

**Sonorisation d'un concert de façon autonome et
décarbonée**

-

Collaboration avec la chanteuse Lox'One



Etudiants :

Ethan ARNAUD

Mathilde BILLON

Mathilde DORE

Louise FEUNTEUN

Tom GUENOT

Solenn HUBERT

Enseignant-responsable du projet :

Diane DUVAL



Date de remise du rapport : **15/06/2024** (date de dépôt dans moodle)

Référence du projet : **STPI/P6/2024 – Groupe 14**

Intitulé du projet :

Sonorisation d'un concert de façon autonome et décarbonée
Collaboration avec la chanteuse Lox'One

Type de projet :

- **Réponse à un cahier des charges**
- **Recherches bibliographiques**

Objectifs du projet :

Le projet fut créé à la suite d'une demande de la chanteuse Lox'One qui souhaite donner des concerts autonomes énergétiquement avec une empreinte carbone réduite.

Notre objectif est donc de mener des recherches afin de lui proposer une ou plusieurs solutions énergétiques et/ou matérielles pour alimenter ses dispositifs de son et de lumière pour qu'elle puisse se produire sur scène, avec une source énergétique indépendante du secteur.

Pour cela nous avons défini un concert "type" pour nous guider dans nos recherches : un public d'une centaine de personnes, une durée de prestation de 45 minutes et 60 minutes d'installation et de balances.

Mots-clefs du projet : **Son, Autonomie énergétique, Énergies décarbonées.**

TABLE DES MATIÈRES

Lexique.....	5
Introduction et cahier des charges.....	6
Méthodologie / Organisation du travail.....	7
2.1. Répartition du travail de groupe.....	7
2.2. Déroulé d'une séance type de travail.....	8
Travail réalisé et résultats.....	9
3.1. Consommation énergétique du matériel de Lox'One.....	9
Présentation du matériel.....	9
Contraintes associées.....	10
3.2. Différentes sources d'énergie envisagées.....	10
Hypothèses concernant les sources d'énergie.....	10
Sources d'énergie écartées.....	13
3.3. Contacts entreprises.....	16
3.4. Solutions retenues.....	16
3.5. Exemples déjà existants en festival.....	17
Conclusions et perspectives.....	19
Conclusions sur le travail réalisé.....	19
Conclusion sur l'apport personnel de cet E.C. projet.....	19
Perspectives pour la poursuite de ce projet.....	19
Bibliographie.....	20
Matériel.....	20
Énergies.....	20
Annexes.....	21
Annexe 1. Fiche technique Lox'One.....	21
Annexe 2. Devis Mobilvolts.....	24
Annexe 3. Devis PikiP Solar Speakers.....	25
Annexe 4. Fiche présentation SHYAM.....	27

LEXIQUE

Looper : Dispositif permettant de créer en temps réel des boucles sonores appelées “loop”, de les lire en boucle afin de créer une base musicale sur laquelle les musiciens peuvent composer, chanter ou improviser.

Pédalier multi-effet : En musique, un pédalier multi-effet permet à des instrumentistes d’appliquer différents effets sur leurs instruments.

Retour bain-pied : enceinte placée sur le sol de la scène, tournée vers les musiciens afin que ceux-ci puissent s’entendre jouer/chanter pendant la prestation.

Régie : Dans un contexte de concert, la régie est l’endroit réservé à la gestion technique de la prestation. C’est depuis la régie que travaillent les techniciens de son et de lumière lors de la prestation.

Notation : les exposants simples ¹ font référence aux numéros d’annexe tandis que ceux entre crochets ^[1] renvoient à la source bibliographique associée.

INTRODUCTION ET CAHIER DES CHARGES

Dans le monde en constante évolution de l'industrie musicale, la recherche d'une approche plus écologique dans la production de concerts est devenue une priorité. Notre projet se penche sur une initiative visant à sonoriser un concert de manière autonome et décarbonée.

L'objectif principal de ce projet est de réduire l'empreinte carbone associée à la réalisation d'un concert tout en maintenant une qualité sonore parfaite. En utilisant des technologies innovantes, cette approche vise à repenser les manières traditionnelles de sonorisation pour les rendre plus durables et respectueuses de l'environnement.

La collaboration avec Lox'One apporte une dimension artistique et créative essentielle à cette initiative. Son désir d'explorer de nouvelles manières respectueuses de l'environnement dans la production de concerts font de cette collaboration une opportunité de fusionner Art et Responsabilité environnementale.

Cahier des charges :

En discutant avec Lox'One, nous avons identifié plusieurs contraintes supplémentaires auxquelles nous devons nous adapter.

Premièrement, nous devons nous assurer que le matériel que nous proposons à Lox'One respecte rigoureusement les normes de sécurité afin d'éviter tout risque de surtension ou d'incendie pendant le concert.

Deuxièmement, Lox'One préférerait se déplacer en train avec son matériel, y compris son générateur électrique. Cela nécessite que le matériel soit compact, facilement transportable et suffisamment robuste pour résister au transport sans risquer d'être endommagé. Il est donc impératif de choisir des équipements qui répondent à ces critères pour assurer la praticité et la sécurité lors des déplacements.

Troisièmement, il est essentiel de sélectionner du matériel de qualité qui s'adapte parfaitement avec les instruments utilisés par Lox'One afin de préserver la qualité sonore de ses performances. Ce besoin est très important pour maintenir voire améliorer l'image qu'elle renvoie en prestation.

Enfin, nous devons nous assurer que le matériel choisi reste facile à utiliser, afin que Lox'One et son sonorisateur, Laurent GOUASDON, puissent en exploiter toutes les fonctionnalités sans difficulté.

MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

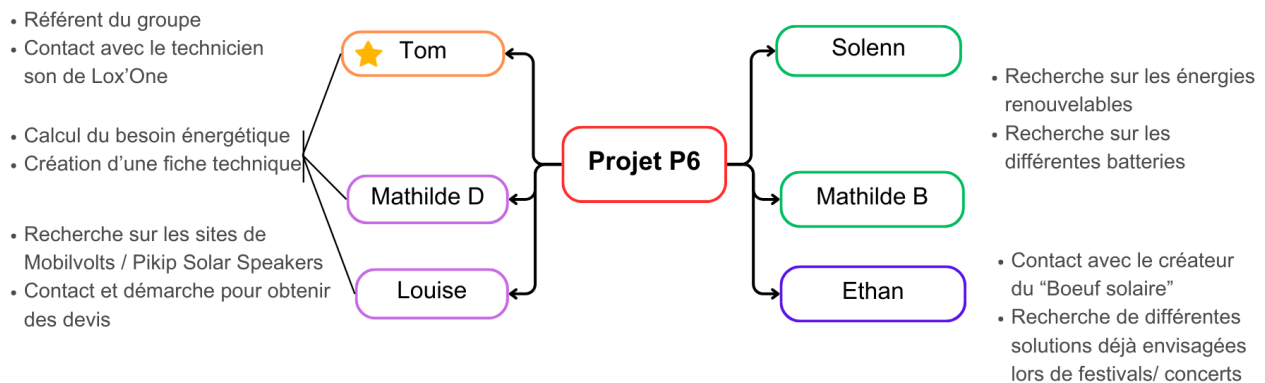
2.1. Répartition du travail de groupe

Dans un travail de groupe, la répartition des tâches et du travail à effectuer est primordiale afin que le projet s'effectue dans les meilleures conditions et que chacun puisse apporter ses connaissances et compétences à toute l'équipe.

