

Introduction.

Le présent document propose une démarche d'apprentissage par l'expérimentation. Des manipulations sont proposées et les apprenants font des observations. Ensuite ils doivent décrire ce qu'ils ont fait et ce qui s'est passé. En fonction des réponses l'animateur oriente la discussion vers les principes mis en évidence durant les manipulations.

Pourquoi la remorque autonome ?

Pour assurer le fonctionnement des équipements électriques lors des animations sur site non raccordé au réseau il faut une source d'énergie mobile. La production d'électricité par des panneaux photovoltaïques et une petite éolienne résout le problème. De plus l'aspect démonstratif de ces solutions permet d'en présenter les avantages, inconvénients et limites.

L'autonomie, l'autarcie, la mutualisation :

La production et l'utilisation d'énergie peut s'envisager de différentes façons en fonction des sources utilisées, (nucléaire, hydraulique, biomasse, solaire, éolien...)

La gestion de l'approvisionnement et de la distribution peut aussi suivre plusieurs schémas.

- La mutualisation : Mise en commun des ressources. Les centrales de production sont reliées aux utilisateurs par un réseau. Le gestionnaire de réseau ajuste la production à la demande. Les coûts sont partagés et les ressources utilisées au mieux.
- L'autonomie : C'est la capacité d'un système à fonctionner avec ses capacités propres. Une installation photovoltaïque autonome devra produire et stocker l'électricité pour répondre à la demande. En cas de surconsommation, il n'y aura pas assez d'électricité pour répondre aux besoins. En cas de sous consommation, le matériel est sous utilisé, c'est un gaspillage de ressources.
- L'autarcie : Le système se suffit totalement sans aucun apport extérieur. Au niveau énergétique, cela n'existe pas. Les moyens de production doivent être produits sur place sans importation (possible à l'échelle d'un pays) et l'énergie doit être inépuisable sans provenir de l'extérieur elle aussi. (Photovoltaïque, éolien ou biomasse utilisent de l'énergie venant du soleil, le pétrole ou l'uranium s'épuisent...) A l'échelle du système solaire l'autarcie est possible, mais le soleil s'éteindra dans 5 milliards d'années..

La remorque.

Eolienne

Capteur photovoltaïque

Batteries



Penser une installation autonome.

Le coût et la qualité de fonctionnement de l'installation dépendent en priorité de la détermination exacte des consommations. Eliminer tous les besoins pouvant être assurés autrement : eau chaude solaire, machine à laver sans chauffage électrique, frigo et congélateur à très haute performance...

Calculer la consommation journalière. (3 ampoules de 10 Watts pendant 4 heures => 120 Watts-heure, frigo 450 Wh / jour...)

N'oublier aucun besoin d'électricité et se baser sur l'utilisation en hiver.

En fonction de l'occupation déterminer le nombre de jours d'autonomie sans apport d'énergie.

En fonction du taux de décharge maximum choisi pour les batteries calculer le stockage.

Consommation : 1 000 Wh / jour, 6 jours sans apport, décharge maximum 80% => $1\,000 \times 6 / 0.8 = 7\,500$ Wh de stockage à l'état neuf.

Choix de la tension de stockage 12 / 24 / 48 Volts, fonction de la longueur des câbles, de la puissance maxi demandée...

Une perte par effet Joule (échauffement) dans les câblages de 1 Volt sur 12 V représente 8%, sur 48 V elle est de 2%.

En très basse tension les câbles doivent être très gros (pour 380 W en 12 V et 5 m de distance (soit 10 m de câble aller retour) l'intensité sera de 32 A avec un câble cuivre de 25 mm² la perte sera de 0,6V soit 5%)...

Détermination de la puissance du / des générateurs. Fonction du climat, du site et de la fréquence des journées sans apport d'énergie, pertes diverses (orientation des panneaux, hauteur du mat de l'éolienne, effet Joule dans les câbles, pertes du chargeur et de l'onduleur, recharge des batteries après période sans énergie...)

Effet du climat : installation photovoltaïque à Castres, plein sud, inclinaison des panneaux 50° par rapport à l'horizontale : productivité maximum en décembre environ 1,7 Wh / W crête / jour.

Coefficient multiplicateur pour compensation des pertes, recharge et sécurité choisi 1,3.

Pour une consommation de 1 000 Wh / jour la puissance installée sera au minimum de $1\,000 / 1.7 \times 1.3 = 780$ Wc.

Avec une puissance de 150 Wc / m² il faut donc installer au minimum 5 m² de panneaux.

