

Produit : Abri de secours

1. PARTIE 1 : Découverte du produit et de sa problématique technique:

Présentation du système réel :

Chaque période hivernale le nombre de décès des sans-abris augmente (624 décès en 2022). Sur l'année 2022, 29 % du taux de mortalité global annuel s'est réalisé sur les mois de décembre et de janvier. Les hébergements d'urgences (115) sont saturés. Face à ces faits, il convient de proposer une solution d'appoint et temporaire pour protéger les personnes des températures basses hivernales.

Face à cette problématique, le prototype d'un abri de secours a été réalisé.

Cet abri de secours permet à l'utilisateur d'être chauffé, éclairé, et de recharger un appareil nomade (type téléphone) durant les nuits hivernales. L'accès à cet abri de secours est limité dans le temps. Chaque jour, un sans-abri peut l'utiliser de 20 h à 6 h soit 10 h. La température d'accueil dans l'enceinte est maintenue à 16 °C lorsque les températures extérieures sont comprises en -7 °C et + 10 °C.

Cet abri est composé :

- ✓ d'une structure bois composée de 4 cadres reliés ;
- ✓ d'une isolation thermique composée de laine de bois ;
- ✓ d'une étanchéité à l'eau réalisé par un pare-pluie ;
- ✓ d'une protection de l'isolant et de l'ossature bois contre les migrations des vapeurs d'eau par une membrane pare vapeur ;
- ✓ d'un système de ventilation d'air par insufflation forcée grâce à un ventilateur
- ✓ d'un système de chauffage (résistance chauffante de 350 W) directement sur monté sur l'air insufflé (dans le conduit de soufflage)
- ✓ d'un système d'éclairage (Ruban LED) piloté par l'utilisateur
- ✓ d'un chargeur permettant la recharge d'un appareil nomade.