Lors des toutes premières séances, nous avons vite compris la nécessité de séparer les recherches en différents axes :

Les énergies renouvelables, les références du matériel de Lox'One, la recherche de solutions déjà existantes sur le marché, le calcul de notre consommation et notre besoin énergétique ainsi que le contact des entreprises pour des demandes de devis.

Afin d'effectuer ces recherches dans les plus bref délai, nous nous sommes au fur et à mesure des séances réparti les activités selon l'organigramme ci-dessous:



Tom a été désigné comme référent du groupe, il se charge de faire le lien avec Mme DUVAL ainsi que Mme CALDIN quant à l'avancement du projet. Il a notamment contacté le sonorisateur de Lox'One dans le but de pouvoir créer une nouvelle fiche technique plus précise pour définir notre besoin énergétique.

Louise et Mathilde D. se sont occupées avec Tom, d'effectuer le bilan énergétique, puis de contacter *Mobilvolts* et *Pikip Solar Speakers* pour des demandes de devis.

Solenn et Mathilde B ont effectué de multiples recherches sur les différentes énergies renouvelables ainsi que les différentes batteries que l'on trouve sur le marché.

Enfin, Ethan a contacté le créateur du "Boeuf solaire"¹ pour évoquer certains points clés du projet tel que le choix de l'énergie solaire ou encore la mise à la terre. Il s'est aussi intéressé aux exemples de prototypes déjà utilisés lors de festivals / concerts "verts".

¹ Voir Travail réalisé et résultats, 3.5. Exemples déjà existants en festival

2.2. Déroulé d'une séance type de travail

A chaque début de séance, nous faisons chacun un point sur le travail que nous avons effectué personnellement. C'est un moment de discussion collective avec lequel nous pouvons tous apporter nos remarques et nos impressions sur les recherches effectuées et informations trouvées.

Après ce tour de table, nous rapportons l'avancé du projet à notre référent et nous définissons ensemble le travail à effectuer pendant la séance (rédaction de mail, mise en page du rapport ou recherches par exemple). Chaque fin de séance se conclut par le récapitulatif des tâches et des recherches effectuées pendant cette dernière ainsi que la définition du travail à effectuer avant la prochaine séance.

Les outils de communication se sont trouvés être nécessaires pour la mise en commun des travaux et du suivi de l'avancement du projet notamment lors des périodes de vacances scolaires. Nous avons alors établi un système de suivi en effectuant à chaque séance un compte-rendu du travail accompli et à faire. Ce compte rendu est déposé sur Google Drive dans un dossier partagé. Nous avons aussi créé un groupe WhatsApp nous permettant de tenir tout le monde au courant des avancées du projet, en particulier les demandes de devis et les appels effectués.

TRAVAIL RÉALISÉ ET RÉSULTATS

3.1. Consommation énergétique du matériel de Lox'One

Présentation du matériel

Afin de trouver un système permettant d'alimenter une prestation de Lox'One, nous avons besoin de connaître les besoins énergétiques de son matériel. Dans un premier temps nous avons décidé de mettre de côté les dispositifs lumière afin de se concentrer sur la sonorisation pour un concert avec les spécificités définies par le cahier des charges.

Pour cela, nous nous sommes d'abord appuyés sur la fiche technique fournie en début de projet, puis nous avons fait appel à Laurent GOUASDON, le régisseur de Lox'One. Grâce à son aide, nous avons pu élaborer une liste claire du matériel nécessaire pour ses prestations. Ensuite, en nous référant aux fiches techniques^[1] disponibles ou bien en calculant les différentes puissances nécessaires, nous avons fait un bilan énergétique total de la sonorisation.

Elément	Référence	Consommation (Watt)	Emplacement
Pédalier multi-effet*	Mooer GE150 Amp Modeling	2.7	scène
Looper*	Boss RC-600 Loop Station	10.8	scène
Table de Mixage	X32 Compact Behringer	120	régie*
Retour bain-pied*	MA 120 MKII Thomann	120	scène
Pré-ampli	SD16 Behringer	45	scène
Ordinateur/smartphone		100	régie
Total		298,5	

Pour les concerts qui ne seront pas donnés en festival (où autres évènements similaires), des enceintes de façade doivent être ajoutées à cette liste. De plus, des lampes LED sont utilisées sur scènes et participent pleinement à la prestation. Lox'One nous a dit qu'elle en possédait 3 qu'ils installent sur scène pendant les concerts. Ces lampes ajouteraient environ 150 Watt à notre bilan. Nous devons donc fournir une puissance moyenne de 450W pour une prestation en festival.

² * Voir lexique

Contraintes associées

Maintenant que nous savons ce qu'il faut alimenter et la puissance que nous devons fournir, nous devons réfléchir aux différentes contraintes imposées afin de proposer la solution la plus adéquate possible.

Dans un premier temps, il y a les contraintes techniques.

Une de nos premières idées pour réduire la consommation de Lox'One était de réduire le nombre de dispositifs à alimenter. Cependant, la qualité du son d'un concert est primordiale tant pour le confort des spectateurs que pour celui de l'artiste. Sans parler du fait que la qualité d'une prestation est fortement liée à l'image que renvoie l'artiste lors de ses concerts.

C'est pourquoi il nous a été fortement conseillé de ne pas modifier le matériel listé précédemment afin de conserver une qualité sonore maximale.

Ensuite, notre objectif est de fournir une source d'énergie indépendante du secteur. Or, nous séparer du secteur nous prive également de sa sécurité, ce qui nous pose quelques contraintes de sécurité que nous devons définir.

La plus importante est l'installation d'une mise à la terre, c'est-à-dire relier le circuit électrique à la terre en plantant une tige conductrice dans le sol. Cela permet d'éviter que le courant électrique ne traverse l'utilisateur, en lui offrant un chemin avec moins de résistance (la terre). Le reste des contraintes découle de la bonne utilisation du dispositif selon les normes définies par le constructeur.

Enfin, la problématique du transport est également à prendre en compte. En effet, nous sommes dans une logique de réduction d'empreinte carbone, l'idéal serait donc de trouver un système facilement transportable en train, moyen de transport favorisé par Lox'One.

