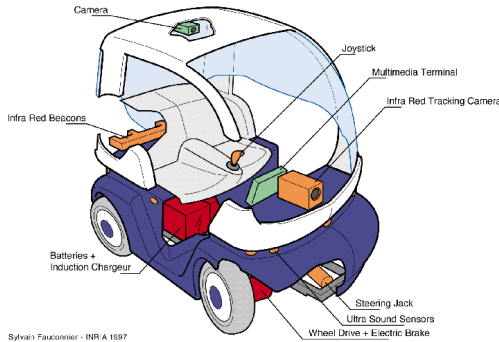




EXO 1 : Batteries du Cycab



Le Cycab a une masse avec batteries de 350kg. Il embarque huit batteries au plomb de 12V-60Ah ; La masse de ces batteries est trop grande (180kg soit plus de la moitié du véhicule à vide). Les concepteurs cherchent à optimiser la masse du Cycab tout en minimisant les impacts environnementaux ; ils décident de comparer différentes technologies de batteries afin de faire un choix.

a) Calculer l'énergie stockée dans les batteries du système actuel

Technologie de batterie	plomb-acide	Nickel-Cadmium	Nickel-Hydrure métallique	Lithium Fer Phosphate
Abréviation	Pb	Ni-Cd	Ni-MH	LiFePO4
Densité énergétique moyenne (Wh/kg)	32	45	70	90
Coût moyen (€/kWh)	130	160	230	700
Sécurité de fonctionnement	bonne	bonne	bonne	bonne
Nombre de cycles (charges décharge)	200	1000	500	2000
Risque pour l'environnement	Elevé, plomb toxique et acide	Très élevé, cadmium toxique	non	non

b) Calculer pour la même quantité d'énergie stockée, la masse des batteries correspondant à chaque technologie, puis le gain en masse. Remplir le tableau ci-dessous.

Technologie de batterie	Pb	Ni-Cd	Ni-MH	LiFePO4
Masse des batteries (kg)	180			
Gain en masse (%)	0			
Coût (€)	749			
Coût/nb de cycles (€/cycle)	3.7			
(Masse x coût)/nb cycles	673.9			

c) Dans le même tableau, calculer le coût puis le coût/nb de cycles. Ce dernier indice permet de relativiser le coût par rapport à la durée de vie des batteries.

d) Choisir la technologie qui permet d'avoir la masse de batteries et le « coût/nb cycles » les plus faibles tout en ayant le moins d'impact sur l'environnement.

e) Calculer alors la masse totale du Cycab avec cette technologie. En déduire le pourcentage de gain en masse du véhicule.

EXO 2 : Puissance et énergie d'une télévision

Un téléviseur classique consomme 80 W en fonctionnement. Lorsqu'on l'éteint avec la télécommande, l'appareil reste en mode « veille » et une petite lumière rouge reste encore allumée. Cette petite lumière consomme tout de même 8 W.



Supposons que vous regardiez la télé 3 heures par jour.

- 1) Quelle est l'énergie consommée par la télé en fonctionnement par jour ?
- 2) Quelle énergie cela représente-t-il à l'année ?
- 3) Quel est le coût de son fonctionnement ? (Données : 1kWh vaut 0.1350 €)
- 4) Quel est le temps de veille annuel ? Quelle énergie cela représente-t-il ?
- 5) Quel est le surcoût engendré par la petite lumière rouge ?

EXO 3 : Pompage photovoltaïque

INTRODUCTION

L'utilisation de ressources énergétiques locales et leur transformation sous forme énergie électrique autorise la mise en place aisée du pompage électrique. C'est très souvent une ressource renouvelable qui est exploitée comme celle fournie par le soleil. Les contraintes techniques (mise en service, maintenance) et économiques (investissement initial, coût d'exploitation) incitent donc à utiliser des systèmes de pompage entièrement photovoltaïques. Cependant, l'énergie solaire étant difficile à capter en quantité importante, il y a tout intérêt à ce que le système soit, dans son ensemble, d'une grande efficacité énergétique.