Ossature bois

Système de ventilation + Résistance de chauffe

Membrane d'étanchéité

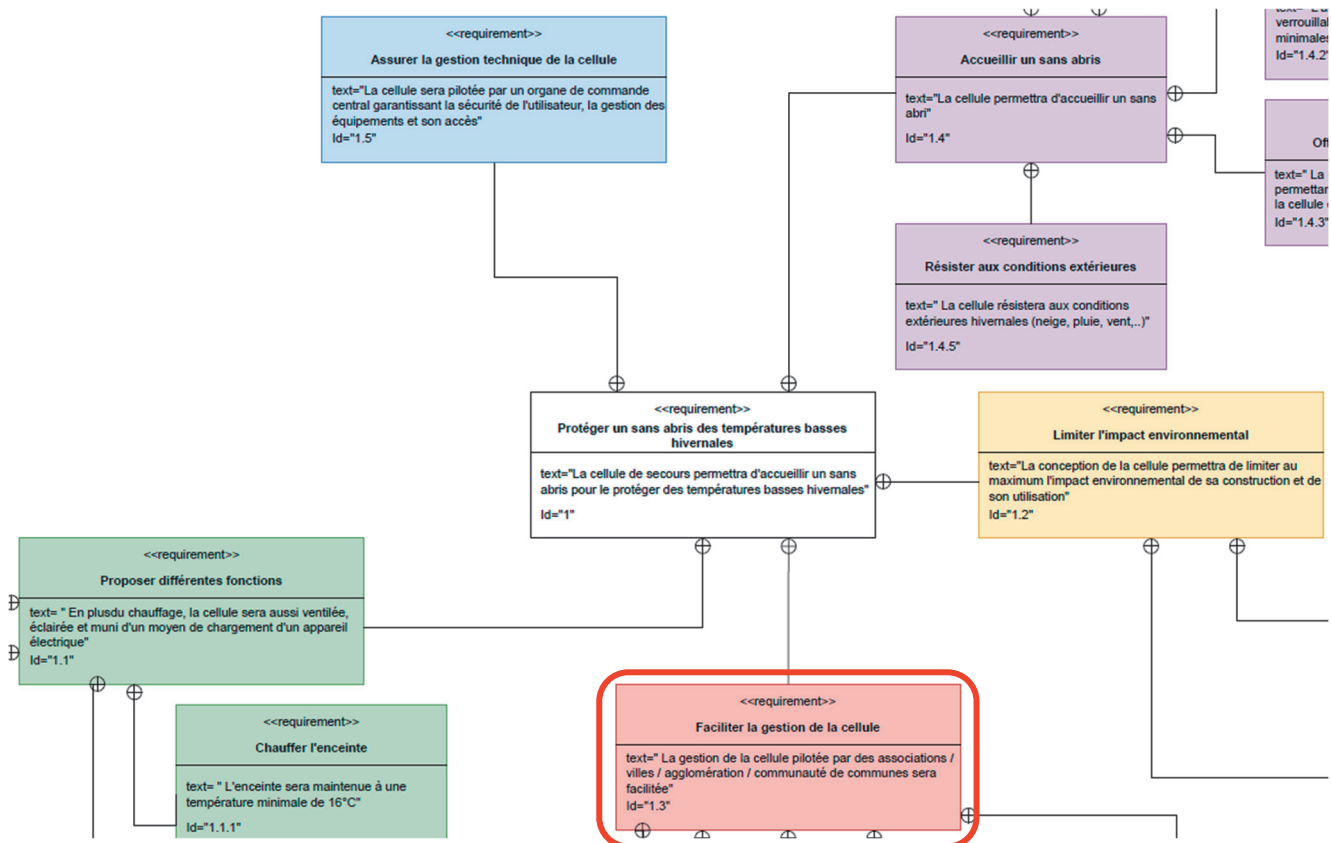
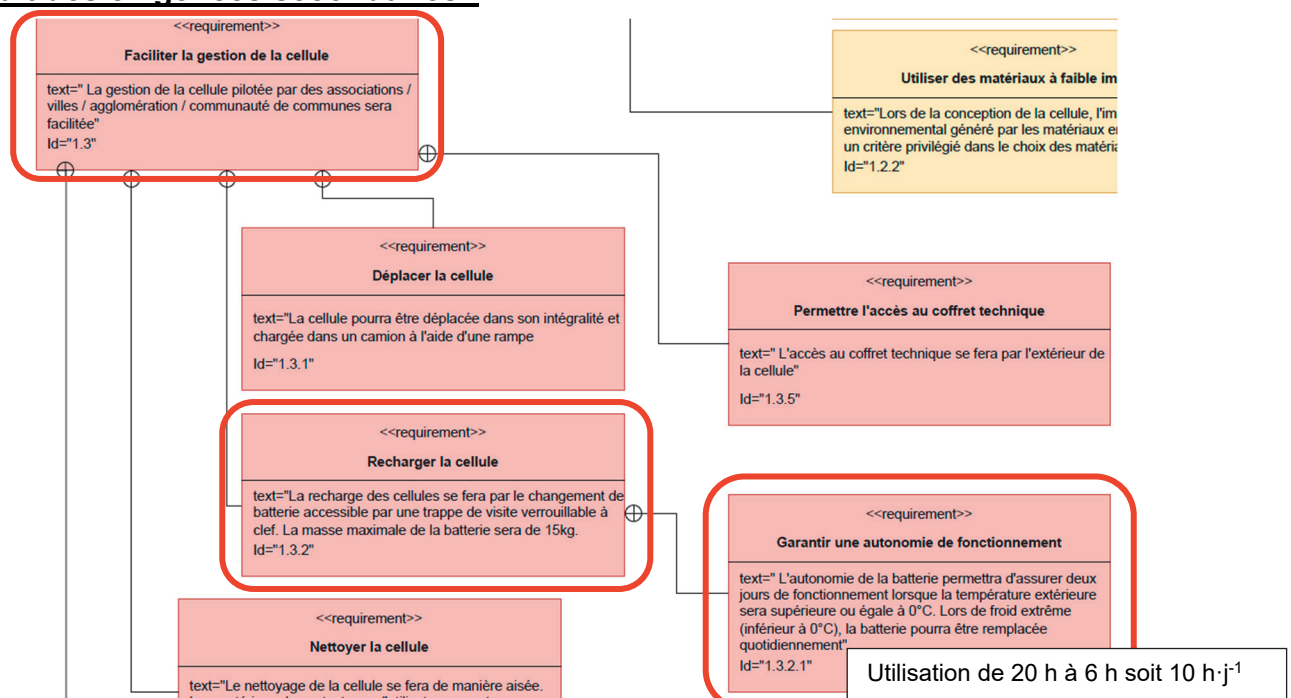
Système d'éclairage



