

Produit : Récupération d'eau sur site isolé

1. Problématique et performances attendues

Situé sur l'îlet Oscar en Martinique, (figure 1) un site isolé sans accès direct au réseau d'eau potable, un gîte pouvant accueillir 11 personnes doit disposer d'une solution autonome pour répondre aux besoins en eau de ses occupants.

Comment mettre en place un système de récupération d'eau de pluie efficace et durable (figure 2), tout en tenant compte des conditions climatiques locales, des contraintes techniques de l'île, et des exigences sanitaires ?

Ce projet doit allier autonomie, respect de l'environnement et confort des usagers.

Le propriétaire du gîte, à la suite de travaux d'agrandissement, souhaite rendre le système d'alimentation en eau indépendant de son installation photovoltaïque actuelle. Son objectif est d'éviter une augmentation de la capacité de son parc de batteries.

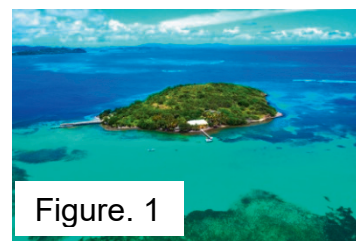


Figure. 1

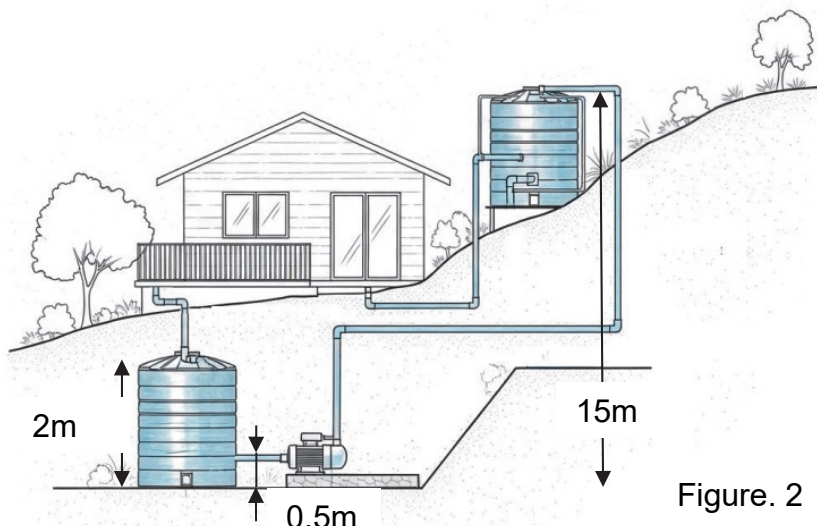


Figure. 2

Tableau 1: Usage intérieur (Utilisation d'eau) par personne

Remplir la chasse d'eau des WC	25 à 40 l
Laver les sols	5 à 10 l
Autres usages	5 à 10 l

Tableau 2: Tableau comparatif des technologies de pompes hydrauliques.

Critères	Pompe immergée	Pompe de surface
Amorçage	Toujours noyée → pas de problème	Risque de désamorçage si prise d'air
Installation	Plus simple (pas d'aspiration, juste refoulement)	Nécessite aspiration + refoulement étanches
Bruit	Silencieuse (dans l'eau)	Bruit perceptible du moteur
Entretien	Nécessite de sortir la pompe de la cuve	Accessible immédiatement
Prix	Plus élevée	Plus économique
Fiabilité	Très fiable (pas de désamorçage)	Dépend du bon amorçage et des joints

Le projet impose un cahier des charges, sous forme de diagramme des exigences, précisant les axes techniques à respecter afin de répondre aux contraintes du site isolé.