L'énergie solaire lumineuse (par opposition à l'énergie solaire calorifique) est ainsi transformée en énergie électrique puis en énergie mécanique et enfin en énergie hydraulique. Pour réaliser ces trois transformations d'énergie successives, il est nécessaire d'utiliser trois convertisseurs de technologies différentes – **des cellules photovoltaïques, un moteur électrique, une pompe** - éléments centraux de l'installation de pompage au fil du soleil.

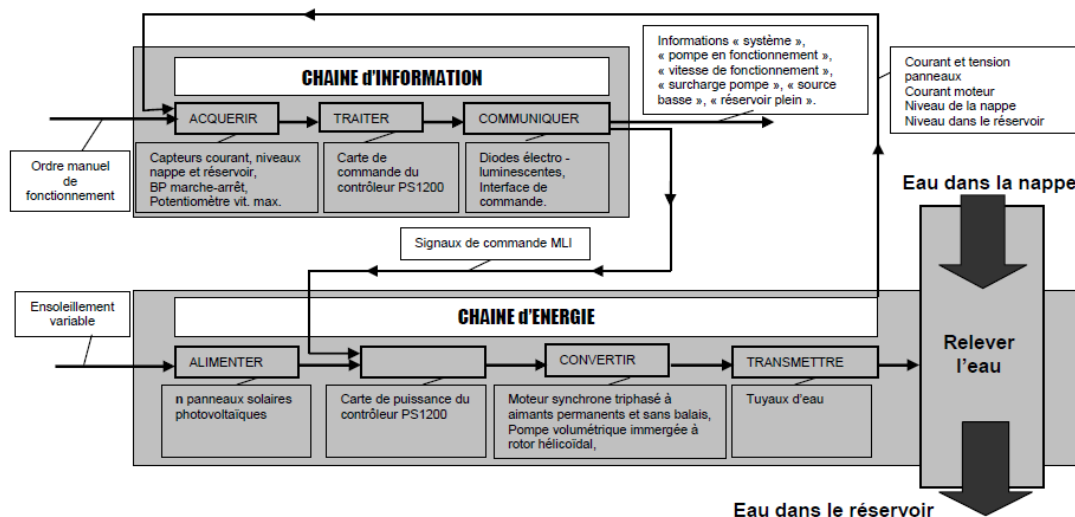
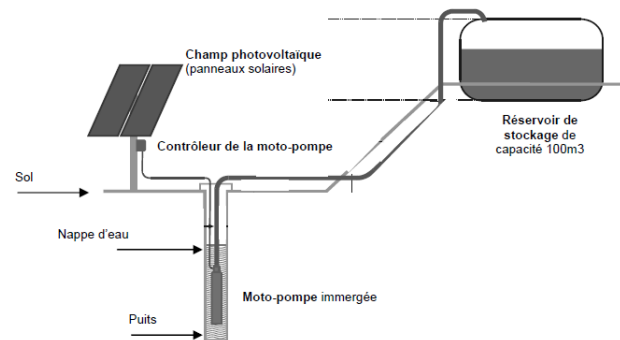


EXPRESSION DU BESOIN

L'étude développée ici traite le cas de l'alimentation en eau potable d'un troupeau d'environ **500 têtes de bétail** consommant chacune **40 litres par jour**.

Le système de pompage doit pouvoir remonter l'eau sur **plusieurs dizaines de mètres**. L'eau pompée remplit alors un réservoir d'une capacité correspondant à **cinq jours** de consommation. Ce réservoir permet ainsi d'abreuver le bétail même si le système de pompage n'est pas en fonctionnement (nuit, ciel couvert, mauvais temps...). Il autorise également le pompage dès que l'ensoleillement le permet (d'où l'appellation de "pompage photovoltaïque **au fil du soleil**"). On préfère donc ici stocker le produit du pompage plutôt que de stocker l'énergie électrique nécessaire au pompage dans des accumulateurs électrochimiques au rendement médiocre. L'utilisation estivale correspond bien au besoin puisque c'est pendant la saison la plus ensoleillée que les bêtes boivent le plus.

Afin d'optimiser l'utilisation du potentiel d'énergie solaire du site, il sera ajouté un système de suivi automatique du soleil par les panneaux (d'où l'appellation de "pompage photovoltaïque au fil du soleil **avec suivi**").



