/h en 36v).

Le contrôleur

Même si le moteur permet la régénération, le contrôleur associé doit être capable de la gérer en permettant la circulation en double sens du courant. La majorité des

contrôleurs vendus actuellement ont la possibilité de prendre en charge la régénération, qu'il faut souvent cependant activer soi-même grâce à un soft (GoldenMotor par exemple), ou en connectant 2 points sur la carte (Ebike.ca)

Le choix de matériel

Pour des raisons d'expertises, nous nous sommes orientés vers la société française Ozo électrique, qui conçoit et propose un large panel de kit électriques pour vélo, ainsi que des batteries Lithium. Si l'assistance électrique des vélos pour le déplacement de la compagnie en tournée ne pose aucun problème technique, c'est la spécificité de la fonction générateur à des fins de recharges de batteries qui constitue un réel challenge. C'est donc la fonctionnalité de frein régénératif que nous avons testé et exploité sur le modèle de moteur avant direct drive 1500W 48V "Transport DD35", accompagné du cotrôleur dual sensor/sensorless 48V pour moteur brushless.

La législation européenne 2002/24/EC limitant la vitesse des véhicules à assistance électriques à 25km/h avec un moteur de 250W sur la voie publique, des réglages de puissance sont nécessaires avant utilisation du vélo pour le déplacement. A l'arrêt et lorsque la fonction générateur uniquement est exploitée, des réglages de puissances plus élevées sont possibles.



Pédagogie sur l'énergie : Atelier pédagogique Arduino

L'objectif de cet atelier est d'intégrer la production d'énergie en direct avec la scénographie du spectacle en mesurant des données physiques en sortie du vélo générateur, comme la tension, le courant ou la puissance, et en les transformant en données exploitables par les logiciels de son et lumières (données MIDI ici).

