

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

STADSLANDBOUW EN DUURZAME GEBOUWEN

LENTE 2022

Energiebeheer

Basisconcepten en uitdagingen

Muriel Brandt

écoRce
INGÉNIERIE CONSULTANCE





- ▶ De aandacht vestigen op de energie-implicaties en -uitdagingen van stadslandbouw
- ▶ De kwestie van de energiesynergieën behandelen aan de hand van enkele voorbeelden



ENERGIE-UITDAGINGEN

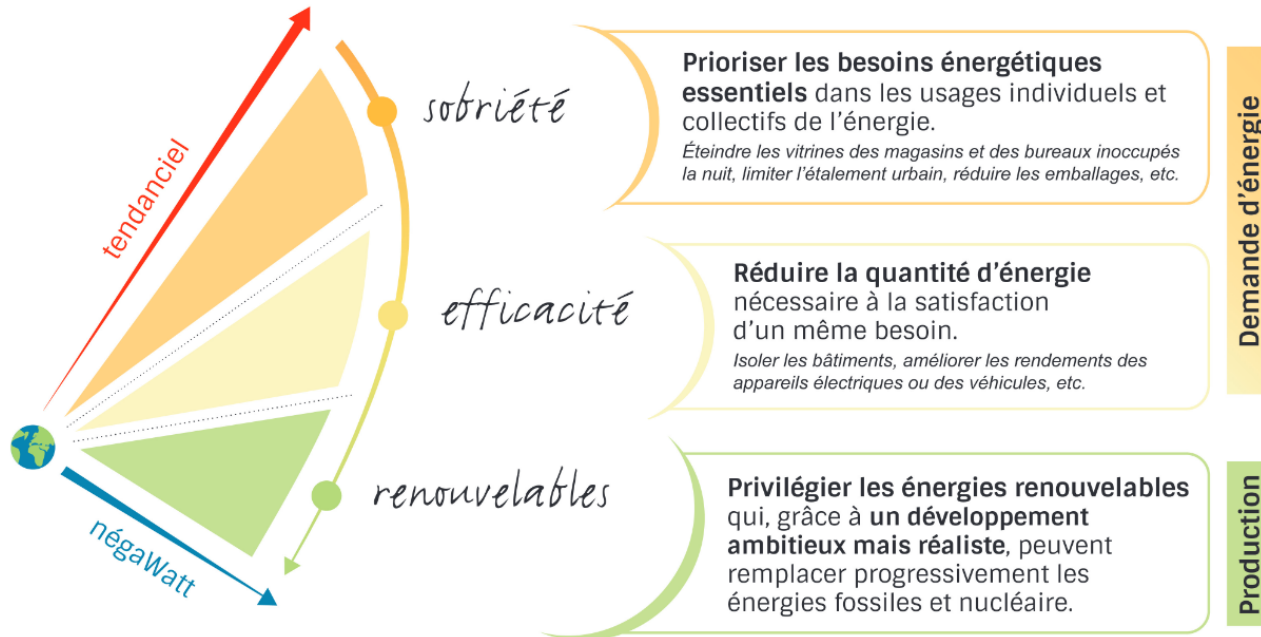
- ▶ **Aanpak en ambities**
- ▶ Koeling
- ▶ Verlichting
- ▶ Hulpapparatuur

ENERGIESYNERGIEËN



Soberheid

- De beste energie is degene die we niet verbruiken!



- ⇒ **Uitgangspostulaat: Een project ontwikkelen waarvoor het productieseizoen niet verlengd hoeft te worden; planten kiezen die in ons klimaat en onze streken kunnen worden verbouwd zonder toevoer van extra warmte of licht...**



Teelttypes die energie vereisen

- ▶ Dakteelten met of zonder serre
- ▶ Indoorteelten met tuinbouwverlichting
- ▶ Aquacultuur, aquaponics
- ▶ Kelderteelt
- ▶ ...

‘Traditionele’ landbouw vereist er minder of geen ...



Welk doel wordt er door de ontwikkeling van stadslandbouwprojecten nagestreefd?