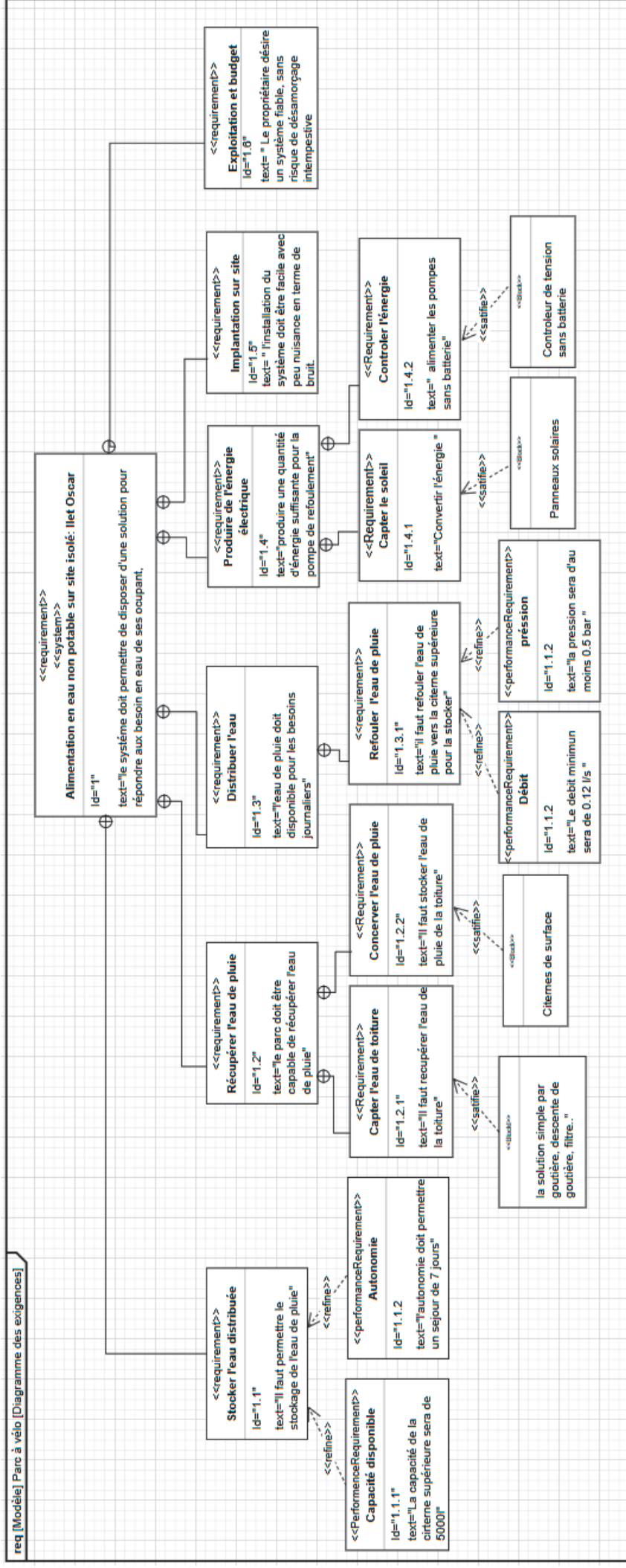


Figure 3 - Diagramme des exigences

2. Simulation

Présentation de la barre d'outils pour la compréhension du tracé du réseau hydraulique à partir d'EPANET 2.0



La bache considérée comme une source de stockage infinie



Nœud de Demande



Réservoir de stockage à volume déterminé



Tuyau



Pompe



Vanne

2.1) Tracé du réseau hydraulique

Le réseau (figure 5) que l'on souhaite modéliser permet de transférer l'eau de la bache vers un « nœud de demande » à débit fixe. Ce nœud représente le réservoir qui doit fournir les besoins en eau quotidien du local.

2.2) Mise en œuvre du logiciel de simulation

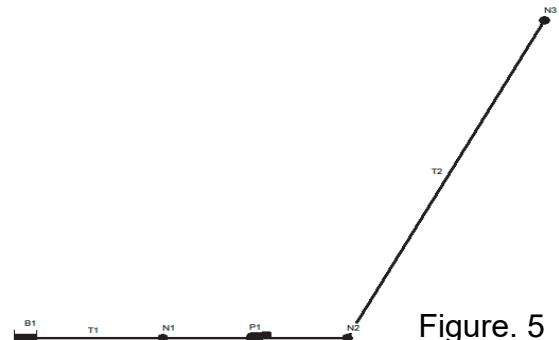


Figure. 5

a) Détermination des caractéristiques que devra fournir la pompe au minimum, pour cela mettre en œuvre le réseau sans pompe.

