STOCKAGE DE L'ENERGIE

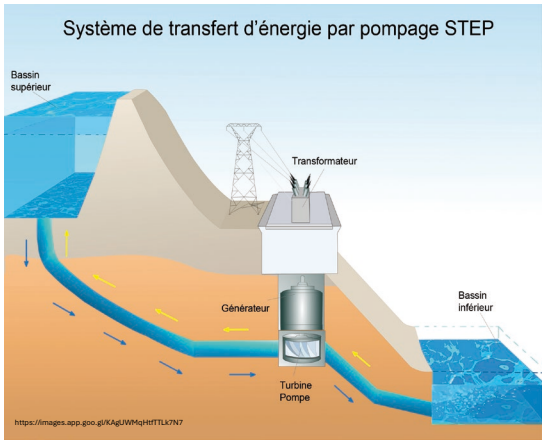
irda
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

UNIVERSITÉ LAVAL

CDPQ
Centre de développement du porc du Québec inc.

Stockage pour l’énergie électrique

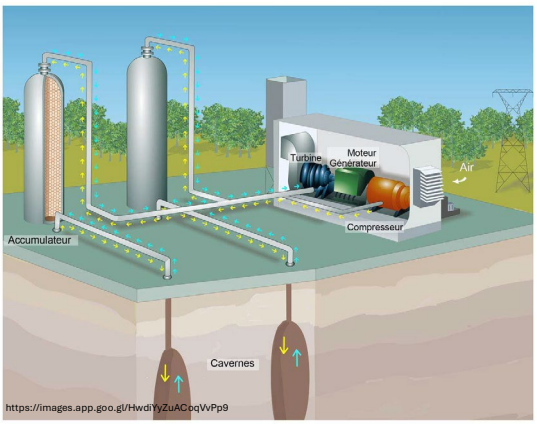
Stockage gravitaire (STEP)



• Nécessite des infrastructures lourdes et des conditions géographiques spécifiques (différences de hauteur et réservoirs d'eau)

• Utilisable dans de grandes exploitations agricoles près de terrains montagneux

Stockage thermodynamique (CAES)



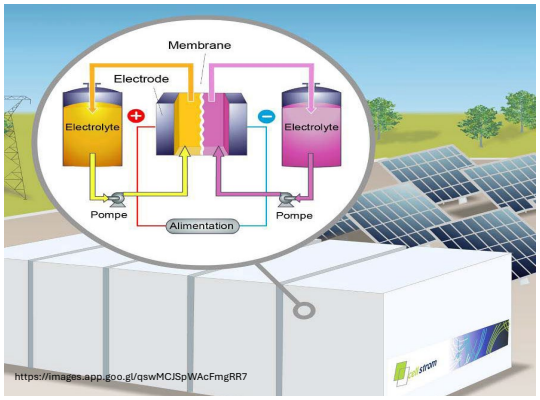
• Nécessite de grandes infrastructures pour stocker l'air comprimé, ce qui est complexe à installer dans des exploitations agricoles

• Adapté aux installations à grande échelle dans les régions avec des formations géologiques adéquates

Stockage d’énergie cinétique (volant d’inertie)

• Permet de récupérer de l'énergie dans les machines agricoles sans utiliser de batteries difficiles à entretenir et ayant une durée de vie relativement courte

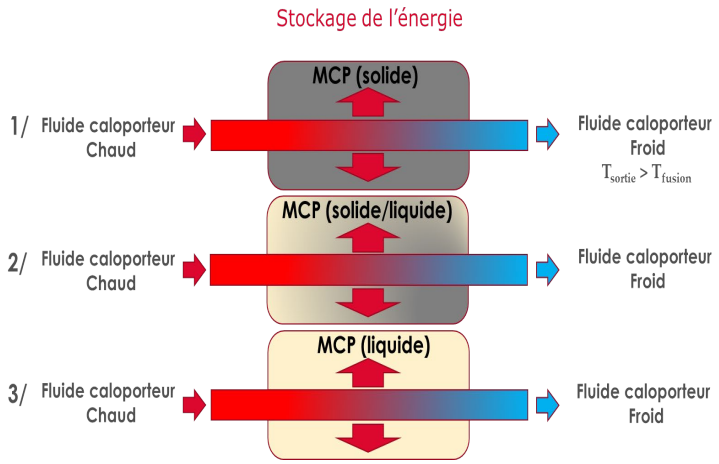
Stockage électrochimique (batterie)



