

Rêver l'autonomie alimentaire : l'approche intégrée des systèmes CVCA de Ferme d'Hiver

par

Timothé Lalonde, CPI, M.Sc.A.

Responsable efficacité énergétique et systèmes CVCA



**FERME
D'HIVER** MC
TM



Table des matières

- 01 Pourquoi l'autonomie alimentaire?
- 02 L'agriculture en environnement contrôlé et les fermes verticales
- 03 L'approche intégrée de Ferme d'Hiver
- 04 Potentiel de développement

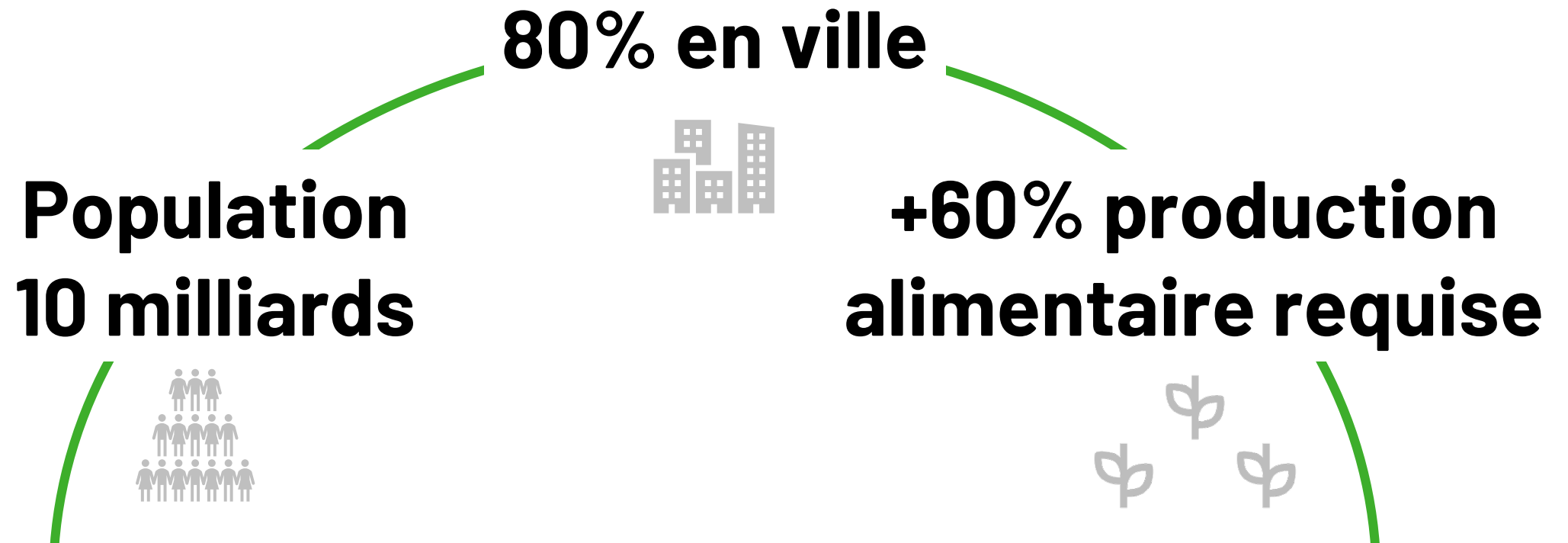
A close-up photograph of a strawberry plant. The image shows several green, unripe strawberries and a few ripe, red ones. Small white flowers with yellow centers are scattered among the green leaves and stems. The background is slightly blurred, focusing attention on the fruit and flowers in the foreground.

01

Pourquoi rêver l'autonomie alimentaire?