Présentation du cahier des charges :

Le projet initial impose un cahier des charges, sous forme de diagramme des exigences, précisant les axes techniques à respecter.

Seules quelques exigences seront à vérifier dans cette activité, encadrées en rouge :

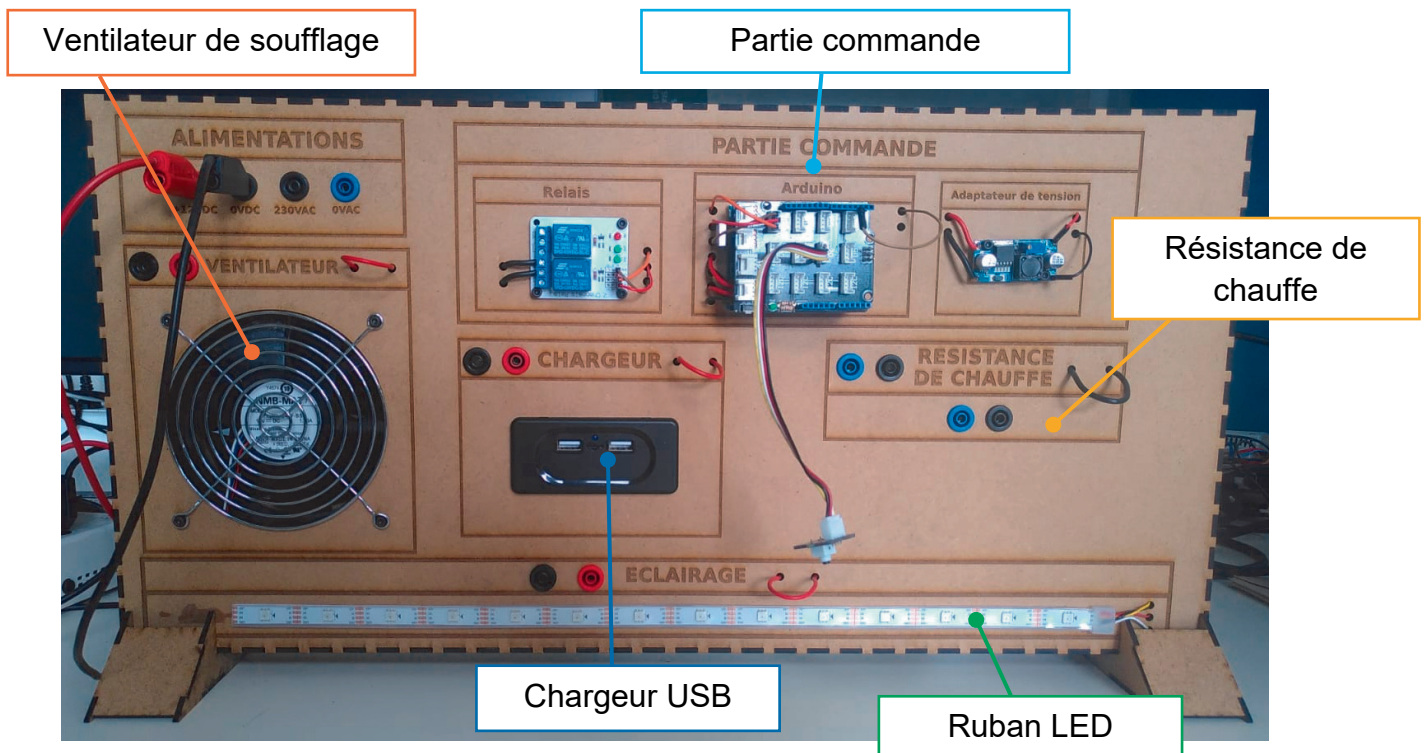
Extrait des exigences principales :**Extrait des exigences secondaires :**