3.2. Différentes sources d'énergie envisagées

Hypothèses concernant les sources d'énergie

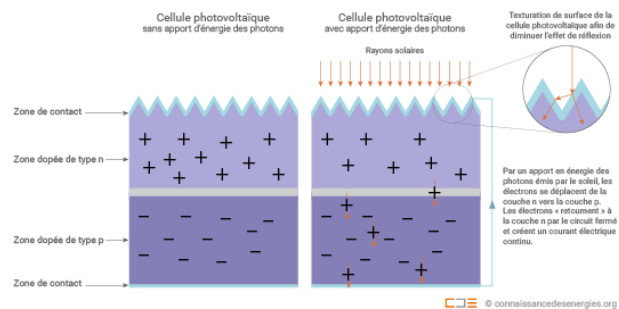
Les sources d'énergies décarbonées sont nombreuses. On retrouve principalement l'éolien et le solaire mais il existe d'autres techniques qui tendent à se développer telles que l'hydrogène ou encore l'énergie bleue. Dans cette partie nous allons vous présenter ces différentes sources d'énergie renouvelable et déterminer la plus adaptée à notre problématique.

SOLAIRE :

La première source d'énergie verte à laquelle nous nous sommes intéressés est le soleil, nous avons donc étudié le fonctionnement des panneaux solaires.

Un panneau solaire est un ensemble de cellules photovoltaïques composées de matériaux semi-conducteurs (en majorité du silicium). Ces cellules réalisent un effet photoélectrique qui permet aux cellules de convertir directement l'énergie lumineuse

des photons, émis par le soleil, en électricité grâce à un matériau semi-conducteur transportant les charges électriques. Plus précisément, en traversant la cellule photovoltaïque, les photons arrachent des électrons de la couche externe des atomes de silicium. Les électrons libérés se déplacent alors dans toutes les directions. Ce déplacement d'électrons n'est autre que de l'électricité.



Constitution d'une cellule photovoltaïque (Connaissance des Énergies, d'après CEA)^[3]

Pour adapter cette méthode de production d'énergie à notre problématique, nous avons envisagé l'utilisation d'un groupe électrogène solaire :

Un groupe électrogène solaire est composé de panneaux solaires (pliables), d'un onduleur pour convertir le courant alternatif en courant continu, pour pouvoir être utilisés par des appareils, une batterie où l'énergie va être stockée et enfin un régulateur pour gérer le flux entrant et sortant dans la batterie. Un groupe électrogène solaire peut alimenter en moyenne jusqu'à 1000 W.

Pour faire fonctionner ce système, Lox'One devra recharger la batterie du groupe via les panneaux solaires ou une prise de courant avant de se produire. Pour recharger la batterie avec les panneaux solaires il ne faut pas oublier d'installer la mise à la terre.

EOLIEN :

Parallèlement au solaire, nous avons envisagé l'éolien comme source d'énergie. L'éolien exploite l'énergie cinétique des vents pour produire de l'électricité, ce qui en fait une source d'énergie décarbonée intéressante dans le cadre de notre projet. Une éolienne est composée de trois parties^[4]:

- Un rotor constitué des pales et du moyeu
- La transmission mécanique de l'éolienne constituée d'un arbre principal et d'une boîte de vitesse
- le système électrique constitué d'un générateur et des éléments permettant la conversion électrique

Ainsi, le vent fait tourner les pales et entraîne le moyeu qui est la partie centrale reliant les pales à l'arbre principal. Pour augmenter la vitesse de rotation en entrée du générateur, une boîte de vitesse avec différents rapports de transmission est utilisée. L'énergie mécanique transmise par l'arbre principal est convertie en énergie électrique grâce à un générateur qui fonctionne avec l'induction électromagnétique.

Puis, le courant électrique est régulé par des onduleurs et des transformateurs. Des éléments de protection sont également ajoutés à l'éolienne tels que des freins permettant d'arrêter ou de ralentir l'éolienne en cas de vents trop forts ou de maintenance.

L'HYDROGÈNE VERT :

L'hydrogène comme source d'énergie étant en plein développement dans l'industrie, nous sommes venus à nous demander si cela pouvait constituer une solution possible pour notre cas.

La production d'électricité s'effectue grâce à la combustion de dihydrogène suivant la réaction: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + \text{énergie}$. Or, l'hydrogène pur étant rare, il est nécessaire de le produire, ce qui est possible grâce à différentes méthodes plus ou moins polluantes^[5].

Aujourd'hui la méthode de production la plus propre est l'électrolyse de l'eau, aussi appelée hydrogène vert. Cette méthode requiert un apport d'électricité pour décomposer la molécule d'eau et ainsi obtenir du dihydrogène selon la réaction d'oxydo-réduction suivante: $H_2O + \text{électricité} \Leftrightarrow H_2 + \frac{1}{2}O_2 + \text{chaleur}$

Sachant que le 26 Mars, une présentation de l'entreprise *Mincatec* qui travaille sur la thématique de l'hydrogène vert, avait lieu dans le Hall Magellan, nous sommes allés nous renseigner concernant la technologie développée par cette entreprise.

Cette entreprise propose un produit appelé le *SHYAM* (Station HYdrogène Autonome Multifonctions) permettant d'être autonome dans la production d'électricité via l'hydrogène vert : le *SHYAM* est composé de panneaux photovoltaïques alimentant un électrolyseur pour la production d'hydrogène vert, de réservoirs à hydrogène permettant le stockage, d'une pile à combustible et d'un système de conversion électrique.

Ainsi, il est possible d'obtenir de l'électricité de 3 manières différentes:

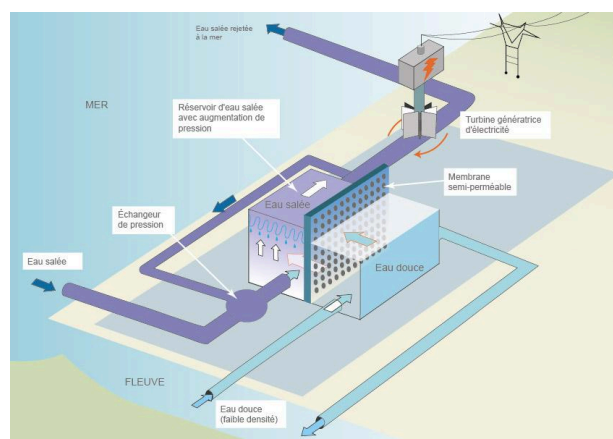
- Directement grâce aux panneaux photovoltaïques
- Venant de la batterie
- Grâce à la pile à combustible

Ce produit suit une certaine stratégie de gestion d'énergie car il délivre l'énergie selon les réserves disponibles en privilégiant la source la plus économique (soit solaire puis la batterie et enfin la pile à combustible).