• Déjà largement utilisé dans l'agriculture pour alimenter les équipements électriques, les véhicules et les systèmes d'irrigation solaires
• Utile pour les applications nécessitant des décharges rapides d'énergie (supercondensateurs)

Stockage pour l’énergie thermique

Chaleur latente avec la glace ou les matériaux à changement de phase

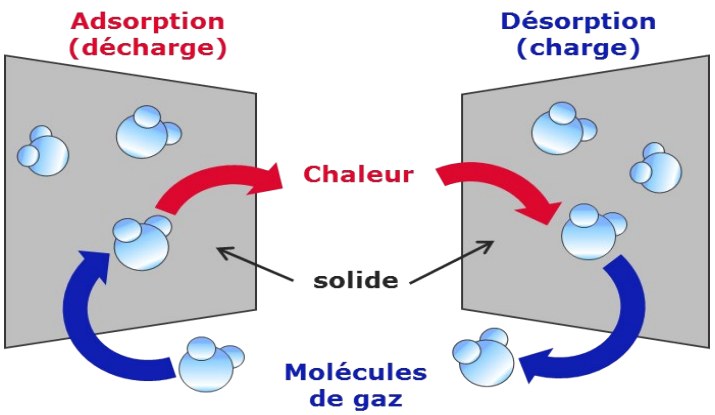


Les matériaux à changement de phase (PCM) peuvent aider à réguler la température dans les serres et les entrepôts de produits agricoles .

Chaleur sensible avec l’eau chaude ou les sels fondus

Les systèmes à base d'eau chaude, plus courants en raison de leur simplicité, peuvent être utilisés pour chauffer des serres ou des espaces de travail en hiver.

Thermochimique avec des réactions chimiques ou l’hydrogène

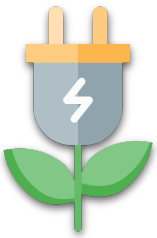


Actuellement, les technologies de stockage thermochimique sont plus complexes et coûteuses, mais elles pourraient être utilisées pour des applications spécifiques nécessitant une haute densité énergétique

Énergie solaire

Il existe deux types d'énergie solaire : la technologie solaire photovoltaïque et la technologie solaire thermique.

À petite échelle, l'énergie solaire est largement utilisée pour de nombreuses applications municipales et agricoles.

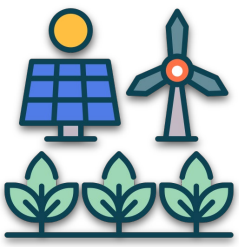


L'énergie solaire peut être utilisée pour le chauffage passif, pour réchauffer de l'eau, et avec la technologie photovoltaïque, pour convertir l'énergie solaire en électricité.

Bien que les systèmes photovoltaïques soient plus chers, les progrès techniques les rendent moins coûteux.

L'énergie photovoltaïque peut alimenter l'éclairage, les clôtures électriques, les petits moteurs, les ventilateurs, le pompage de l'eau et charger des batteries.

Dans les zones rurales ou les fermes éloignées des lignes électriques, l'énergie photovoltaïque peut être la seule option.



Mur solaire passif

Un mur solaire consiste en un capteur solaire installé sur le mur extérieur le plus ensoleillé d'un bâtiment. Il est composé d'une tôle perforée foncée, généralement noire.

L'air se réchauffe au contact de cette tôle et est aspiré par de petits trous pour se retrouver entre la tôle et le mur. Cet air préchauffé est ensuite distribué dans le bâtiment par un corridor de préchauffage ou par l'entretoit.

La performance du mur solaire dépend de l'intensité du rayonnement solaire, permettant une production d'énergie constante en hiver comme en été. En été, l'apport thermique peut être annulé en dérivant l'air de ventilation.