Utilisation de 20 h à 6 h soit 10 h·j⁻¹

2. PARTIE 2 : Expérimentation :**Modélisation du système – Maquette employée lors de l'activité :**

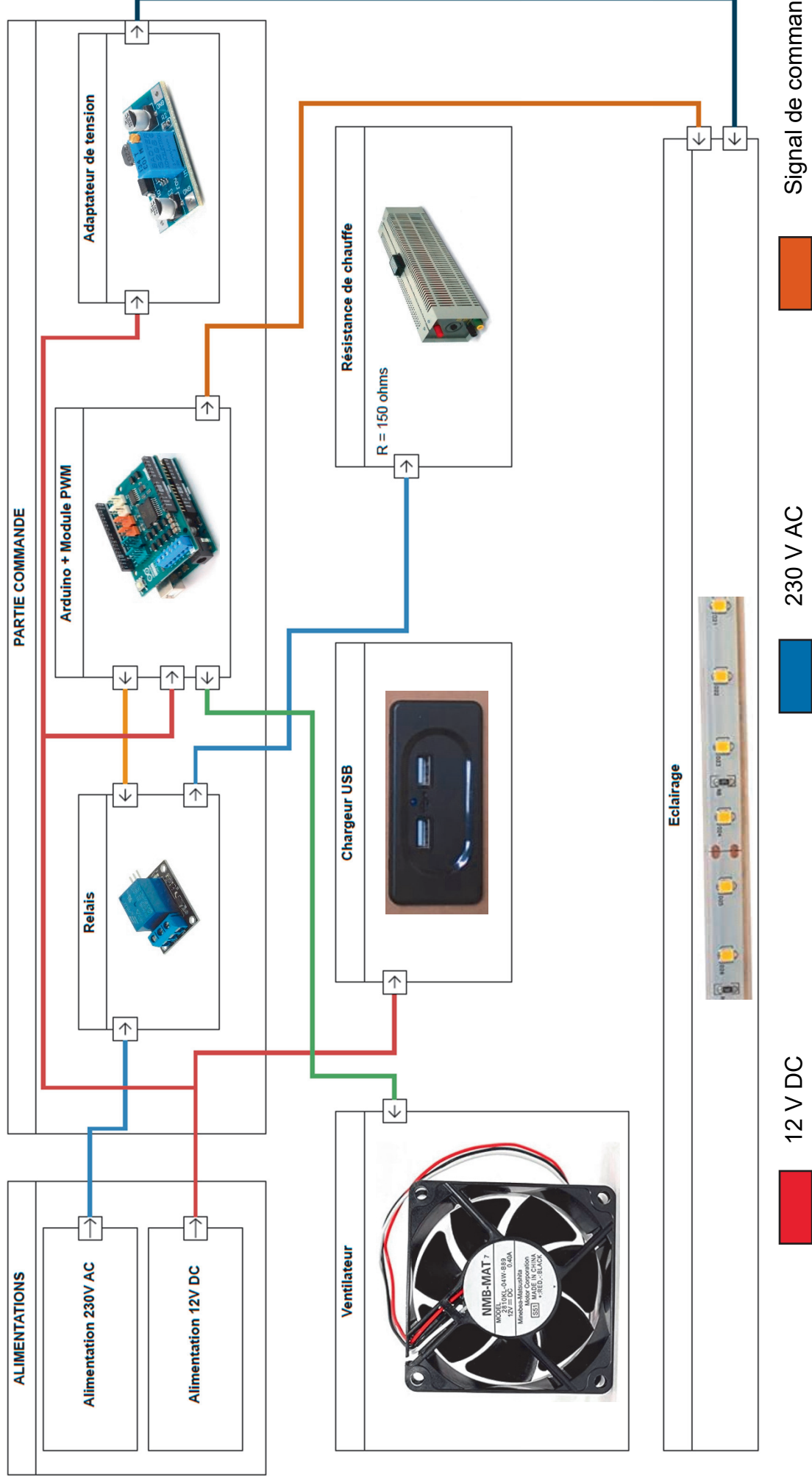
Un modèle physique (maquette) permet de réaliser les mesures nécessaires à l'activité. Celle-ci reprend les mêmes composants de la chaîne de commande et de puissance du système réel :