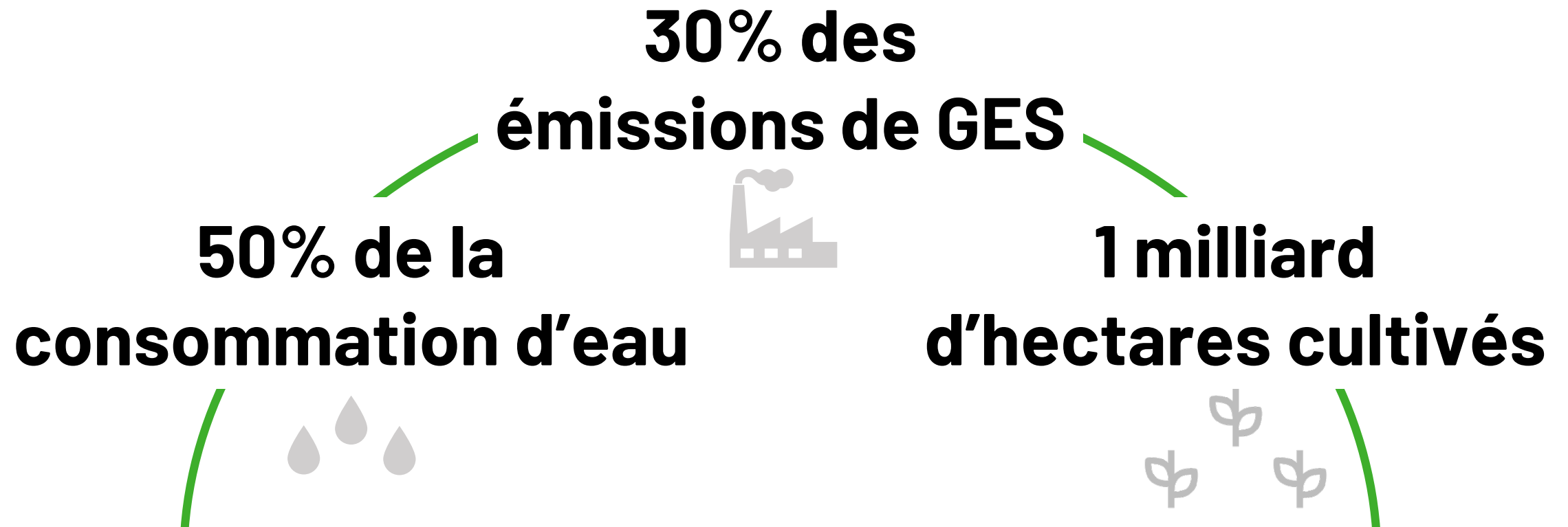


Si la tendance se maintient, en 2050...





L'impact mondial de l'agriculture en 2050





Pourquoi Ferme d'Hiver?

Historique :

- Fondée en 2018 par Yves D'aoust
- But : déjouer l'hiver et proposer une fraise locale et abordable à l'année
- Un laboratoire développé à Brossard devient le proof of concept

Mon rôle :

- Impact des plantes sur les systèmes CVCA devient rapidement un enjeu
- Implication étudiante grâce à un partenariat avec l'ÉTS
- Je me joins à temps plein en 2021 suite à ma maîtrise



Les piliers de notre vision



La prospérité
et pérennité des
maraîchers



La résilience des chaînes
d'approvisionnement



Le bien-être
des citoyens-
consommateurs

A man with a beard and glasses, wearing a white lab coat, is reaching up to pick a ripe red strawberry from a vertical farm. The farm consists of multiple white trays stacked vertically, each filled with green strawberry plants and numerous ripe red strawberries. The background is a plain white wall.