- ▶ Sociaal/maatschappelijk doel en gezelligheid
- ▶ Economische activiteit



ENERGIE-UITDAGINGEN

- Aanpak en ambities
- **Koeling**
- Verlichting
- Hulpapparatuur

ENERGIESYNERGIEËN



Doelstelling

- ▶ De binnentemperatuur onder controle houden

Passieve strategieën

- ▶ Buitenzonneweringen
- ▶ Natuurlijke ventilatie



Bron: <http://www.eole-france.fr/>



Doelstelling

- ▶ De binnentemperatuur onder controle houden

Actieve strategieën

- ▶ Ventilatiestrategie: mechanische of hybride ventilatie
 - Bepaling van het vereiste debiet tijdens de zomerperiode
 - Nachtelijke ventilatie
 - Lucht afgevoerd uit het gebouw indien $<$ buitentemperatuur
 - Beperking van het gebruik van de ventilatoren
- ▶ Adiabatistische koeling

⇒ **Belang van een doeltreffende regeling**

⇒ **Recuperatie van het warmteoverschot voor het gebouw**



Bron: <http://www.eole-france.fr/>



ENERGIE-UITDAGINGEN

- Aanpak en ambities
- Koeling
- **Verlichting**
- Hulpapparatuur

ENERGIESYNERGIEËN



Hogedruknatriumlampen

- ▶ Nieuwe zeer efficiënte generatie
- ▶ Performante fotonstroom
- ▶ Vermogen van het verlichtingstoestel tot 1000 W
- ▶ Levensduur: 10.000 – 20.000 uren
- ▶ Elektronische regeling van het voorschakelapparaat



Bron: Gavita



Keramische metaalhalidelampen

- ▶ Goede verdeling van de fotonstroom ten opzichte van het teeltoppervlak
- ▶ Efficiënt
- ▶ Levensduur: 20.000 – 30.000 uren



Bron: www.cycloptics.com



Ledlampen

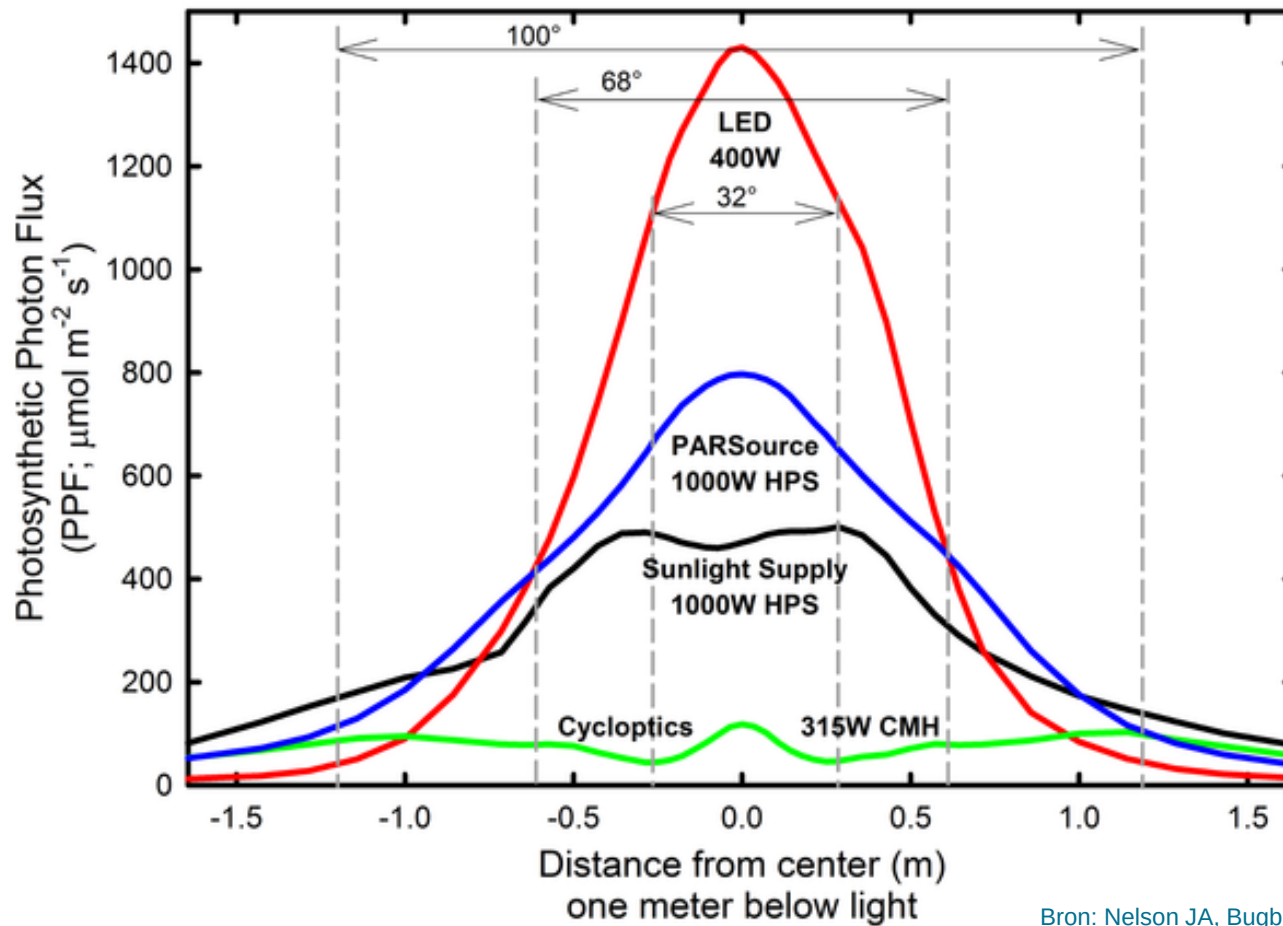
- ▶ Zeer variabele energie-efficiëntie (van zeer goed tot zeer slecht)
- ▶ Gerichte lichtbundel
- ▶ Levensduur: tot 50.000 uren (maar kan zeer kort zijn)
- ▶ Geringe warmtedissipatie
- ▶ Mogelijkheid deze lampen vlakbij de planten te installeren