ÉNERGIE OSMOTIQUE/BLEUE :

L'énergie osmotique, également connue sous le nom d'énergie bleue ou d'énergie de gradients de salinité (SGE), se produit lorsque des eaux de concentrations en sel différentes se rencontrent (l'eau de mer et l'eau douce d'une rivière). Ce processus génère de l'énergie, laissant seulement de l'eau saumâtre à la suite de son déroulement. En 2022, cette forme d'énergie a été intégrée à la directive de l'Union européenne sur les énergies renouvelables en tant que source d'énergie renouvelable.

D'un point de vue technique, les deux liquides aux typologies différentes sont séparés par une membrane dite semi-perméable. Le procédé consiste à faire tourner une turbine et ainsi convertir l'énergie mécanique en énergie électrique. L'eau douce traverse la membrane vers l'eau salée et ce déplacement génère une surpression sur la masse d'eau salée qui est canalisée vers la turbine, ce qui la fait tourner et ainsi produit de l'électricité. Pour donner un ordre d'idée, lors de la rencontre et du mélange des eaux douces et salées, l'énergie qui en résulte équivaut à une chute d'eau de 270 mètres.



La première centrale à énergie bleue a été ouverte à Tofte en Norvège (2009) par l'entreprise Statkraft. En France, la start-up Sweetch Energy^[6] a pour projet la construction d'une centrale osmotique dans le sud de la France, située à l'écluse Barcarin à Port St Louis où le Rhône et la Méditerranée se rejoignent.

Sources d'énergie écartées

Avantages/ Inconvénients du solaire :

Les panneaux solaires selon leurs dimensions, sont adaptés à la production d'électricité d'un particulier et pour ces cas-là, il existe même des modèles transportables. Un autre avantage, c'est le faible coût de leur entretien et la durabilité de ce type de dispositif.

Cependant les panneaux solaires présentent aussi des inconvénients, tout d'abord leur coût d'acquisition qui est plutôt élevé même si cela reste un investissement rentable sur la durée. Son plus gros désavantage réside dans sa dépendance à la météo. En effet s'il y a de la pluie ou des nuages, la production d'électricité sera moindre mais aussi les intempéries risquent d'endommager la structure.

Pour finir, le rendement des panneaux solaires pour une production à grande échelle est correct mais il est adapté à la production d'électricité d'un particulier.

Avantages/ Inconvénients de l'éolien :

L'éolien est une source d'énergie qui permet de ne pas être dépendant de l'ensoleillement et donc qui peut produire de l'électricité quelque soit le moment de la journée ou l'exposition au Soleil.

Toutefois, une éolienne demande plus d'entretien que les panneaux photovoltaïques et est plus difficile à transporter. Il faut aussi prendre en compte le fait qu'une éolienne ne peut tourner que selon une certaine vitesse de vent : s'il n'y a pas suffisamment de vent, l'éolienne ne tournera pas et s'il y a trop de vent, l'éolienne s'arrête sous peine de s'endommager.

De même, une éolienne ne peut pas tourner à vide lorsque la batterie est entièrement chargée. Cela risquerait de l'endommager ainsi que l'installation électrique du fait des vibrations. C'est pourquoi des composants sont ajoutés dans les installations éoliennes afin de réguler la charge et pallier ce problème.

Avantages/ Inconvénients de l'hydrogène vert :

L'hydrogène vert est une technologie encore en développement donc coûteuse. De plus, un outil de production d'énergie tel que le SHYAM n'est pas simple à transporter du fait de la taille de l'installation et de la dangerosité de l'hydrogène.

Avantages/ Inconvénients de l'énergie bleue :

L'énergie bleue est avant tout une source d'énergie renouvelable qui ne dépend pas de la météo et qui peut produire de l'électricité sans interruption. Mais c'est aussi une technologie en cours de développement. Cette technique tend d'ici les prochaines années à être adaptée à une échelle suffisante pour répondre aux besoins de tous, c'est donc une solution d'avenir et responsable de l'environnement. Cependant, à l'heure actuelle et dans le cas de notre projet, cette source d'énergie n'est pas adaptée car elle ne peut répondre aux besoins d'un particulier, de plus cette source d'énergie ne se trouve que dans des zones géographique précise.

Tableau récapitulatif :

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
SOLAIRE	
<ul style="list-style-type: none"> - adapté pour production d'électricité d'un particulier - transportable - faible coût d'entretien - rendement correct pour petite production 	<ul style="list-style-type: none"> - dépend de la météo - matériaux coûteux et polluants - coût d'acquisition élevé
EOLIEN	
<ul style="list-style-type: none"> - ne dépend pas de l'ensoleillement - utilise peu de place au sol 	<ul style="list-style-type: none"> - encombrement - contraintes de fonctionnement liées à la vitesse du vent - contraintes techniques et de maintenances
HYDROGÈNE VERT	
<ul style="list-style-type: none"> - ne dépend pas de la météo 	<ul style="list-style-type: none"> - requiert un apport d'électricité pour la production d'hydrogène, ce qui pose encore la question de la production de cette électricité - difficilement transportable - dangerosité des réservoirs à hydrogène lors du transport - coûteux
ÉNERGIE OSMOTIQUE	
<ul style="list-style-type: none"> - source d'énergie renouvelable qui ne dépend pas de la météo - utilise moins de surface que parc éolien ou de panneaux solaires 	<ul style="list-style-type: none"> - pas adapté pour production d'électricité d'un particulier - technique réalisable que sur certaine zone géographique précise (où un point d'eau douce et d'eau salée) - mauvais rendement mais tend à s'améliorer

Lox'One cherche à être indépendante énergétiquement mais avec une production d'électricité la plus verte possible. Ainsi, d'après nos recherches, nous pensons que la source d'énergie la plus adaptée est le solaire avec comme dispositif de production un groupe électrogène solaire.

3.3. Contacts entreprises

Nous avons contacté deux entreprises que nous avait présenté la chanteuse Lox'One : *Pikip Solar Speakers*^[7] et *Mobilvolts*^[8].

Ce sont des entreprises spécialisées dans les génératrices solaires et la sonorisation pour l'événementiel.

Nous leur avons d'abord demandé un devis correspondant aux attentes de la chanteuse en leur spécifiant le cahier des charges. Après quelques appels téléphoniques, les entreprises nous ont fourni leurs devis²⁻³ et leurs solutions pour Lox'One.

Présentation matériel produit par ces entreprises

Pikip Solar Speakers, spécialisé dans la musique, nous a proposé un set comprenant une génératrice, une plateforme solaire, un amplificateur et des enceintes. Nous avons alors demandé si nous pouvions utiliser les enceintes de l'artiste. Cette possibilité est envisageable mais peut réduire l'autonomie du système. En effet, ils ont développé du matériel de haute technologie afin d'avoir un rendement maximal c'est pourquoi en utilisant d'autres enceintes, l'autonomie sera réduite à 3-4 heures. Néanmoins, cette autonomie reste suffisante pour la chanteuse.