02

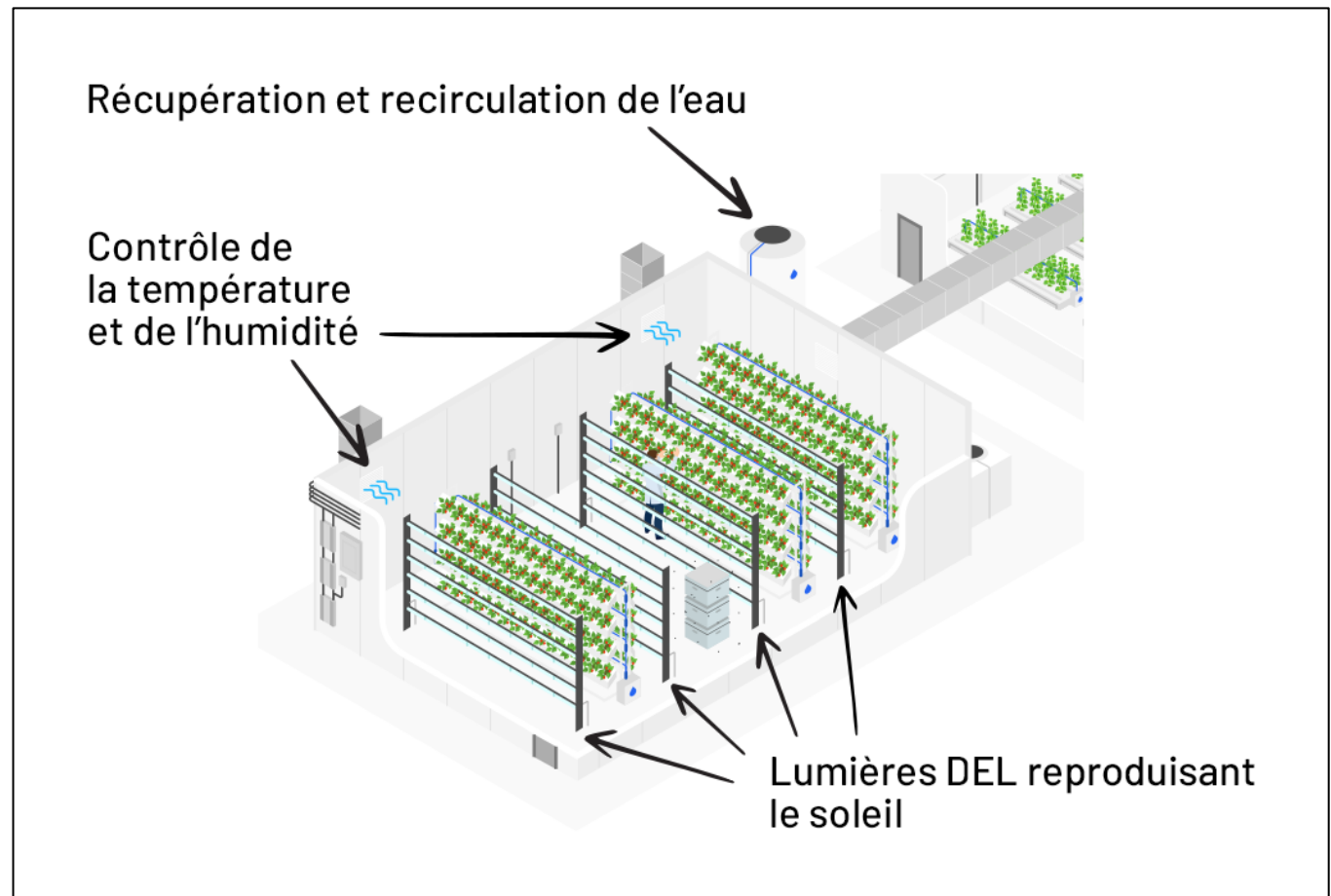
**L'agriculture
en environnement contrôlé
en ferme verticale**



L'agriculture en ferme verticale

Contrôle sur :

- L'éclairage
- La température et l'humidité
- La concentration de CO₂
- L'irrigation
- Les risques phytosanitaires sans pesticides chimiques





L'agriculture en ferme verticale

Les avantages :

- Densité de la culture verticale
- Prévisibilité
- Économies d'eau
- Prévention des risques biologiques
- Électrification