Ouvrir l'application EPANET 2.0

Importer le fichier réseau « Modèle ile oscar sans pompe.inp »

La bache B1 et le nœud N3 ont une altitude différente, pour faire monter l'eau jusqu'au nœud N3, il faut donc utiliser une pompe. Pour connaître ses caractéristiques, il faut la supprimer dans un premier temps et augmenter la charge totale (donc la hauteur d'eau) de la bache B1 à partir de sa charge initiale qui est égale à 2m.

- **Double cliquer** sur la bache B1 (figure 6) et **modifier** la valeur de la charge totale et **valider** (entrée)
- **Sélectionner** dans le navigateur les grandeurs à afficher lors de la simulation (figure 7):

- la pression aux Nœuds
- débit dans les tuyaux

Bache B1	
Propriété	Valeur
*ID Bache	B1
Coordonnée X	-3057,04
Coordonnée Y	4830,66
Description	
Genre	
*Charge Totale	2
Courbe Modul. Charge	
Qualité Initiale	
Qualité de Source	
Débit Net d'Entrée	Sans Valeur
Charge	Sans Valeur
Pression	Sans Valeur
Qualité	Sans Valeur

Figure. 6

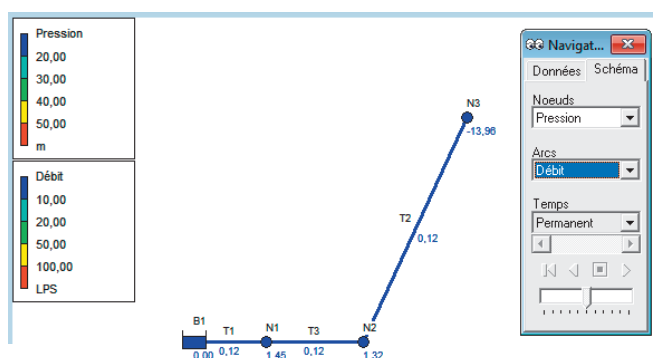


Figure. 7

Cliquer sur  pour lancer la simulation

Procéder par palier de 7,6 mCE
Pour chaque palier **Effectuer** une simulation.

b) Validation du choix de la pompe

Le choix s'est porté sur une pompe immergée Shurflo 9325

Il convient de valider ce choix en l'intégrant la pompe dans le réseau hydraulique.



Pompe solaire 12V-24V Immergée Shurflo 9325

Conçue pour des trous de forage de 100 mm de diamètre minimum et une installation de 70m maximum de hauteur manométrique totale, le modèle 9325 peut fonctionner au fil du soleil ou sur batteries.

Figure. 8

9325	LCB-G0	LCB-G100
Hmt max : 70m	24V	12/24V
Max : 0.40m ³ .h ⁻¹	PVMax : 150Wc	PVMax : 150Wc

Importer le fichier réseau « Modèle ilet oscar avec pompe.inp ». **Vérifier** les paramétrages.

Double cliquer sur la bêche B1 et **vérifier** que sa Charge totale est de 2 m

Double cliquer sur le Nœud (N3) (Figure 9) et **vérifier** que l'altitude est de 15 m et que la demande de base est 0,12 l.s⁻¹ (LPS dans le logiciel).

Deux caractéristiques de courbes HMT(mCE)=f(Q)(mCE) ont été préalablement enregistrées.

1 : pour la pompe SHURFLO 9325 alimentée en 24V

2 : pour la pompe SHURFLO 9325 alimentée en 12V

Double cliquer sur la pompe P1. (Figure 10)

Dans la rubrique Courbe Caractéristiques noter 2 puis **valider**.

Sélectionner dans le navigateur les grandeurs à afficher :

- la pression aux Nœuds
- le débit dans les tuyaux

Procéder à la simulation



Déplacer éventuellement la fenêtre « rapport d'état » avec la souris pour avoir une visibilité sur les résultats.