Bron: LumiGrow



Vergelijking van de lichtstromen

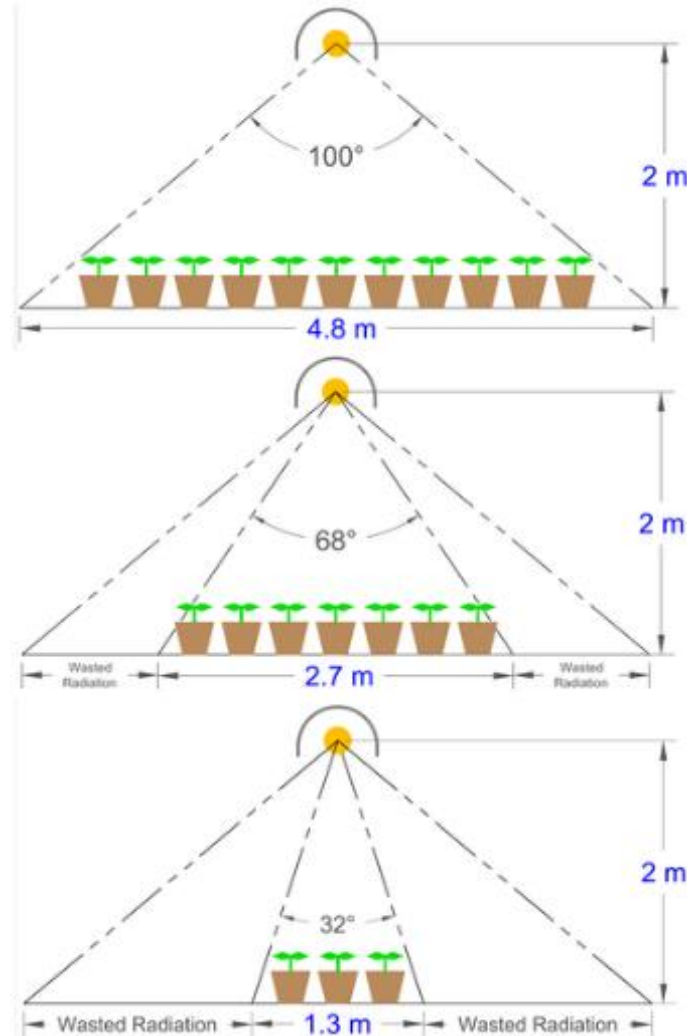


Bron: Nelson JA, Bugbee B (2014)
Economic Analysis of Greenhouse Lighting



Optimalisatie van de lichtstroom

Belang van de positionering van de verlichtings-toestellen en van de beplantingen