Densité : ~90 plants/m²



L'approche intégrée des systèmes CVCA de Ferme d'Hiver
Septembre 2022

L'agriculture en ferme verticale

Les défis:

- Efficacité énergétique
- Disponibilité de la puissance électrique
- Redondance des systèmes
- Coordination des opérations
- Communication inter-système

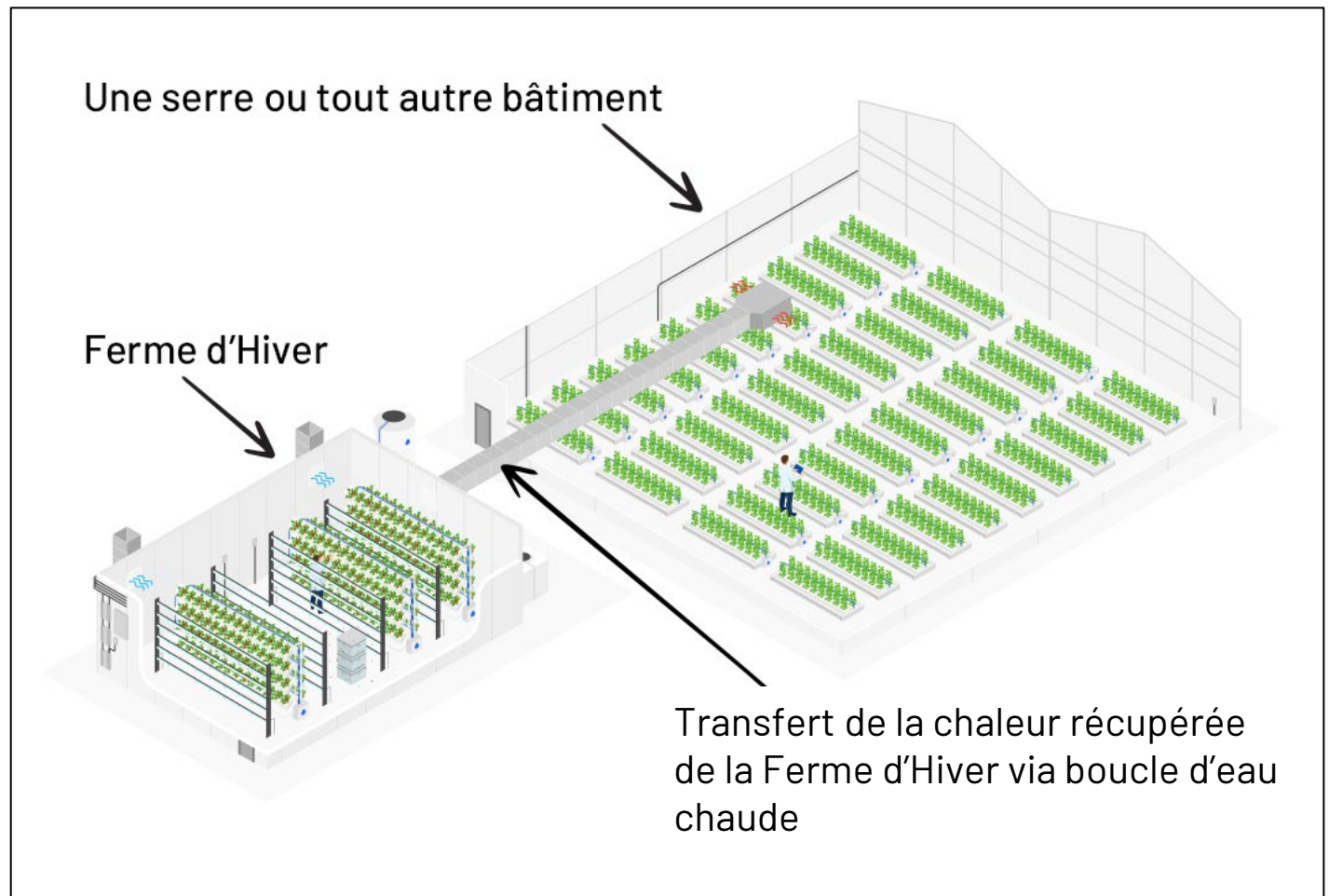




Notre approche

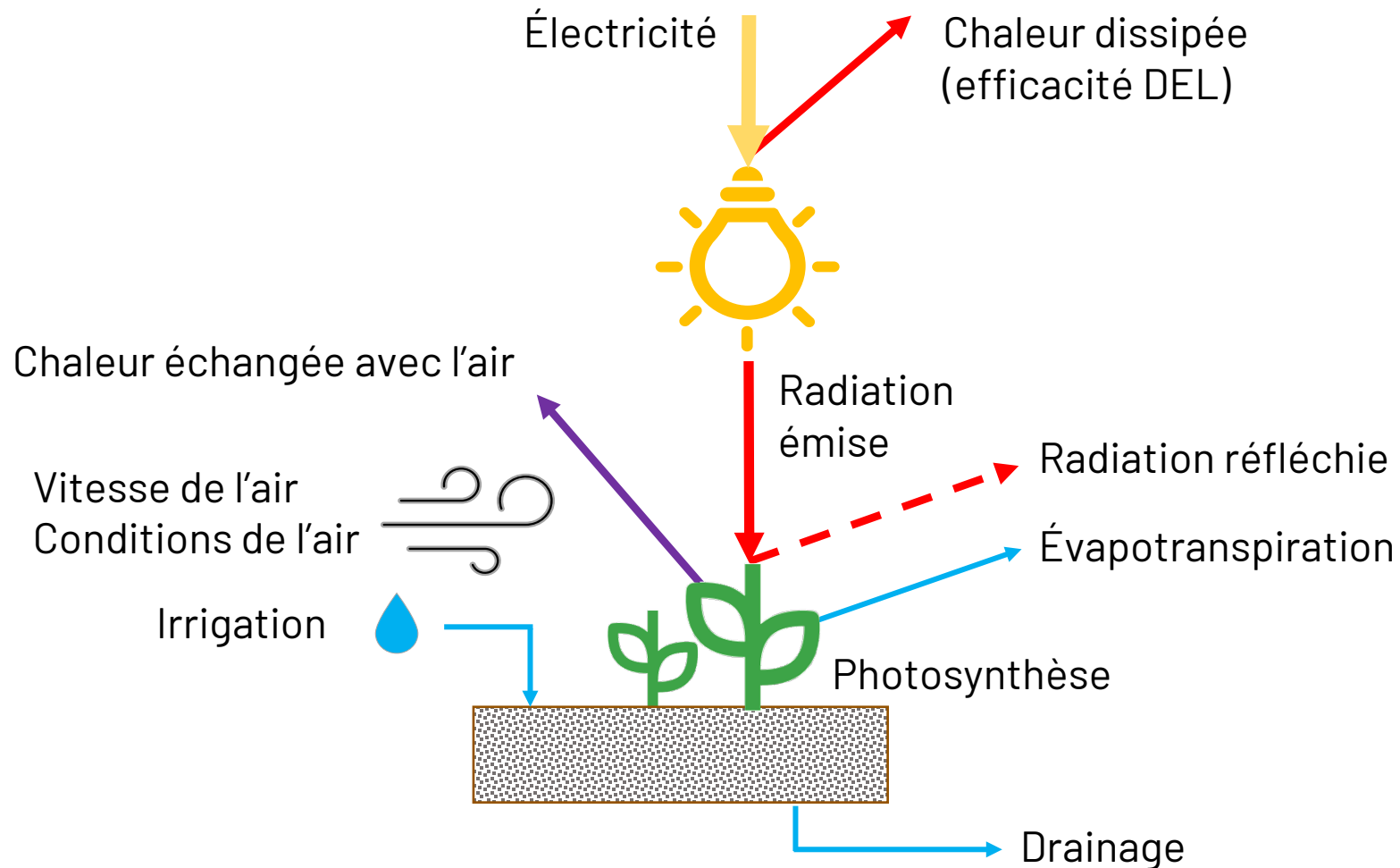