Reprendre la même démarche pour cette nouvelle Courbe. Caractéristiques : noter 1 puis **valider**.

Procéder à la simulation



Nœud de Demande N3	
Propriété	Valeur
*ID Nœud	N3
Coordonnée X	1310,16
Coordonnée Y	8413,55
Description	
Genre	
*Altitude	15
Demande de Base	0,12
Courbe Modul. Demande	
Catégories de Demande	1
Coeff. de l'Émetteur	
Qualité Initiale	
Qualité de Source	
Demande Actuelle	Sans Valeur
Charge	Sans Valeur

Figure. 9

Pompe P1	
Propriété	Valeur
*ID Pompe	P1
*Nœud d'Aspiration	N1
*Nœud de Décharge	N2
Description	
Genre	
Courbe Caractéristique	1
Puissance Nominale	
Vitesse Relative	
Courbe Modul. Vitesse	
État Initial	Marche
Courbe Rendement	
Prix de l'Énergie	
Courbe Modul. Prix	
Débit	0,12

Figure. 10

3. Conception

Rappel :

L'énergie électrique, en kilowattheure (kWh), est déterminée par la relation :

$$W = P \times t$$

W: Énergie électrique en kilowattheures (kWh)

P : Puissance en kilowatts (kW)

t : temps en heures (h)

Caractéristiques de la pompe :

- **Type :** Pompe volumétrique à diaphragme, à 3 chambres
- **Moteur :** A aimant permanent et protection thermique
- **Tension nominale en V :** 24
- **Puissance nominale en W :** 120
- **Courant maximum en A :** 4
- **Fusible en A :** 7,5
- **By-pass interne en bars :** Entre 7,2 et 7,6
- **Hauteur max. de refoulement en m :** 70
- **Profondeur max. d'immersion en m :** 30



Figure. 11

Tableau 3 : Données d'ensoleillement quotidiennes du site :

Remarque : On prendra le mois le plus défavorable.

Mois	Irradiation (kWh.m ⁻²)	Température moyenne (°C)
Janvier	6.36	25.5
Février	6.84	25.3
Mars	7.38	25.5
Avril	6.64	26.0
Mai	6.40	26.5
Juin	6.14	26.9
Juillet	6.23	26.9
Aout	6.44	27.2
Septembre	6.50	27.5
Octobre	6.37	27.2
Novembre	6.17	26.7
Décembre	5.97	26.1
Annuelle	6.45	26.4

Rappel de la formule pratique

On peut directement estimer l'énergie produite avec :

$$E = P_{\text{crête}} \times H \times PR$$

- E=énergie produite (kWh)
- P_{crête}=puissance du panneau (kWc)
- H=irradiation solaire (kWh.m⁻² sur la période, ramenée à la puissance crête).
- PR=performance ratio (rendement global: pertes électriques, température, orientation, poussières..., généralement 0.8

Caractéristiques du panneau Sunmodule SW 250

Tableau 4 : COMPORTEMENT LORS DE CONDITIONS DE TEST STANDARD (STC : 1000W.m⁻², 25°C, AM 1.5)

		SW 240	SW 245	SW 250	SW 255
Puissance au point de puissance maximale (Wc)	P _{max}	240	245	250	255
Tension à vide (V)	U _{oc}	37.2	37.5	37.6	37.8
Tension au point de puissance maximale (V)	U _{mpp}	30.2	30.8	30.8	31.1
Courant de court circuit (A)	I _{sc}	8.44	8.49	8.64	8.73
Courant au point de puissance maximale (A)	I _{mpp}	7.96	7.96	8.12	8.20

4. Expérimentation

Matériel mis à disposition :

- Rhéostat (résistance variable)
- Deux multimètres
- Panneau solaire polycristallin
- Source de lumière naturelle et artificielle
- Solarimètre
- Alimentation stabilisée
- Contrôleur solaire
- Pompe DC 12V



Montage à réaliser :