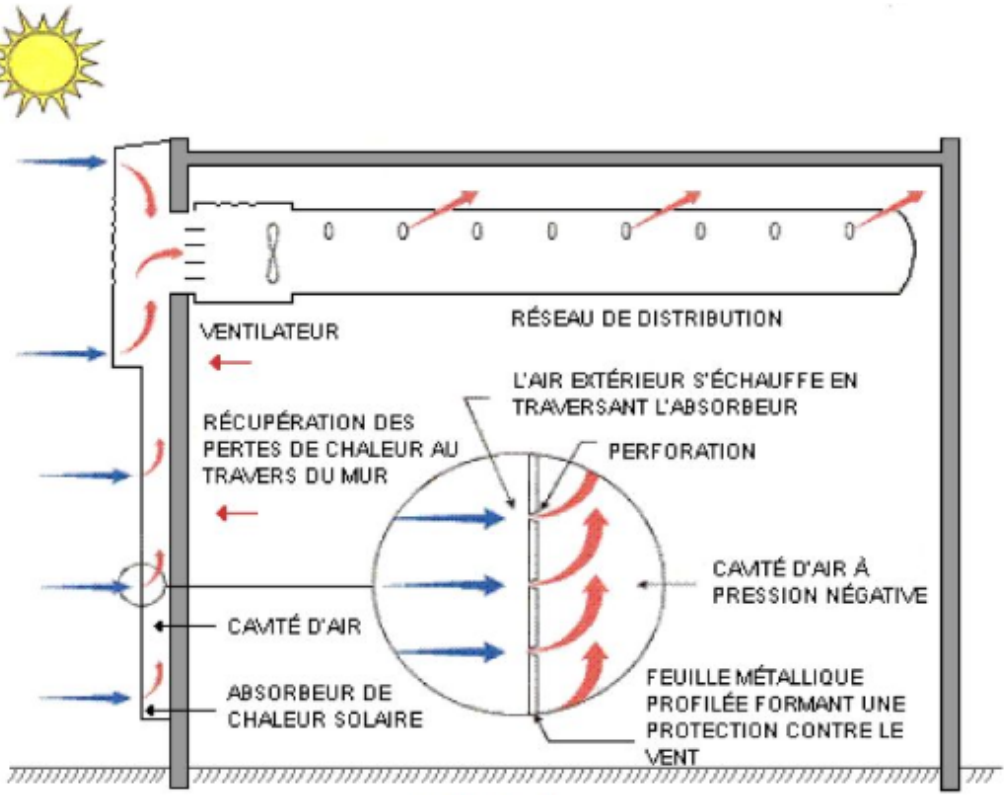
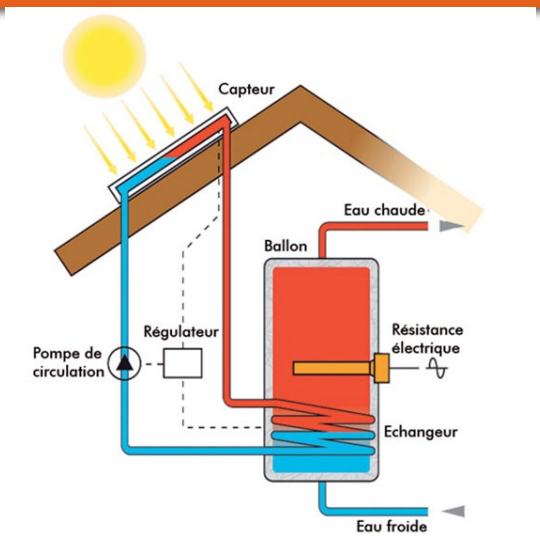


Schéma du principe de fonctionnement d'un mur solaire.
Source : Gouvernent de Québec (2012)

Solaire photovoltaïque

L’énergie solaire photovoltaïque, c’est la lumière du soleil récupérée et transformée directement en électricité au moyen de panneaux solaires. En termes d'heures d'ensoleillement équivalentes, le sud du Québec a un potentiel solaire intéressant comparé à d'autres régions du monde. Cependant, l'accumulation de neige affecte le rendement réel des panneaux solaires photovoltaïques au Québec.