Bron: Nelson JA, Bugbee B (2014)
Economic Analysis of Greenhouse Lighting



Vergelijkende studie van de kosten van de verschillende technologieën

(Nelson JA, Bugbee B (2014))

- Voor 3.000 werkingsuren per jaar (uittreksel)

Lamptype	Fotonefficiëntie [μmol/s]	Kosten van de lamp [\$US]	Kosten elektriciteits- verbruik [dollars/micro- mol/m²/jaar]	Totale kosten over 5 jaar [μmol/m²/jaar]
400 W magn. Sunlight HPS	416	200	0,35	0,40
1000 W elek. Gavita HPS	1751	500	0,19	0,23
LED (rood/blauw) LSG	653	1200	0,19	0,54
LED (rood/wit/blauw) Lumigrow 325	390	1000	0,26	0,73
Keramische metaalhalidelampen Cycloptics 315 3100K	491	640	0,23	0,46



Conclusie

- ▶ HPS-lamp van de nieuwe generatie = betere verhouding tussen efficiëntie en prijs
- ▶ LED > Variabele kwaliteit! Niet onder 120 lm/W gaan
- ▶ Alsmar vaker zijn de LEDlampen in een toestel geïntegreerd

Keuzecriteria:

- ▶ Fotonefficiëntie van de lamp
- ▶ Levensduur (relamping-kosten)
- ▶ Welk gebruik, welke werkingsduur
- ▶ Type teelt en positionering van de verlichting

Aandachtspunten

- ▶ Positionering van de lampen
- ▶ CO₂-behoeften bij gebruik van de verlichting
- ▶ Aantrekkingskracht voor insecten en schadelijke dieren
- ▶ Effect van de LEDverlichting op de werknemers
- ▶ Analyse van de levenscyclus en grijze energie



ENERGIE-UITDAGINGEN

- ▶ Aanpak en ambities
- ▶ Koeling
- ▶ Verlichting
- ▶ **Hulpapparatuur**

ENERGIESYNERGIEËN



Efficiënte pompen kiezen

- ▶ Toepassing: voor aquacultuur en aquaponics
- ▶ Aanzienlijke debieten

BIGH: 250 m³/h voor 14 kweekbekkens

Biologische filtering: bekken van 50 m³

- ▶ Optimalisatie van het hydraulische net (drukverliezen) en dimensionering van de pomp
- ▶ Gebruik van een frequentieregelaar
- ▶ Synchrone motoren: rendement van de orde van 94 % voor een vermogen van 25 kW