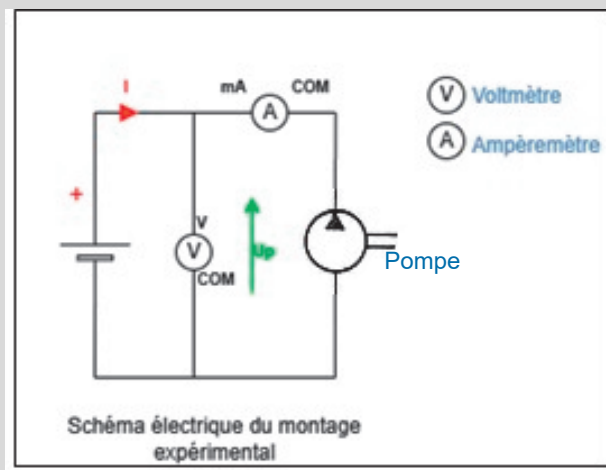


Figure 12 – Courant de la pompe

Protocole de mesure du courant absorbé par la pompe :

- 1 – **Réaliser** le montage demandé. **Positionner** les multimètres sur le calibre de mesure approprié.
- 2 – **Faire valider** le montage et les réglages par l'examineur.
- 3 – **Régler** progressivement la tension de l'alimentation stabilisée jusqu'à 12V.
- 4 – **Mesurer** le courant absorbé par la pompe.

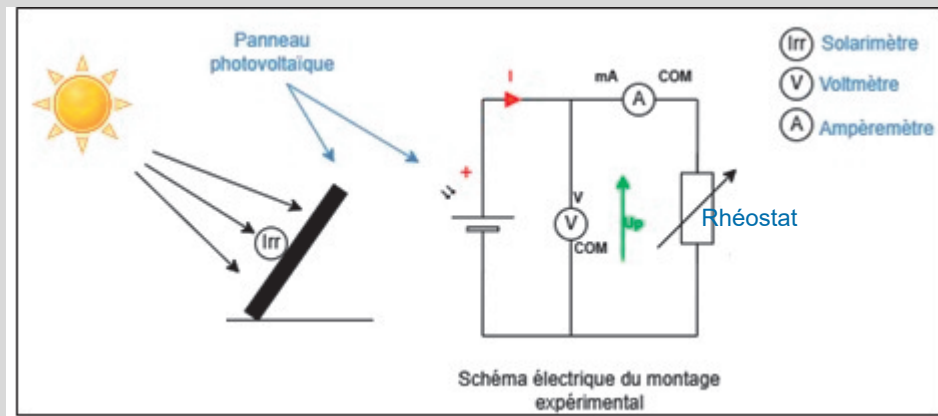
Montage à réaliser :

Figure 13 – Tension délivrée par le panneau

Protocole de mesure de la Tension délivrée par le panneau :

1 – **Réaliser** le montage demandé. **Positionner** les multimètres sur le calibre de mesure approprié. On branchera le rhéostat entre les bornes rouge et noire, situé du même côté. Le curseur du rhéostat devra être placé à l'opposé de la borne rouge.

2 – **Faire valider** le montage et les réglages par l'examineur.

3 - **Régler** le rhéostat afin que votre panneau délivre la même valeur de courant que celle mesurée au protocole précédent.

Mesurer ensuite la tension délivrée par le panneau, en vous assurant de disposer d'une irradiante minimale de 600 W.m^{-2} .