- ✓ le ventilateur de soufflage ;
- ✓ le chargeur USB ;
- ✓ la résistance de chauffe (à installer) ;
- ✓ le système d'éclairage (ruban LED) ;
- ✓ la partie commande.



Sur le système réel la source d'énergie est une batterie. Ici elle sera remplacée par le réseau EDF. Les tensions d'alimentation diffèrent selon les équipements de la chaîne de puissance et de commande :

- ✓ la résistance de chauffe est alimentée par un onduleur 12 V DC – 230 V AC sur l'abri mais qui n'est pas présent sur cette maquette, il ne sera pas étudié ici. La tension d'alimentation de la résistance sera délivrée par celle du réseau EDF (230 V – 50 Hz) (Bloc « Alimentations ») ;
- ✓ le chargeur USB est alimenté en 12 V DC provenant d'une alimentation extérieure à la maquette (Bloc « Alimentations ») ;
- ✓ le ventilateur est alimenté en 12 V DC aussi mais modulé par une commande PWM dans la partie commande afin d'adapter son débit volumique à la norme ($30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) ;
- ✓ le ruban LED est alimenté en 5V DC qui provient de l'adaptateur de tension qui lui aussi est alimenté en 12V DC ;
- ✓ la partie commande est alimentée grâce à la carte PWM du moteur du ventilateur.

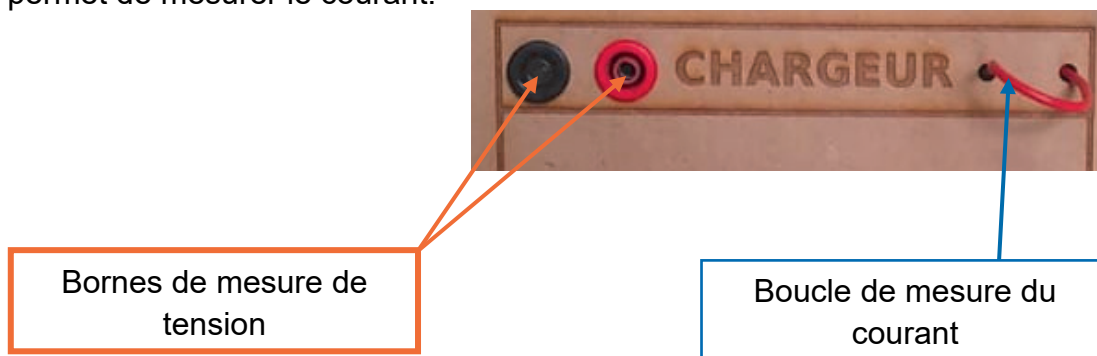
Diagramme lbd de la maquette employée lors de l'activité :

Matériel à disposition et points de mesure :**Matériel à disposition :**

- ✓ Pince ampèremétrique
- ✓ Multimètre
- ✓ Chronomètre
- ✓ Oscilloscope numérique
- ✓ Sonde différentielle

**Points de mesure sur le système :**

Sur chacun des sous-systèmes, deux bornes permettent de mesurer la tension et une boucle permet de mesurer le courant.