Créer des synergies

- Valorisation de la chaleur fatale de la ferme verticale
- Réduction des coûts d'opérations des serres ou autres bâtiments (chaleur gratuite)
- Pour un même kWh utilisé on produit deux fois!





La plante et l'énergie





03

L'approche intégrée de Ferme d'Hiver



L'approche intégrée des systèmes CVCA de Ferme d'Hiver
Septembre 2022

Approche – prévention

Jonction entre le vivant et les systèmes

- Impacts sur insectes désirables
- Filtres à air mécaniques
- Ioniseur
- Lampes UV
- Peroxyde d'hydrogène
- Purification de l'eau d'irrigation
- Protocoles phytosanitaires
- Vide sanitaire périodique
- Etc.

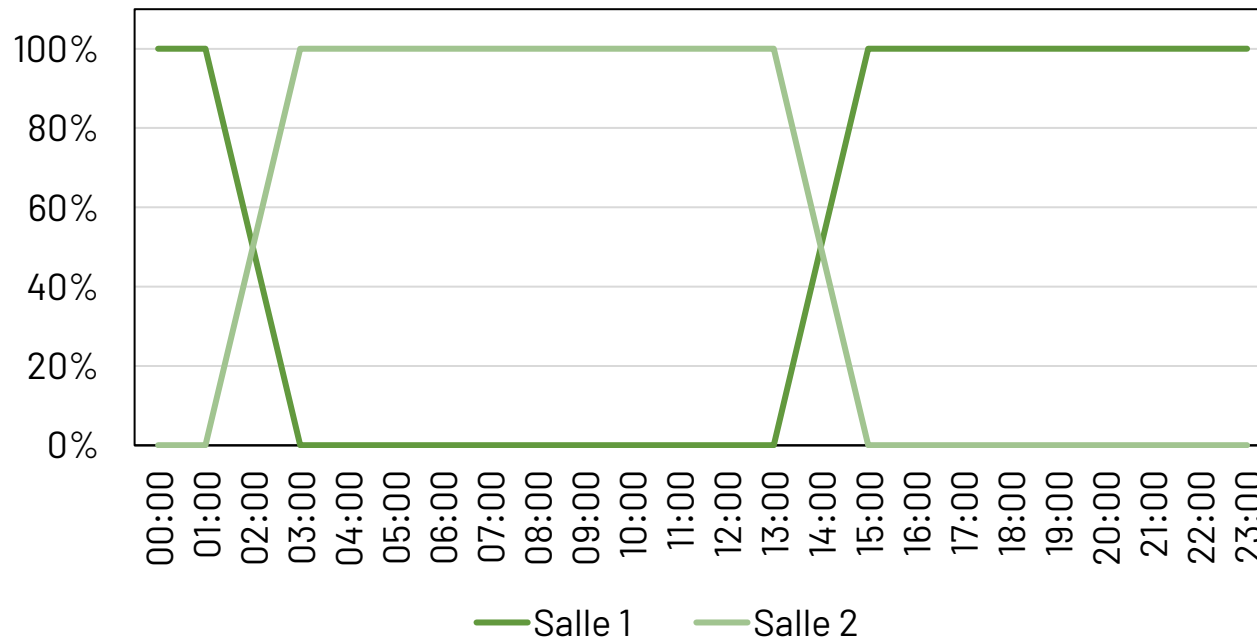




Approche – systèmes

Ensemble de deux salles opérées en alternance

Exemple de décalage jour-nuit des salles



Impact sur les systèmes :