Bron: Leroy-Somer

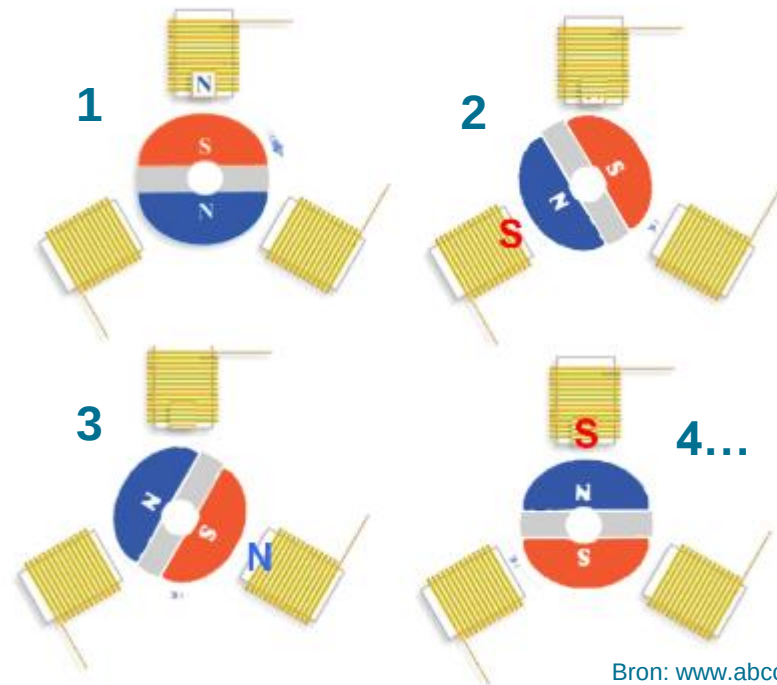


Efficiënte ventilatiesystemen kiezen

- ▶ Motor met elektronische commutatie (EC)
- ▶ Eenvoudige regeling (0-10 V-signaal)
- ▶ Energie-efficiëntie: rendement dat 30 tot 40 % hoger ligt dan dat van asynchrone motoren
- ▶ Optimalisatie van de debieten dankzij een nauwkeurige regeling (T° , CO_2 , RV)



Bron: Rosenberg



Bron: www.abcclim.net



ENERGIE-UITDAGINGEN
ENERGIESYNERGIEËN



Synergieën en korte ketens



ENERGIE-UITDAGINGEN

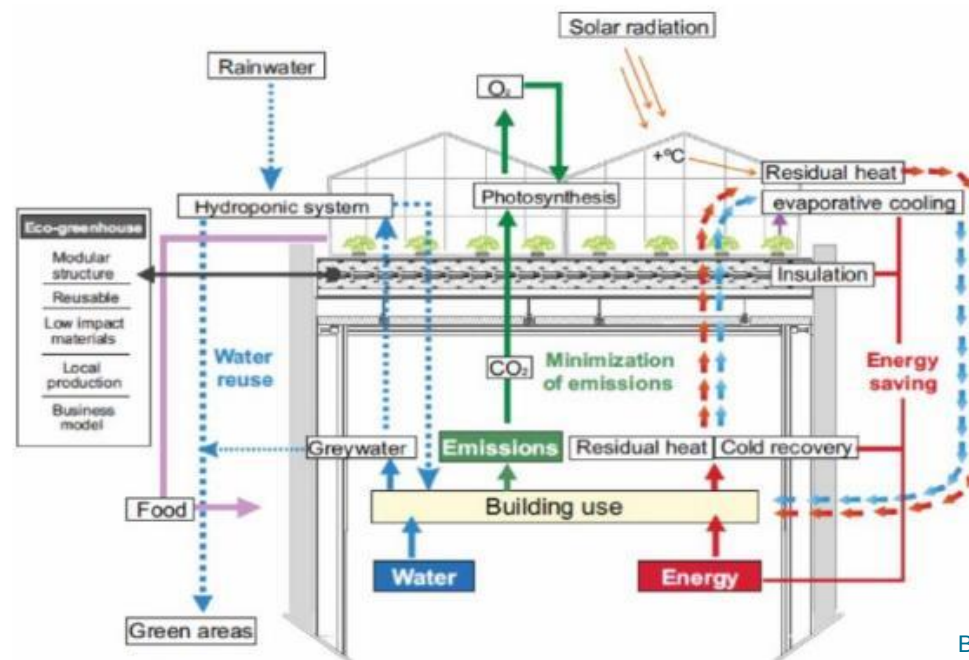
ENERGIESYNERGIEËN

- ▶ **Serre op het dak**
- ▶ Paddenstoelenteelt
- ▶ Wisselbouw



Waarom een serre op het dak van een gebouw installeren?

- ▶ Reductie van de verliezen op het niveau van het dak
- ▶ Benutting van de zonnewinsten
- ▶ Benutting van gratis toevoer van het gebouw > thermische verliezen, afgevoerde lucht



Bron: Cerón-Palma et al., 2012

Figure 2: Conceptualization of RTEG. The illustration emphasizes the interchange of water, energy and gas (e.g., CO_2) flows between the rooftop greenhouse and the associated building.