Devoir maison Vacances de la Toussaint



- 1) Indiquer quel élément technologique répond à la fonction "Convertir l'énergie mécanique de rotation en énergie hydraulique".
- 2) Indiquer quelle est la fonction principale réalisée par les "Panneaux solaires" et quelle conversion ils réalisent.

ETUDE DE L'INFLUENCE DE MATERIELS DE POMPAGE AU RENDEMENT ELEVE

Les pompes, moteurs et contrôleurs sont des matériels au rendement élevé, donc adaptés au pompage photovoltaïque puisque la ressource énergétique est difficile à capter en quantité importante.

Détermination de la quantité d'énergie journalière nécessaire et sélection des constituants

- 1) A partir du besoin, calculer le débit volumique journalier moyen Q (m^3/j) nécessaire en période estivale afin d'abreuver toutes les bêtes sachant que $1l = 1dm^3$.

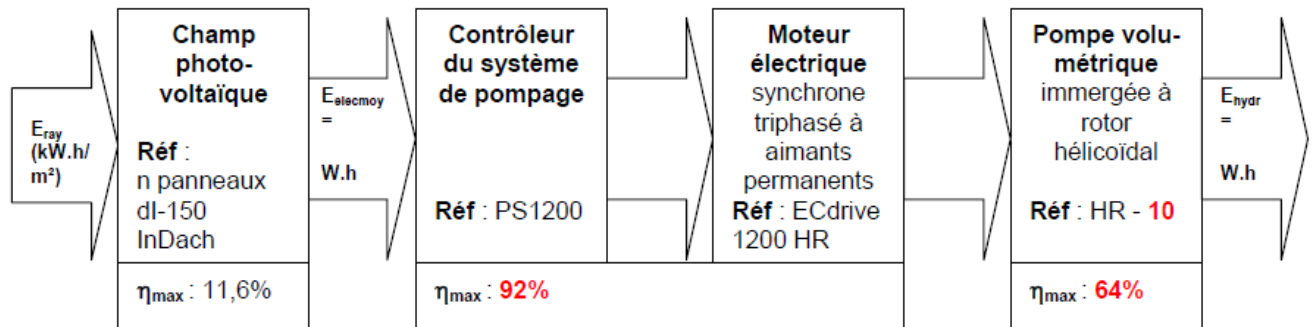
Dans une installation de pompage, la différence de pression (exprimée en mètres de colonne d'eau) entre les orifices d'aspiration (au niveau de la pompe) et de refoulement (au niveau du réservoir) s'appelle la hauteur manométrique totale **HMT (m)**. Ici cette HMT vaut **71,4 m**.

Calcul de l'énergie moyenne nécessaire

- 2) Calculer l'énergie hydraulique équivalente nécessaire à l'élévation de cette quantité d'eau sur cette hauteur pendant une journée et l'indiquer sur le schéma bloc ci-dessous.
Pour cela on donne l'expression suivante : $E_{hydr}(W.h) = [(g \cdot \sigma) / 3600] \times Q \times HMT$ avec :
 g : constante de la gravité = $9,81m^2/s$, Q : débit volumique journalier = $20 m^3 / jour$,
 σ : masse volumique de l'eau = $1000kg/m^3$.

Le dimensionnement d'un système se fait en tenant compte des rendements moyens des constituants car le système de pompage ne fonctionne pas constamment au point nominal. On considère $\eta_{moy} = 0,83 \times \eta_{max}$.

Schéma bloc représentant le flux d'énergie traversant l'installation



- 3) Calculer l'énergie électrique moyenne $E_{elec_moy}(W.h)$ absorbée par le système de pompage en tenant compte du rendement moyen de l'ensemble {contrôleur + moteur + pompe}.
- 4) Conclure sur l'influence du rendement des constituants sur l'énergie que devront fournir les panneaux.

DETERMINATION DE LA CONSOMMATION SUPPLEMENTAIRE

*Dans notre application, le suivi de trajectoire du soleil est réalisé à l'aide de systèmes **ETATRACK® 400**. Ce système oriente quotidiennement les panneaux selon l'axe est-ouest afin que leur plan reste perpendiculaire aux rayons du soleil pour maximiser le rayonnement solaire reçu. Une amplitude de **90°** est ainsi balayée en **12 pas** et le temps d'attente entre chacun d'eux (**temporisation to**) est constant et calculé à partir de la durée de la journée précédente. La tension relevée aux bornes d'un panneau informe la carte de commande sur le début et la fin de la journée.*

VALIDATION DE LA VALEUR DE CONSOMMATION AFFICHEE PAR LE CONSTRUCTEUR

Le constructeur indique une consommation annuelle maximale de **1,25kWh** pour son plus gros modèle de suiveur solaire.