**3. PARTIE 3 : Simulation :****Conditions de simulation :**

Les conditions de simulation à employer seront les suivantes :

Température intérieure = 16 °C

Température extérieure = 0 °C

Débit de soufflage = 30 m³·h⁻¹

Extrait du bilan des puissances en fonction de la température extérieure :

T° _{ext} (°C)	T° _{int} (°C)	ΔT = (T _{int} - T _{ext}) (°C)	Pertes par les parois (W)	Pertes par renouvellement d'air (W)	Puissance chargeur (W)	Puissance éclairage (W)	Puissance commande (W)	Puissance ventilation (W)	Puissance totale (W)
...									
-1	16	17	75,2	185	2,5	2,4	4,2	3,8	269
0	16	16	70,8	174	2,5	2,4	4,2	3,8	254
+1	16	15	66,4	163	2,5	2,4	4,2	3,8	239
...									

Extraits de la documentation NANO AIR 50 :**Nano Air 50**

Nano Air 50



Télécommande multifonction



A

Conformité

- Sécurité électrique CEE.

Avantages

- Installation Plug & Play.
- Niveau sonore exceptionnellement bas (19 db(A))*.
- Idéal en rénovation.
- Rendement de récupération jusqu'à 88 %.
- Télécommande sans fil multifonction.
- Moteur EC.

* à 3 m en vitesse 1

DOMAINE D'APPLICATION

- Ventilation générale et permanente d'un logement.
- Système double flux pour pièce isolée.
- Solution idéale pour la rénovation et le neuf.

DESCRIPTION

- Groupe double flux pièce par pièce.
- 3 modes de vitesse disponibles.
- Débit de 14 m³/h à 54 m³/h.
- 2 filtres G3.
- Moteur EC.
- Accumulateur de chaleur en céramique, rendement jusqu'à 88 %.
- Le ventilateur est commandé à l'aide d'une télécommande ou des boutons sur le caisson :
 - En manuel, avec les commutateurs à trois positions offrant des fonctionnalités de base,
 - Avec la télécommande, pour un contrôle plus précis (mode nuit, paramètres d'humidité).
- Limite de température de service :
 - Température ambiante de -20 °C à +50 °C, humidité relative jusqu'à 80 %.
- Garantie 2 ans.

GAMME

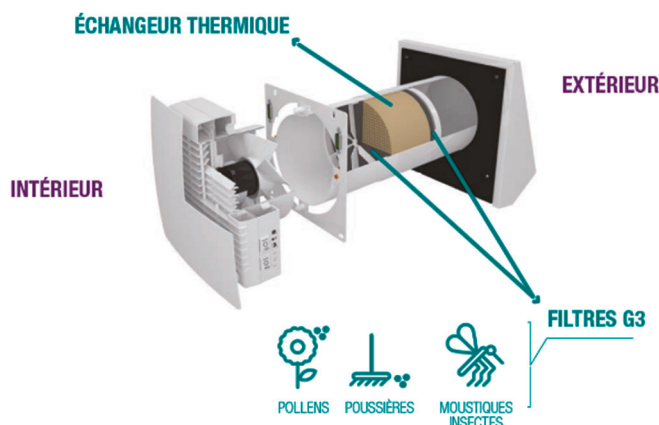
Designation	Code	Classe énergétique
Nano Air 50	11023290	A

COMPOSITION DES KITS

Designation	Code
Nano Air 50	11023290
Télécommande multifonction	11023297
Filtres (2 x G3)	11023297