Mobilvolts propose un set avec batterie et panneaux solaires. En réponse à la problématique du transport imposée, la batterie de 50 kilogrammes peut être divisée en deux batteries plus légères ce qui faciliterait les déplacements.

Nous leur avons également demandé comment ils avaient fait pour calculer nos besoins et répondre au mieux à notre demande. Les deux entreprises ont acquis de l'expérience au fil des années. Elles utilisent une base de données alimentée par diverses fiches techniques de matériels leur permettant de déterminer la meilleure solution pour répondre aux besoins du client.

3.4. Solutions retenues

Même si les deux devis proposés permettent de satisfaire les besoins de Lox'One, son choix s'est porté sur le système proposé par *Mobilvolts*. Comparer les solutions apportées n'a pas été évident pour elle et son équipe puisque les deux démarches sont très différentes. En effet, *PikiP Solar Speakers* propose un set entier de matériel (enceintes, amplificateur et génératrice solaire) davantage propice à une utilisation pour des festivals et dont la consommation électrique ainsi que l'autonomie dépendent de l'équipement utilisé. Au contraire, *Mobilvolts* offre une source d'énergie avec des batteries adaptées à la dimension d'un concert que peut produire Lox'One. En termes de transportabilité, la "Little Box" proposée par *Mobilvolts* satisfait toutes les spécifications du cahier des charges.

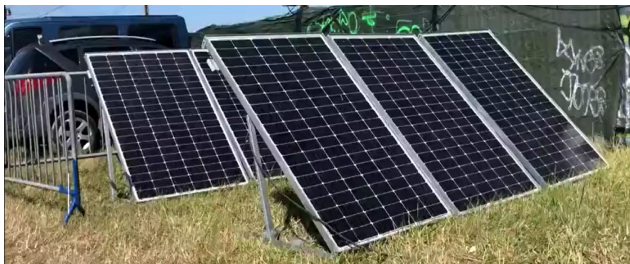
3.5. Exemples déjà existants en festival

N'importe quel concert nécessite une grosse consommation d'énergie, ce qui constitue le point faible des organisateurs d'événements soucieux de préserver l'environnement. C'est pourquoi les festivaliers et artistes se tournent vers du matériel autonome ou très peu demandeur en énergie.

Chauffer Dans La Noirceur est une association dont le but est d'animer la vie sociale et culturelle dans le Grand ouest. Chaque année l'association organise un festival de musique tout en respectant les valeurs suivantes : la découverte d'artistes, la citoyenneté et le respect de l'environnement. C'est pourquoi des actions éco-responsables sont menées tout au long du festival.

Nous nous sommes donc renseignés sur la manière dont l'association alimente l'événement. Le festival est équipé de deux enceintes solaires autonomes, cela permet de ne pas consommer d'électricité et d'avoir douze heures d'autonomie en spectacle nocturne.

Tout le reste des besoins est alimenté par un groupe non thermique fonctionnant avec une batterie au lithium et des panneaux solaires, couvrant les besoins de 1 500 personnes.



Photos : [VIDÉO. Comment le festival Chauffer dans la noirceur tente-t-il de limiter son empreinte carbone ? \(ouest-france.fr\)](#)

Comme nous l'avons vu sur les photos ci-dessus, tout ce matériel est bien trop encombrant pour l'utilisation que veut en faire LoxOne, ce n'est pas transportable en train et cela produit bien trop d'énergie pour un concert de taille plus restreint.

Nous avons également eu le contact de Denis Jolivet, électricien qui a fabriqué lui-même, en 2016, son “boeuf solaire”. Faire un bœuf en musique, c’est jouer de façon improvisée avec des musiciens parfois inconnus. Nous l’avons contacté pour avoir plus de renseignements sur ce genre de système “fait maison”.

Lors de notre appel, plusieurs aspects essentiels concernant le matériel et son fonctionnement ont été discutés, offrant ainsi un aperçu détaillé des exigences liées au projet de sonorisation autonome et décarbonée.

Tout d'abord, le matériel possède une longue durée de vie, ce qui est rassurant quant à sa fiabilité sur le long terme. Cependant, les batteries nécessitent un remplacement plus fréquent, ce qui doit être pris en compte dans le budget. Mais il est possible d'utiliser des batteries de voitures, que l'on peut récupérer dans des casses pour des prix réduits. En termes de coût, Denis a mentionné un prix approximatif d'environ 350€ pour le matériel complet.

En ce qui concerne les spécifications techniques, il faut utiliser un onduleur sinus pour garantir un fonctionnement optimal, celui-ci étant différent de celui utilisé dans les camping-cars. De plus, il est nécessaire de faire une connexion à la terre via un ou deux piquets proches de l'onduleur pour des raisons de sécurité.

Pour ce qui est des panneaux solaires, Denis nous a précisé qu'ils ne doivent pas être exposés directement au soleil lors de températures extrêmes pour éviter les problèmes de surtension. De plus, tout ombrage sur les panneaux peut entraîner une grande diminution de leur efficacité.

Enfin, le matériel semble être facilement transportable.

En prenant en compte toutes ces caractéristiques, cette solution paraît donc envisageable si Lox'One souhaite se fabriquer son propre matériel de sonorisation, “fait maison”.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Conclusions sur le travail réalisé

Après avoir défini un cahier des charges avec la chanteuse Lox'One, nous nous sommes réparti les tâches afin de trouver des solutions adaptées au problème proposé. Un travail de recherche sur les différentes énergies renouvelables nous a poussé à choisir l'énergie solaire comme source électrique la plus adaptée pour notre projet. Il a alors fallu calculer notre consommation énergétique afin de pouvoir dimensionner le système à présenter à la chanteuse. Par la suite, nous avons contacté différentes entreprises spécialisées dans les génératrices solaires et l'événementiel, qui nous ont proposé leurs solutions. Comme expliqué précédemment, le choix de Lox'One s'est porté sur la solution de *Mobilvolts*, pour des raisons d'autonomie, de facilité de transport du matériel et de praticité.

Conclusion sur l'apport personnel de cet E.C. projet

Pour l'ensemble du groupe, ce projet nous a plu et intéressé, de par son originalité et son lien avec la culture. Il nous a permis de faire le lien entre nos connaissances scientifiques et un domaine artistique tout en réfléchissant aux enjeux écologiques. D'autre part, ce projet fût enrichissant personnellement en nous donnant un aspect concret de notre future vie professionnelle. En effet, pour nous, travailler en collaboration avec une cliente qui a des attentes et un cahier des charges précis a été très formateur. Enfin, ne nous connaissant pas avant, nous avons aussi dû apprendre à travailler ensemble.