Cette énergie provient d'un des panneaux du champ photovoltaïque alimentant l'installation de pompage, d'où la nécessité de minimiser la consommation de ce système de suivi.

Validation de la valeur de consommation supplémentaire due au suiveur.

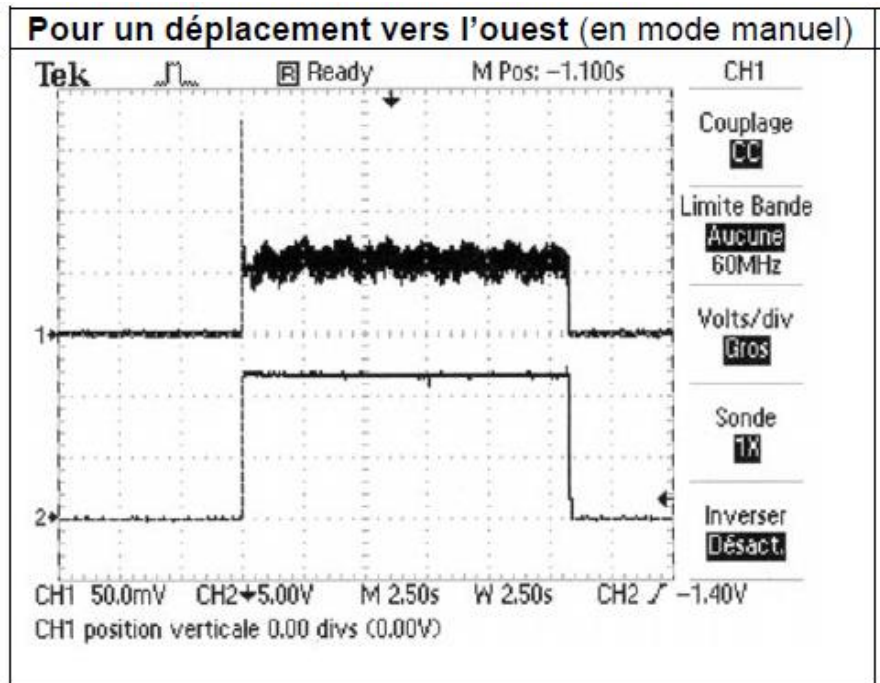
OSCILLOGRAMMES PRESENTANT LES RELEVES DE LA TENSION $U_m(t)$ APPLIQUEE AUX BORNES DU MOTEUR ET DU COURANT $I_m(t)$ ABSORBE PAR CELUI-CI

L'étude se fait que pour un déplacement, vers l'ouest, on supposera que le courant pour un déplacement vers l'est, est identique

Voie 1 : Courant $I_m(t)$ relevé avec une pince ampèremétrique calibrée à 100mV/A

Voie 2 : Tension $U_m(t)$

Nota bene : Relevés effectués en laboratoire dans les conditions nominales de fonctionnement reconstituées (panneaux montés sur suiveur).



- 1) Dédurre les valeurs de courant moyen absorbé pour un déplacement à l'est puis à l'ouest à l'aide de cet oscillogramme.
- 2) A l'aide du chronogramme, calculer la puissance absorbée **$P_{mot_abs}(W)$** par le moteur d'un suiveur. En déduire l'énergie consommée **$W_{js}(W.h)$** en une journée (temps de fonctionnement journalier **t_{fj}** de **300s**) et **$W_{es}(W.h)$** en une année d'utilisation (**212 jours**). Conclure quant aux valeurs trouvées.
- 3) Si deux suiveurs sont nécessaires pour supporter et orienter les **n** panneaux du champ photovoltaïque, comparer la valeur de l'énergie quotidienne consommée **$W_{js-2syst}$** aux **8kW.h** produits pour le pompage.
- 4) Conclure.