- ↓ Capacité refroidissement requise
- ↓ Puissance instantanée requise



Approche – systèmes

La lumière Ferme d'Hiver

Éclairage DEL refroidies à l'eau

- + Meilleur rendement lumineux [$\mu\text{mol} \cdot \text{J}^{-1}$]
- + Intensité de l'éclairage ajustable
- + Spectre lumineux ajustable (PAR, NIR)
- + Refroidissement par boucle d'eau mitigé
- + Amélioration de la longévité/efficacité





Approche – systèmes

Calcul des charges

Charges à considérer pour dimensionner les systèmes CVCA – Centrales de traitement d'air

Évapotranspiration



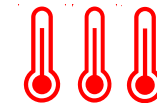
Charge latente



Chaleur perdue (éclairage)
Échange de chaleur air-plante



Charge sensible



Défi : Efficacité énergétique

Ratio de charge sensible (système) = Ratio de charge sensible (zone)
(typiquement entre 0,6 et 0,9) (typiquement < 0,6)



Approche – systèmes

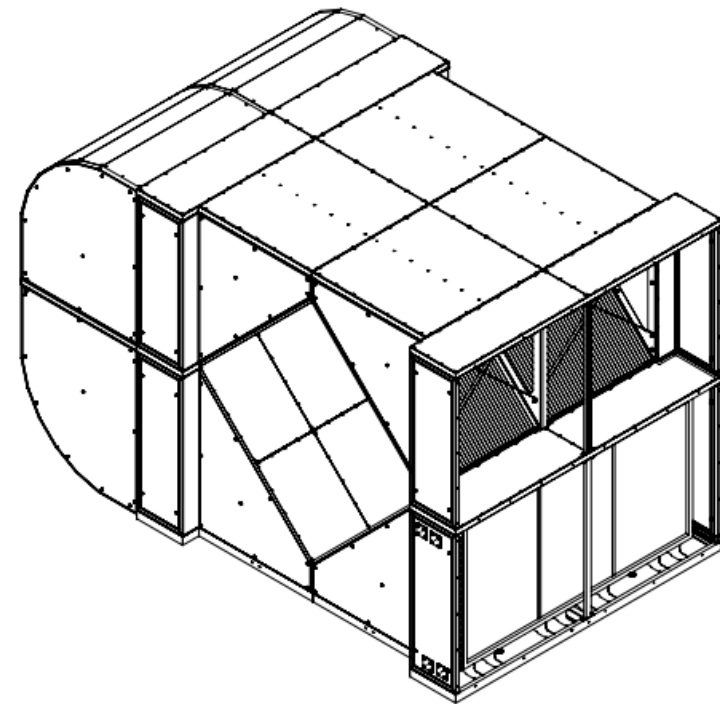
La centrale de traitement d'air de Ferme d'Hiver

Pré-refroidissement et réchauffe passive

- + Ratio de charge moins élevé
 - Limite sur refroidissement requis
 - Meilleure capacité de déshumidification

Chauffage et refroidissement terminal

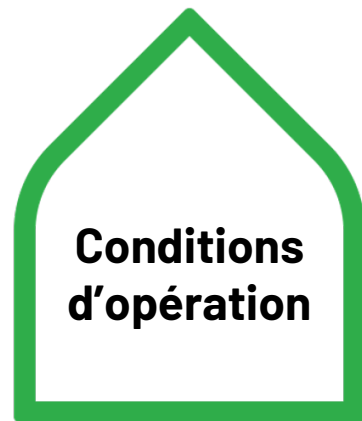
- + Contrôle précis de la température de sortie