Perspectives pour la poursuite de ce projet

Ce projet s'inscrit dans la continuité d'une prise de conscience des enjeux écologiques dans le monde de la musique et du spectacle, nous poussant à repenser nos comportements vis-à-vis de notre consommation énergétique. Ainsi après avoir étudié uniquement la sonorisation du concert pour un artiste, nous nous sommes aussi interrogés sur la consommation énergétique de l'éclairage qui fait partie intégrante d'un concert ainsi que sur la possibilité d'étendre la solution trouvée à une prestation de plus grande échelle, un groupe avec plusieurs instruments amplifiés par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

Matériel

[1] Fiches Techniques du matériel

- Looper : <https://www.pedale-loop.fr/boss-rc-600/>
- Pedalboard :
<https://www.gear4music.fr/fr/Sono-DJ-and-eclairage/BSS-AR-133-Active-DI-Box/UZ0>
- Enceintes de retour MA 120 MK II :
https://images.static-thomann.de/pics/atg/atgdata/document/misc/195950_c_195950_r5_fr_online.pdf?_gl=1*1ogmruu*_ga*MTk2NDg5NDYwMC4xNjc5MjUwMjk4*_ga_QNTG1E3BFT*MTcxNjI3MjY5OC45LjEuMTcxNjI3Mjc1OC4wLjAuMTUyNzIyNDU.*_fplc*Q09GbHE5RndKaFhsc3dKYmolMkZLVnd0VDk1UyUyQnZ5dHpFTiUyRm9iZzBL0Dg0QzI1SGhTTDZZWXE0OGxXOTJTZGszdG9hMjR1RmFLMFoIMkZqR2g5eG1IZkZlQWZ3dWpFQkJtSDRRWXRDOXFoTjZ0RHZzaJmQ2dTUyVTZ0d6NllUvKkEIM0QIM0Q
- Table de mixage X32 Compact :
https://mediadl.musictribe.com/media/sys_master/h1f/h56/8849797021726.pdf

[2] *Eclairage scénique dans les salles de spectacles*, étude réalisée par Madeleine GOUJON dans le cadre de son projet de fin d'étude à l'INSA Lyon:

<https://ducks.fr/eclairage-scenique-dans-les-salles-de-spectacle/> (valide à la date du 04/11/2020)

Énergies

[3] <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/solaire-photovoltaique> (valide à la date du 01/05/2024)

[4] <https://www.discoverthegreentech.com/enr/energie-eolienne/composants/> (valide à la date du 30/04/2024)

[5] <https://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/renouvelables/essentiel-sur-hydrogene.aspx> (valide à la date du 30/04/2024)

[6] <https://www.sweetch.energy/> (valide à la date du 01/05/2024)

[7] <https://www.pikip-solarspeakers.com/fr> (valide à la date du 21/05/2024)

[8] <https://mobilvolts.fr/> (valide à la date du 21/05/2024)

ANNEXES

Annexe 1. Fiche technique Lox'One

LOX'ONE

Fiche technique Version 2024-02-1

Contact arste : Elodie SAINT (06 61 36 15 11).

loxonemusic@gmail.com Contact technique : Laurent

GOUASDON (06 74 41 75 66). lgson@free.fr

Préambule : Ce document est indissociable du contrat qui nous lie. Son respect contribue à une bonne ambiance de travail et au bon déroulement du spectacle. Il n'est pas difficile de s'adapter à des conditions particulières, mais cela doit être anticipé avant le jour J. N'hésitez pas à nous contacter en cas de doutes, ou de difficultés. Merci par avance.

Style musical : Chanson organique

<https://www.youtube.com/@LOXONEMUSIC>

1. ORGANISATION GENERALE

Logistique Parking : 1 utilitaire et 1 voiture à stationner.

Besoin d'un espace merchandising : Une simple table est suffisante.

Loge équipée de cintres, miroir, lavabo, chaises, table.

Catering :

Boissons fraîches, café, fruits, biscuits, fromage

Repas :

Elodie : Pas de viande

Laurent : Pas de légumineuses

Maud : RAS

Merci de prévoir un repas chaud et de l'eau.

Besoins humains : Un(e) technicien(ne) polyvalent(e), son/lumière connaissant les spécificités du lieu serait bienvenu.

Version 2024-02-1 Lox'One Page 1 / 3

2. DESCRIPTION TECHNIQUE

Constitution de l'équipe de Lox'One :

Elodie : Chant, boucleur, basse, flute
Laurent : Sonorisateur (Façade et retour)
Maud : Photographe et merchandising

Timing :

Mise en place régie et instruments + balance : 60 min
Durée démontage instrus/micros : 20 minutes

Besoins Infrastructure plateau et sonorisation :

Un plateau surélevé. Dimensions mini : 4 m largeur et 3 m profondeur

Un système de diffusion façade stéréo opérationnel et réglé de manière à couvrir le public le plus uniformément possible. Besoins de 95 dBA, sans compression ni distorsion audible, entre 60 Hz à 16 kHz

Un emplacement de régie, idéalement centré dans les 2 axes. A minima, 1 table stable avec 2 chaises.

Console Behringer X32 Compact ou Full size

Liaison ethercon AES50 (cat 5e SFP) ou chemin de câble protégé entre le plateau et la régie

Stagebox Behringer S16, S32, SD16, ou Midas DL16, DL32

1 retour de scène au sol pour Elodie (Bus 9)

4 prises 220v monophasées sur scène

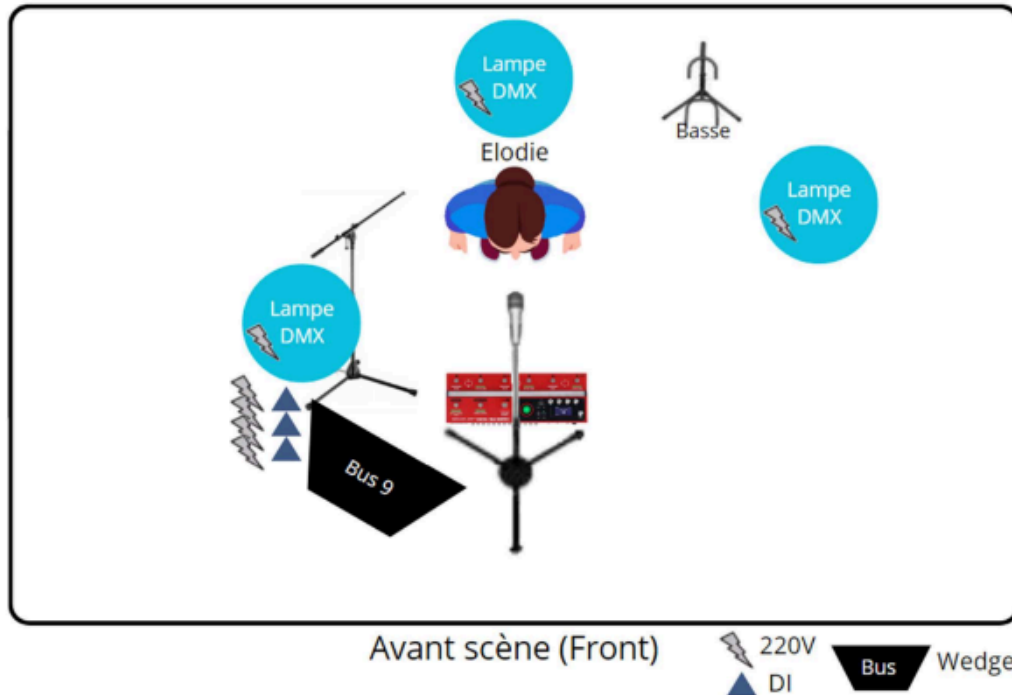
Besoins décor et lumières :

L'arsite fournit 3 lampadaires sur pieds, qui seront disposés sur scène. Chacun est équipé d'un projecteur DMX.