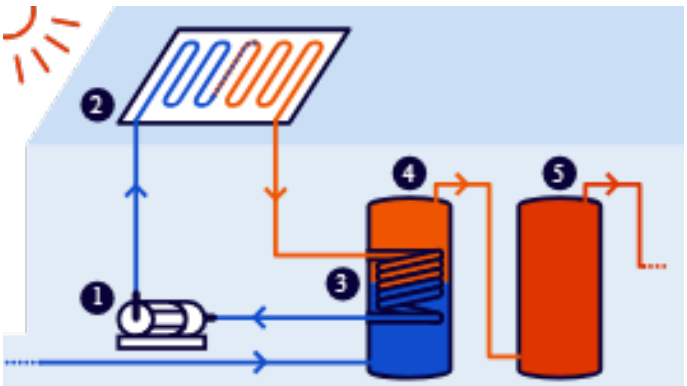
Solaire thermique



Les technologies solaires thermiques, aussi appelées systèmes de chauffage solaire actifs, transforment l'énergie solaire en chaleur en utilisant des pompes ou des ventilateurs pour un transfert actif de la chaleur, que ce soit pour le stockage ou la distribution directe selon les besoins. Le capteur solaire joue un rôle crucial dans ces systèmes en absorbant l'énergie solaire et en la convertissant en chaleur exploitable.

Chauffe-eau solaire thermique

1. Une pompe envoie le fluide caloporteur vers le capteur solaire
2. Le fluide caloporteur absorbe la chaleur du soleil dans les tuyaux du capteur
3. L’échangeur thermique transfère cette chaleur à l’eau du réservoir de stockage
4. Le réservoir de stockage fournit de l'eau préchauffée au chauffe-eau
5. Le chauffe-eau traditionnel chauffe l’eau si nécessaire.



https://www.hydroquebec.com/solaire/

Énergie éolienne

- L'énergie éolienne offre des bénéfices financiers stables avec peu d'efforts pour les propriétaires fonciers.
- Elle nécessite des emplacements venteux pour être efficace.
- C'est une source d'électricité sûre et respectueuse de l'environnement, sans émissions ni consommation d'eau douce.
- Pour les fermes, les éoliennes autonomes dans des zones ouvertes sont idéales pour maximiser la production d'énergie.
- La conversion de la puissance éolienne varie de manière non linéaire en fonction des générateurs électriques.
- L'installation dans les exploitations agricoles peut se faire de manière indépendante des bâtiments d'élevage.
- L'impact du bruit sur les animaux doit être évalué avant l'installation.
- Elle peut répondre à divers besoins énergétiques comme la ventilation et autres systèmes électriques.

Étude de cas

Dans le **secteur agricole suédois**, les entreprises agricoles ont été les premières à investir dans les panneaux solaires et le taux d'installation reste élevé. Les investissements dans le stockage en batterie pour améliorer l'efficacité des systèmes énergétiques de l'exploitation ont progressivement commencé à décoller et il existe ici une opportunité pour plusieurs acteurs de travailler ensemble pour créer une organisation commune capable de vendre le surplus sur le marché libre et de fournir de l'électricité au réseau électrique suédois

Hydro-Québec teste un projet solaire (**69 panneaux solaires à Quaqtaq**) pour réduire la consommation de carburant dans les réseaux autonomes des régions éloignées, offrant des avantages économiques et écologiques (**pourrait réduire la consommation de carburant de 5 000 litres par an**).

Le représentant de la Fédération de l'agriculture de l'Ontario (OFA), a déclaré que l'amélioration de l'accès à l'énergie et les économies de coûts pour les Ontariens grâce au système de stockage d'énergie par batterie BESS sont positives.

CABI Sun en France possède le premier **bâtiment d'élevage photovoltaïque monopente** fabriqué en kit permettant de conjuguer l'élevage de volailles et la production d'électricité renouvelable.
Ces types de bâtiments **augmentent la rentabilité** par la production d'électricité, **réduisent les coûts** et les risques financiers, tout en améliorant l'aération et facilitant le nettoyage grâce à leur conception pratique.