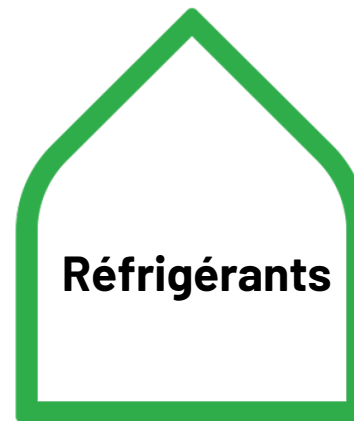


Approche – systèmes

La thermopompe



Températures
Débits



Impacts sur les performances
Impact environnemental
(R404a → R513 → R744)





Objectifs

Éviter le surdimensionnement ou le sous-dimensionnement des systèmes

- + Meilleure gestion des coûts
- + Meilleure gestion du climat

Réduire les coûts opérationnels

- + Efficacité énergétique
- + Récupération de chaleur

Optimiser les conditions de croissance de la plante

- + Meilleurs rendements
- + Meilleurs fruits

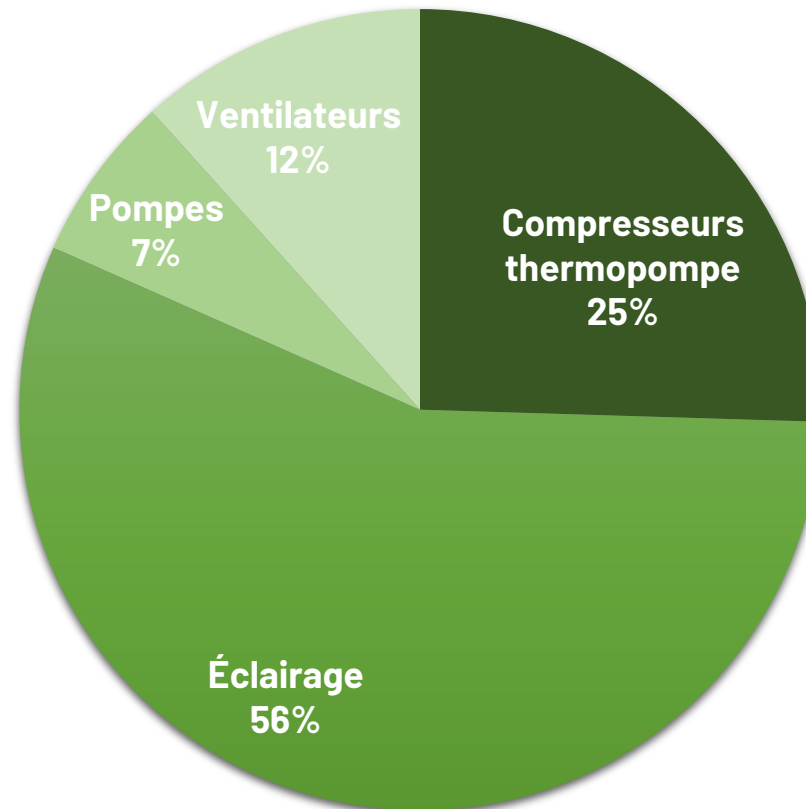
A close-up photograph of strawberry plants. The image shows several green, serrated leaves and numerous strawberries in various stages of ripeness, from pale yellow to deep red. The background is softly blurred, focusing attention on the fruit and foliage.

04

Potentiel de développement



Aperçu de la consommation énergétique





L'approche intégrée des systèmes CVCA de Ferme d'Hiver
Septembre 2022

Gestion intelligente des systèmes

L'application de l'apprentissage machine permettra de répondre à divers objectifs :

- Optimisation des points de consignes
- Optimisation des rendements énergétiques
- Optimisation de la récupération de chaleur

Ultimement :

- ↑ Production et qualité
- ↓ Énergie utilisée





Merci à nos collaborateurs





On vous attend chez IGA!



Questions?

Timothé Lalonde, B.Ing. M.Sc.A.

Responsable efficacité énergétique
et systèmes CVCA
tlalonde@fermedhiver.com

Suivez-nous!

Facebook.com/LaFermeDhiver
Linkedin.com/ferme-hiver