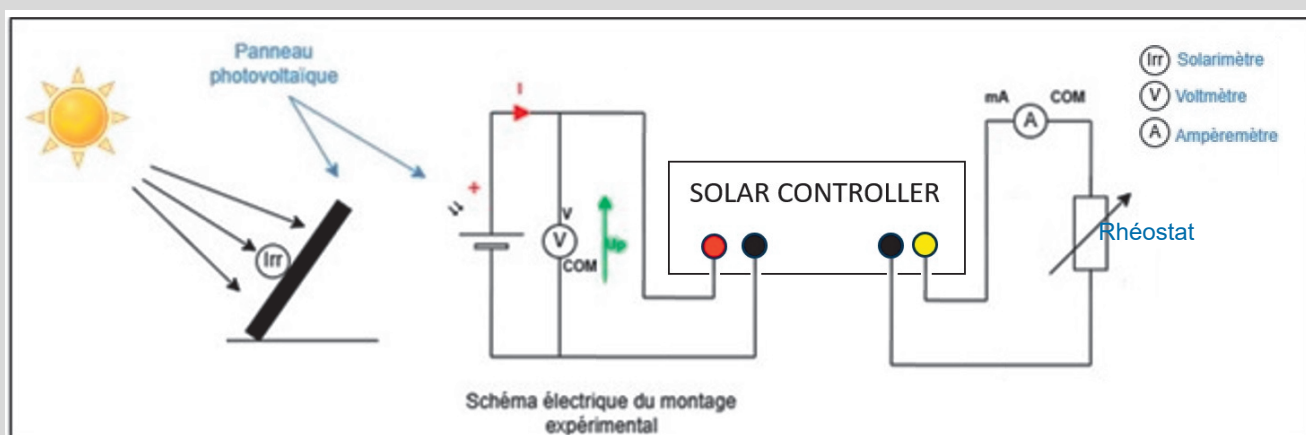
Montage à réaliser :

Figure 14 – Contrôleur de tension avec rhéostat

Protocole de la mise en place du contrôleur solaire :

1 – **Réaliser** le montage demandé. **Régler** les multimètres sur le calibre de mesure approprié. Brancher le rhéostat entre les bornes rouge et noire, en laissant le curseur dans la position indiquée au protocole précédent.

2 – **Faire valider** le montage et les réglages par l'examineur.

3 - **Mesurer** ensuite la tension délivrée par le panneau et par le contrôleur, en veillant à disposer d'une irradianse minimale de 600 W.m^{-2} .

Montage à réaliser :

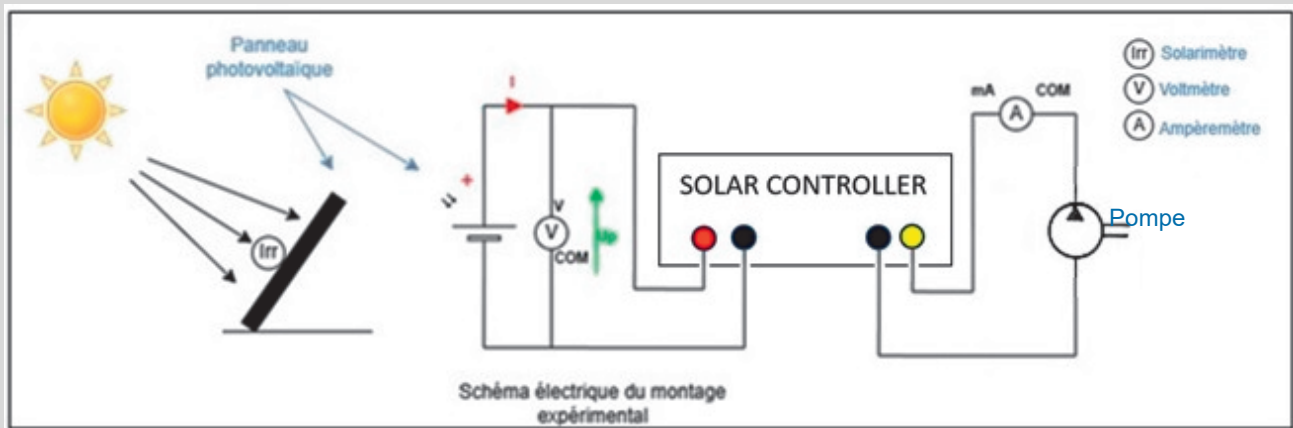


Figure 15 – Contrôleur de tension avec pompe

Protocole de la mise en place de la pompe avec le contrôleur :

1 – **Réaliser** le montage demandé. **Positionner** les multimètres sur le calibre de mesure approprié.

2 – **Faire valider** le montage et les réglages par l'examineur.

3 - **Vérifier** le bon fonctionnement de la pompe après vous être assuré de disposer d'une irradianse minimale de 600 W.m^{-2} .

4- **Masquer** le panneau solaire de manière à obtenir une irradianse inférieure à 300 W.m^{-2} .