ACCESSOIRES

Designation	Code
Platine de finition	11023298

**CARACTÉRISTIQUE**

Modèle	Nano Air 50		
Vitesse	I	II	III
Paramètres d'alimentation	100-240 V ~ 50/60 Hz		
Consommation électrique, W	4,50	5,00	7,00
Débit, m³ / h (CFM)	21 (12)	32 (19)	50 (29)
Fréquence de rotation, min-1	610	800	1450
Niveau de pression acoustique à une distance de 1 m, dBA (Sones)	22 (0,4)	29 (0,7)	32 (1,0)
Niveau de pression acoustique à une distance de 3 m, dBA (Sones)	13 (0,2)	20 (0,4)	23 (0,5)
Suppression du bruit de la rue, dB (A) (Sones)	40 (2,5)		
Efficacité thermique %	jusqu'à 90%		

4. PARTIE 4 : Conception et conclusion :**Résultats de la simulation à 0 °C et à -7 °C :**

Résultats de la simulation à une température supérieure ou égale à 0 °C (0 °C) :		Résultats de la simulation à une température inférieure à 0 °C (-7 °C) :	
Temps de fonctionnement (h·j ⁻¹)	10	Temps de fonctionnement (h·j ⁻¹)	10
Nombre de jour d'autonomie (j)	2	Nombre de jour d'autonomie (j)	1
Puissance moyenne absorbée à 0°C (W)	122	Puissance moyenne absorbée à 0°C (W)	165
Qté d'énergie nécessaire à stocker (W·h)	2433	Qté d'énergie nécessaire à stocker (W·h)	1648
Taux de décharge admissible maximal = 90%	0,9	Taux de décharge admissible maximal = 90%	0,9
Qté d'énergie stockée dans les batteries (W·h)	2703	Qté d'énergie stockée dans les batteries (W·h)	1831
Tension de la batterie (V)	12	Tension de la batterie (V)	12
Capacité de la batterie (A·h ⁻¹)	225	Capacité de la batterie (A·h ⁻¹)	153
Masse indicative de la batterie (kg) (Densité d'énergie massique à 200W·h·kg ⁻¹)	13,51	Masse indicative de la batterie (kg) (Densité d'énergie massique à 200W·h·kg ⁻¹)	9,15

Tableau comparatif des différentes technologies de batteries :

Technologies	Li-ion (NMC)	Li-ion (LFP)	Li-ion (NCA)	LiPo
Densité énergétique (Wh· ⁻¹ kg)	180–250	90–160	200–260	150–200
Masse indicative pour 2700 Wh (kg)	10,8 – 15	16,9 – 30	10,4 – 13,5	13,5 – 18
Coût moyen (€·kWh ⁻¹)	100–150	80–120	110–160	120–200
Coût d'achat pour E = 2,7 kWh (€)	270 – 405 €	216 – 324 €	297 – 432 €	324 – 540 €
Nombre de cycles	1000 – 2000	2000 – 6000	1000 – 1500	500 – 1000
Température d'utilisation (°C)	-20 à +60	-20 à +55	-20 à +60	0 à +50
Remarques additionnelles	Moins stable que LFP, chauffe plus	Perte de capacité importante sous 0 °C, surtout pour la charge Faible risque d'incendie ou d'explosion, même sous contrainte	Permet de construire des batteries très compactes et légères Risque accru de surchauffe → besoin impératif de BMS (Battery Management System) Moins performante sous 0 °C sans préchauffage	Risque de gonflement, feu, explosion si mal utilisée ou percée Enveloppe souple → nécessite une protection physique

Proposition de batteries :

Caractéristiques	MG – LFP 120210	Mastervolt MLI Ultra 12/1250	PowerBrick 135
			
Tension d'utilisation (V)	12	12	12
Température de charge (°C)	De 0 + 45	NR	De -20 à + 55
Température d'utilisation (°C)	De -20 à + 55	NR	De -20 à + 60
Masse (kg)	22	15	13,1
Capacité (A·h)	210	100	135
Energie stockée (W·h)	2700	1250	1728
Technologie	LiFePO ₄	LiFePO ₄	LiFePO ₄
Nombre de cycle	> 3500	3500	3000