Merci de prévoir :

- 3 Prises 220V, 3 câbles de liaison DMX pour les lampadaires ci-dessus, et une liaison avec le reste de l'installation (ex : splier DMX)
- 1 liaison DMX entre la régie et un splier DMX.
- 3 à 6 PAR LED DMX, installés en hauteur et en contre.
- 2 à 4 projecteurs gradués DMX, en face

3. PLAN DE SCENE ET PATCH



Ch	Qui ?	Quoi (Voix/Instru/Appareil) ?	Dispositif intermédiaire	Type sortie	Patch scène	Pied
01	Lox	Voix Lead Beta 87		XLR	IN 1	Oui
02	Lox	Voix+flute Senn 835 -> RC600 Mic IN 1	RC600 Sub Out1 R	XLR + J2P+DI+XLR	IN 2	Oui
03	Lox	Looper RC600 (Samples) Left	RC600 Sub Out2 L	J3P + XLR	IN 3	
04	Lox	Looper RC600 (Samples) Right	RC600 Sub Out2 R	J3P + XLR	IN 4	
	Lox	Basse -> RC600 Inst IN 1 L-> GE150	RC600 Sub Out1 L	Jack + Jack		
05	Lox	GE150 L (Basse)	GE150 Left	J2P + DI + XLR	IN 5	
06	Lox	GE150 R (Basse)	GE150 Right	J2P + DI + XLR	IN 6	
Bus9	Lox	Sortie Wedge Bus 9		XLR	Out 1	
Mtx1		Sortie Façade L		XLR	Out 7	
Mtx2		Sortie Façade R		XLR	Out 8	

Notes importantes :

Lox'One vient avec ses 2 micros de chant
Merci de fournir le matériel en **GRAS**

Ch 01 : Besoin alim 48V (micro Statique)

Ch 01 : Besoin trépied à **3 branches**, avec perche horizontale, pour placement derrière le looper RC600

Lexique :

J2P : Jack asym à 2 points -> XLR M

J3P : Jack sym à 3 points -> XLR M

Annexe 2. Devis Mobilvolts



Devis
N° : D-24040096
Date : 09/04/2024
Devis valable jusqu'au : 22/04/2024

MOBILVOLTS
75 Rue DES LAVANDES
06750 - SERANON
Email : mobilvolts@gmail.com
Téléphone : +33 6 03 89 85 70
Site web : www.mobilvolts.fr

STPI2
685 AVENUE DE L'UNIVERSITÉ
76800 SAINT-ETIENNE-DU-ROUVRAY
FRANCE

Vos informations
N° client : C-0066

Objet : Energy Box

Référence	Libellé	P.U HT	Quantité	Montant HT
ENE-2	LittleBox 1200Va Générateur + Pack batterie Puissance d'alimentation : 1000 watts en 230 volts Entrée de panneau solaire : de 375 à 1500 kWc Batterie lithium 2kWh utile Ecran de supervision : permet de voir en temps réel le pourcentage de charge et décharge batterie Conditionnement en flight case	4 600,00 €	1,00 U	4 600,00 €
LIV	Livraison de l'EnergyBox	230,00 €	1,00 forfait	230,00 €

Détail de la TVA			Total HT	4 830,00 €
Base HT	Taux de TVA	Montant TVA	Total TVA	966,00 €
4 830,00 €	20,00 %	966,00 €	Total TTC	5 796,00 €

Bon pour accord
Cachet et signature

Merci de joindre 2 898,00 € (50%) d'acompte à la validation du présent document.

Coordonnées bancaires IBAN FR2230002039720000071577R65 BIC CRLYFRPP

Annexe 3. Devis PikiP Solar Speakers



PIKIP SOLAR SPEAKERS
18 Boulevard Cassini
13004 MARSEILLE
France

QUALITE ACOUSTIQUE -
INDEPENDANCE ENERGETIQUE

Lox'one

Devis # S00091

Date du devis :
09/04/2024

Échéance :
09/05/2024

Vendeur :
Julien_PikiP

Description	Quantité	Prix unitaire	Taxes	Montant
PikiP STAGE KIT S : 1 SUB + 2 FULL RANGE + 1 RTN / AEA 4-1200 / 1 PLATEFORME SOLAIRE				
[AEA4_3.0] AEA 4 Rack Amplificateur / Energie / Autonomie Amp. 4x700Wrms - DSP intégré - 24 preset - protection - interface PC PikiPcontrol - indicateur clip - 4 interrupteurs mute - 2 input XLR - 4 output SPEAKON - AES3 compatible Convertisseur 1200W - chargeur solaire & secteur - système de régulation - monitoring compatible smartphone et 4G - protection DDR - interrupteurs - 3 PC16 Batteries LiFePO4 3500Wh - BMS intégré Caisse Rack Sliding 19" 10U - anti choc - grilles d'aération - poignées - roulettes 100mm freinées	1,00 Unité(s)	5 850,00	20% M	5 850,00 €
[VTL118_2.0] SUB VTL118 Enceinte subwoofer conception haute efficacité Quart d'onde & bass reflex profilé - HP 18" - CP bouleau 15mm renforcé - primaire et finition WARNEX texturée - tropicalisation - câblage interne - 2 embases SPEAKON 4pts - grille de protection - embase mat M20	1,00 Unité(s)	2 480,00	20% M	2 480,00 €
[VCX12_2.0] FULL RANGE VCX12 Enceinte large bande conception haute efficacité HP 12"/2" Coaxial - CP okoumé renforcé 15mm - primaire et finition WARNEX texturée - tropicalisation - câblage interne - 2 embases SPEAKON 4pts - filtrage passif - grille de protection - embase mat 35mm	3,00 Unité(s)	1 220,00	20% M	3 660,00 €
Sous-total				11 990,00 €
Montant hors taxes				11 990,00 €
TVA 20%				2 398,00 €
Total				14 388,00 €