Coûts et rentabilité

Panneaux photovoltaïques

- **Coût d'installation :** Environ 2 500 à 3 500 $ par kilowatt (kW) installé.
  - Par exemple, une installation de 10 kW, suffisante pour de petites fermes, coûterait environ 25 000 à 35 000 $.
- **Entretien :** Faible, environ 100 à 200 $ par an.
- **Durée de vie :** 25 à 30 ans.
- **Revenus/rentabilité :** Les panneaux peuvent réduire considérablement la facture énergétique d'une ferme, voire générer des revenus en revendant l'excédent d'électricité au réseau. Le retour sur investissement (ROI) est généralement de 7 à 12 ans, selon les tarifs de rachat et les subventions.

Éoliennes

- **Coût d'installation :** Varie de 3 000 à 10 000 $ par kW installé, selon la taille de l'éolienne.
  - Pour une petite éolienne de 10 kW, le coût serait entre 30 000 et 100 000 $.
- **Entretien :** Environ 1 à 3 % du coût initial par an (environ 500 à 1 500 $ par an pour une éolienne de 10 kW).
- **Durée de vie :** 20 à 25 ans.
- **Revenus/Rentabilité :** Les éoliennes peuvent générer de l'électricité pour l'autoconsommation et la revente. Le ROI est plus long que pour les panneaux solaires, autour de 10 à 15 ans, selon les conditions de vente et les subventions.

Sources: https://www.cansia.ca/ ; https://canwea.ca/lander

À retenir

Réduction des coûts énergétiques — L'utilisation de panneaux solaires et d'éoliennes permet aux fermes de produire leur propre électricité, diminuant les factures et la dépendance au réseau.

Stockage d'énergie — Les batteries stockent l'électricité excédentaire, garantissant un approvisionnement continu même par mauvais temps.

Autonomie énergétique — L'intégration des énergies renouvelables avec le stockage permet à certaines fermes d'être plus autonomes, réduisant les risques liés aux fluctuations des prix.

Impact environnemental — L'intégration d'énergies propres dans les fermes réduit les émissions de gaz à effet de serre, améliorant la durabilité des opérations agricoles.

Amélioration de la rentabilité — En plus de réduire les coûts, les fermes peuvent vendre l'excédent d'énergie, créant des revenus supplémentaires.

Sources: https://www.cansia.ca/ ; https://canwea.ca/lander

Références

- Guingand N., 2008. Le lavage d'air en bâtiment porcin. Techniporc, 31(1), 23-27
- HydroQuébec. Énergie solaire. https://www.hydroquebec.com/solaire/
- KTBL, 2008. Exhaust Air Treatment systems for animal housing facilities – Techniques – performances – costs. KTBL publication 464. 86 pp
- Lagadec S., Landrain P., Bellec F., Masson L., Dapello C., Guingand N., (2015) Enquête sur 31 laveurs d'air, clés d'amélioration de l'efficacité sur l'abattement de l'ammoniac. Rapport 7 pages
- INERIS. (2017) Etat de l'art relatif aux meilleures techniques disponibles dans les elevages de porcs et de volailles : les laveurs d'air humides. Rapport réalisé pour le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire. Paris
- RMT Élevage et Environnement (2019). Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Lavage d'air (eau/acide). 8 pages.
- Van Der Heyden C., Demeyer P., Volcke E.I.P., 2015. Mitigation emissions from pig and poultry housing facilities through air scrubbers and biofilters: state-of-the-art and perspectives. Biosystems Engineering 134 : 74-93

Cette présentation est rendue possible grâce au soutien financier du gouvernement du Québec dans le cadre du programme d'appui à la lutte contre les changements climatiques dans le secteur bioalimentaire, qui découle du Plan pour une économie verte 2030.

Plan pour une économie verte

Partenaire financier

Québec

Merci aux collaborateurs pour leur contribution !

CDAQ Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec

CDPQ Centre de développement du porc du Québec inc.

irda Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

Université Laval