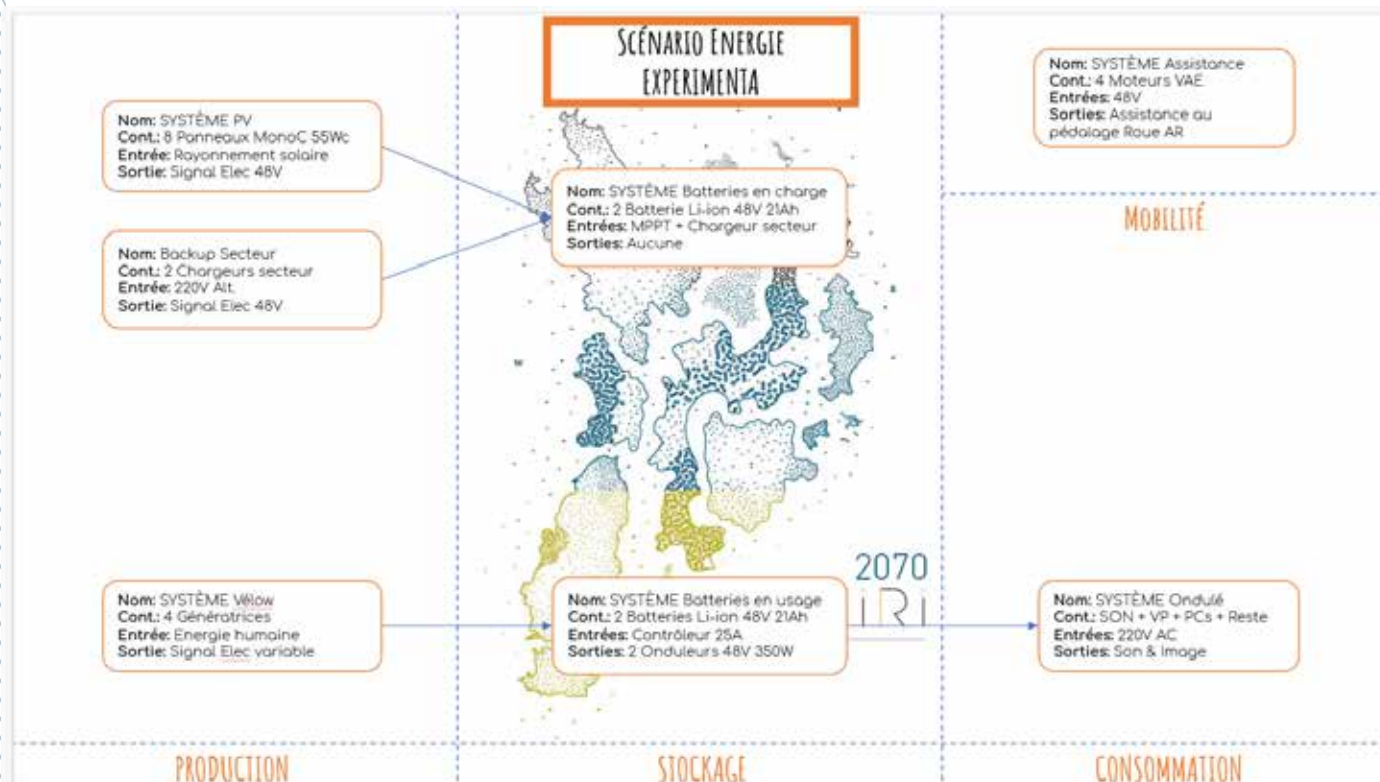
Principe

Dans notre cas on mesure avec un Arduino la tension continue U et le courant I en sorties du pont redresseur AC/DC (placé en sortie du générateur brushless, ou en entrée du régulateur). On affiche ensuite ces données via un écran LCD, placé sur le guidon du vélo pour indiquer à la personne qui pédale la puissance générée à chaque instant. Un bouton chronomètre est également programmé pour permettre l'affichage de l'énergie produite (en Wh) depuis le début de l'effort.

Un autre arduino Leonardo est ensuite utilisé pour récupérer les données de tensions de chaque générateur (proportionnelles à la vitesse de pédalage) grâce à une communication Serial entre les différents micro contrôleurs. Les infos sont ensuite envoyées en USB MIDI vers le PC pour être exploitée par le logiciel de son/lumière.

On a donc un boîtier "Arduino Measure & affichage" sur chaque vélo (4 au total), et un boîtier "Arduino communication MIDI" transformant les données de mesures analogiques en données MIDI.

SCÉNARIO ÉNERGIE DÉVELOPPÉ PAR LES CONTRIBUTEURS : production - consommation - stockage



3-TRANSPORT

Les musiques amplifiées et arts numériques, rendent délicate la réduction des impacts écologiques à néant. A travers ce spectacle, nous décidons cependant de les mesurer, de les limiter et de les réduire tant que possible. Nous cherchons à utiliser les technologies de notre époque avec conscience et garder ce qui nous semble le plus pertinent dans nos pratiques artistiques.

Nous avons donc élaboré un dispositif léger, transportable à vélo, en voilier, ou en transport en commun, qui doit tenir dans 4 valises "Pop-Up Box", avec lesquelles nous déplaçons nos instruments, notre matériel de diffusion et de production d'énergie pour le spectacle.

Les 4 remorques, ou Pop-Up Box, sont conçues pour tracter à vélo une charge allant jusqu'à 80kg sur tout type de terrain. Deux de ces boxes servent de caisson d'enceintes pour le spectacle, et les deux autres sont utilisées en table pendant les représentations.

L'une des spécificités a été d'élaborer avec l'entreprise Shark Amp, des caissons de Basse qui soient aussi nos remorques. Les problématiques acoustiques d'un caisson ouvrable et refermable avec une bonne continuité des vibrations dans les matériaux a été l'un de nos premiers chantiers au Hangar Créalab. Ces caissons de Basse sont maintenant roulants et ils permettent de ranger l'ensemble des instruments de musique nécessaires au spectacle.

Ce dispositif autonome peut accueillir un public de 100 personnes et permet de jouer dans des endroits reculés et insolites.



4-OPEN SOURCES

Notre espace de création est un laboratoire mobile de créativité technique et poétique. C'est celui ci qui nous permet de proposer des formes liés aux arts de la scène, aux arts plastiques, à la transmission pédagogique. Nous avons ainsi créé de nombreux outils ces dernières années et l'on souhaite qu'ils puissent être ouverts et disponibles aux autres : artistes, pédagogues, chercheurs... Nous avons créé sur notre site, un laboratoire open source où nous mettons à disposition les résultats de nos projets de recherche.

Le partage des connaissances permet une accélération de la recherche et réduit le gaspillage des ressources humaines et financières. Bien que les modèles économiques de la recherche soient bousculés par ces principes de plus en plus répandus, de nouveaux modèles de valorisation naissent de ces investissements décentralisés. La documentation et la publication des étapes et résultats de recherche sont des éléments importants dans le processus de création.

Nous avons fait le choix d'opter pour les licences suivantes pour nos créations : CERN Open Hardware Licence pour le matériel et GPLv3 pour les logiciels.