Calcul des batteries. Choix d'une installation en 48 Volts => $7500 / 48 \Rightarrow 156$ Ah => 4 batteries 12 volts 160 ampères-heures.

Pour réduire les coûts de l'installation, une durée d'autonomie plus faible peut être choisie, mais il faudra utiliser un système de recharge plus souvent (groupe électrogène).

Dans les installations autonomes, le dimensionnement est fait pour la plus mauvaise période de l'année. Ceci entraîne une sous utilisation le reste de l'année. Le matériel n'est pas utilisé au mieux, une installation photovoltaïque autonome en métropole est utilisée à 50% en été si les besoins annuels sont constants...

Les batteries ont une durée de vie de l'ordre de la dizaine d'années et représentent un coût à ne pas négliger.

Le photovoltaïque raccordé au réseau .

Les contrats de vente sont de trois types et ont des tarifs et aides différents:

Vente totale : toute la production est vendue choix en fonction des tarifs de vente.

Vente du surplus : autoconsommation de la production et vente de l'excédent choix en fonction des tarifs et de la quantité d'énergie voulue en autoconsommation.

Autoconsommation totale : pas de contrat de vente d'électricité.

Dans le cas de l'autoconsommation totale l'installation doit être précisément dimensionnée en fonction des besoins de base du consommateur.

Si la production n'est pas consommée sur place elle est fournie au réseau sans contrepartie... (Elle est donnée.)

Le calcul ne doit pas être fait sur un pourcentage de la consommation totale mais sur les consommations qui se font en continu. (VMC, alarmes, "box internet"...)

Les frigos et congélateurs ne sont pas en fonctionnement continu de même que les chauffe eau électriques. Pour ne pas avoir de surplus important il faut limiter la taille de l'installation aux consommations continues soit **quelques dizaines à centaines de watts.**

Le petit éolien.

L'énergie récupérable sur un site éolien est très difficile à quantifier. Les cartes de vent sont données pour une altitude de 40 mètres. Le relief et les obstacles peuvent modifier fortement la production éolienne. Pour obtenir une production intéressante il faut que l'éolienne soit dégagée de tous les obstacles. Ceci s'obtient en utilisant un mat de grande hauteur. Avant d'installer une machine il faut poser un mat de mesure et enregistrer vitesse et orientation du vent toutes les 5 minutes à différentes hauteurs (10, 15, 20 mètres ou plus) pendant au moins 6 mois. Le choix se fera après analyse des données.

Dans la plus part des cas, les machines installées en dessous de 15 mètres ont des productions très faibles voire nulles.

A titre d'exemple l'éolienne montée sur la remorque et normalement positionnée à 6 mètres de haut n'est jamais arrivée à sa puissance maximum (60 watts) et n'a produit que moins de 10% du temps avec une puissance fournie de l'ordre de 8 watts....

L'hydroélectricité.

Il est possible de produire de l'électricité avec un cours d'eau. La réglementation sur les cours d'eau est complexe et stricte. La première chose à faire est de se renseigner sur le classement du cours d'eau pour connaître le cadre juridique qui s'applique. Ensuite des mesures de débit sur un an ou plus doivent être réalisées pour connaître la production possible. Dans le cas d'un bief existant, rechercher s'il est "fondé en titre" (ouvrages existant avant 1566 ou 1789 selon classement du cours d'eau et région) et toutes les preuves d'un droit d'eau existant. Les petites centrales sont soumises au régime de l'autorisation, avec renouvellement tous les 30ans actuellement.

La puissance récupérable est donnée par la formule suivante : P en kW = $9,81 \times Q$ débit en m³/seconde * Hauteur en mètres * rendement.

Pour une chute de 3 mètres avec 10 litres par seconde et un rendement global de 0,75 => $9.81 \times 0.01 \times 3 \times 0.75 = 0.22$ kW.

Pour 100 m de chute 500 l/seconde => $9.81 \times 100 \times 0.5 \times 0.75 = 367$ kW

Chaque site est unique et utilisera matériel et techniques différents.

La législation sur la production d'électricité.

La loi du 08/04/1946 a institué un monopole d'état sur les marchés de l'électricité et du gaz naturel. Les centrales privées de moins de 8 000 kVA sont obligées de vendre leur production à EDF ou aux Entreprises de Distribution Locales (régies ou SICA). Les centrales de plus de 8 000 kVA ont été nationalisées.

Actuellement le marché est libre et tout producteur peut vendre librement. Le producteur doit avoir une autorisation d'exploitation pour vendre son électricité.