Options

contact@pikip-solarspeakers.com <http://pikip-solarspeakers.com> FR19831445267

Description	Prix unitaire
[COVERVDS_2.0] COVER VTL118 Bâche de protection rembourrée (cordura 800 / renforts / volcro)	270,00 €
[COVERVCX_2.0] COVER VCX12 Bâche de protection rembourrée (cordura 800 / renforts / velcro)	230,00 €
[PV_2.0] PLATEFORME SOLAIRE Plateforme solaire 810Wc 2 panneaux photovoltaïques 405Wc - plateforme en aluminium pré-montée à lester - système de fixation rapide - installable au sol sans contrainte de terrain - câble solaire 15m 2x4mm2 + PE	980,00 €

- HORS LIVRAISON : Livraison par transporteur à définir ultérieurement
- Conditions de règlement : Acompte 10% à la signature du devis / 50% au lancement de la production / Solde 40% à l'envoi du matériel
- La signature du présent Devis vaut acceptation des Conditions Générales de Ventes et Services (CGVS) annexées.
- Export : Exonération de TVA en application de l'article 294 du Code général des impôts.
- Le défaut ou retard de paiement à l'échéance entraîne l'exigibilité immédiate de la totalité de la créance et une indemnité de retard égale à 6% de la somme due, ainsi qu'une indemnité forfaitaire de plein droit pour frais de recouvrement fixée à 40 euros pour frais de recouvrement.

Paiement par virement avec numéro de facture**IBAN : FR76 3000 4008 3000 0104 4242 947****BIC : BNPAFRPPX**

Annexe 4. Fiche présentation SHYAM

FICHE TECHNIQUE PRODUIT



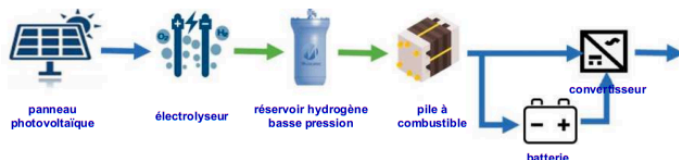
SHYAM : STATION HYDROGENE AUTONOME MULTIFONCTIONS

Outil de formation pour la production
et la consommation d'hydrogène vert

MINCATEC Energy propose une station hydrogène autonome multifonctions (100W) dédiée à la production d'hydrogène vert via un électrolyseur alimenté avec un panneau solaire. Le stockage de l'hydrogène est réalisé dans un réservoir basse pression en hydrures métalliques, technologie développée par MINCATEC Energy. Ce dernier alimente une pile à combustible pour la production d'électricité à la demande. Cette station est équipée d'une prise de courant pour brancher des appareils électrique pour simuler une consommation électrique résidentielle.



FABRIQUÉ
EN FRANCE



Mincatec Energy, des solutions pour un nouveau monde énergétique

www.mincatec.com / www.mincatec-energy.com

SHYAM : STATION HYDROGÈNE AUTONOME MULTIFONCTIONS OUTIL PEDAGOGIQUE DU CAP/BAC PRO, BTS/LICENCE et MASTER/INGENIEUR

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES :

- **Cycle de vie de l'hydrogène** : production d'hydrogène par électrolyse (hydrogène vert), stockage de l'hydrogène (ici en basse pression), son utilisation via une pile à combustible
- Principe de fonctionnement d'une station solaire, production d'électricité via des énergies renouvelables
- Introduction de la notion de **systèmes hybrides** : multi-sources d'énergie batteries chimiques, hydrogène, panneau photovoltaïque
- Principes de **commande d'un système complexe** : capteurs, actionneurs
- Principes de fonctionnement des **protocoles de communication Can Bus**
- Principes d'une stratégie de **gestion de l'énergie multi-sources**
- Notions de **conversion de tension** : DC/DC & DC/AC

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT :

La génération de l'électricité est assurée par un système électrique hybride composé d'un panneau photovoltaïque, d'une batterie LiFePO4 et d'une pile à combustible PEM. L'électricité produite possède deux fonctions principales. D'une part, elle sert à alimenter les charges électriques branchées sur la prise de courant et d'autre part, elle alimente un électrolyseur qui sert à produire l'hydrogène. Ce dernier est stocké dans un réservoir hydrogène en hydrure métallique basse pression, conçu et fabriqué par MINCATEC Energy, pour pouvoir être utilisé après selon les besoins de l'utilisateur.

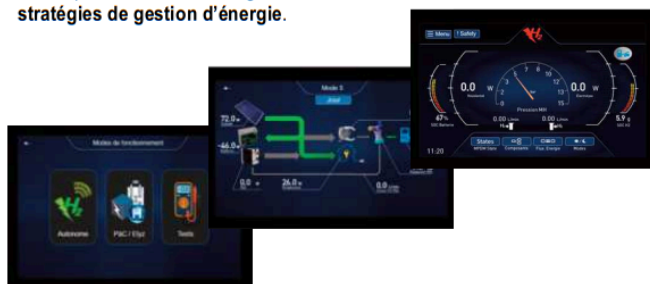
Toutes ces fonctionnalités sont pilotées par un système de supervision et une gestion d'énergie développée par MINCATEC Energy : IHM, lois de commande et gestion d'énergie. Ces fonctions sont assurées par un module IQAN de la marque Parker. En plus du contrôle, ce module dispose d'un écran 10" tactile pour assurer un affichage interactif.

DÉTAILS PRODUIT :

- Module **panneau photovoltaïque** de 100 Wc
- **Électrolyseur** 100 W
- **Réservoir H2 d'hydrures métalliques** d'une capacité de 10 g développé par MINCATEC Energy
- **Batterie LiFePO4** 12V 20Ah avec BMS intégré
- **Pile à combustible** 100 W
- **Convertisseur** 12V-230 Vac
- **Contrôleur IQAN** de la marque Parker ce module dispose d'un écran 10" tactile pour assurer un affichage interactif. L'IHM permet la commande tactile en manuel ou automatique du système, de comprendre les flux d'énergie et les **stratégies de gestion d'énergie**.

AVANTAGES PRODUIT :

- **Interface simple à manipuler, graphique et didactique : type tablette**
- **Schéma électrique clair**. Les étudiants peuvent, dès la première vue, comprendre rapidement le schéma électrique : commandes analogiques et CAN Bus
- **Schéma hydrogène simple** pour que les étudiants puissent examiner le circuit complet de la sortie de l'électrolyseur à la pile à combustible passant par le réservoir.



Yann GENNINASCA
Président
+33 6 71 96 42 08
yann.genninasca@mincatec.com



Emmanuel BOUTELEUX
Directeur Général
+33 6 72 56 99 77
emmanuel.bouteleux@mincatec.com



Axelle CHATAIN-GIGOU
Directrice Commerciale
+33 6 88 17 80 42
axelle.gigou@mincatec.com

MINCATEC Energy
1 avenue de la Gare TGV
90400 MEROUX-MOVAL - FRANCE

www.mincatec.com
www.mincatec-energy.com