De verwarmingsbehoeften definiëren

- ▶ Teelttypes, teeltperiodes
- ▶ Toelaatbare minimale temperatuur

Thermische balans van serre en gebouw opstellen, rekening houdend met

- ▶ de zonnewinsten
- ▶ de toevoer van het gebouw (verbonden aan de verliezen van het dak)
- ▶ de toevoer verbonden aan de warmteterugwinning uit de ventilatielucht

Bron: C. Monteil, G. Issanchou, M. Amouroux.
"Modèle énergétique de la serre agricole"



Recuperatie van de warmteverliezen van het dak

- ▶ Relevant voor een bestaand gebouw waarvan het dak niet geïsoleerd is
- ▶ Handhaving van een minimale temperatuur voor de teelt in de winter

Raming van de door het dak gedissipeerde hoeveelheid energie

- ▶ Voorbeeld
 - Gemiddelde binnentemperatuur = 19 °C
 - Gemiddelde buitentemperatuur (stookseizoen) = 4 °C
 - Stookseizoen = 5800 h

Niet-geïsoleerd plat dak met $U = 2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

$$Q = 2,5 \times (19-4) \times 5800 / 1000 = \mathbf{217,5} \text{ kWh/m}^2$$

Geïsoleerd dak met $U = 0,3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

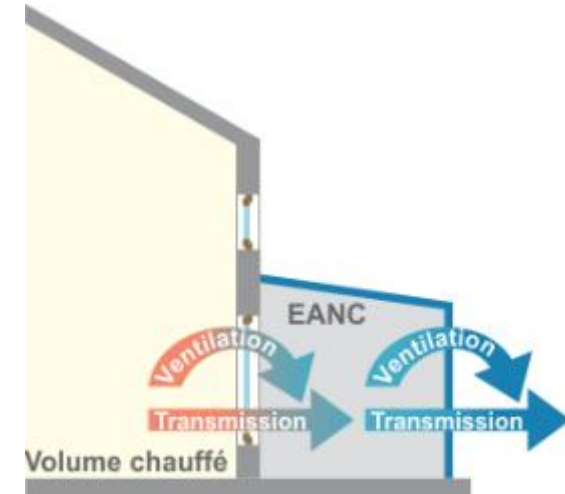
$$Q = 0,3 \times (19-4) \times 5800 / 1000 = \mathbf{26} \text{ kWh/m}^2$$



Berekening van de vermindering van de verliezen dankzij de serre

- ▶ Aangrenzende onverwarmde ruimte
- ▶ Bepaling van coëfficiënt b
 - Niet-geïsoleerd dak (1.000 m^2)
 - Serre uit polycarbonaat van 32 mm en 16 mm ($U \text{ wanden} = 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$; $U \text{ dak} = 2,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

⇒ **$b = 0,75$ met luchtverversing van 3 vol/h → - 25 %**



Raming van de via het dak gerecupereerde hoeveelheid energie

- ▶ Niet-geïsoleerd dak: $Q_r = 217,5 \times 0,75 = 163 \text{ kWh/m}^2$
- ▶ Geïsoleerd dak: $Q_r = 26 \times 0,75 = 19,5 \text{ kWh/m}^2$

⇒ **Valorisatie warmteverliezen / Behoeften van de planten**



Beperking van de verwarmingsbehoeften voor de teelt

- ▶ Opslag van de zonnewinsten via de thermische inertie van de grond
- ▶ Isolatie en dichtheid van de serre
 - Bepaling van de beste verhouding tussen de thermische prestatie van de scheidingsconstructies en de zonnewinsten
 - Materiaal: polycarbonaat ($U = 2,5$ tot $1 \text{ W/m}^2\text{.K}$), dubbele beglazing, ETFE (lichtheid)
- ▶ Pulsie van de uit het gebouw afgevoerde lucht in de serre (CO_2 , T° , vochtigheid)
 - Luchtbehandelingscentrale (LBC) zonder warmterecuperator
 - Bepaling van de energiewinst volgens het debiet



Correcte bepaling van het gebruik van de serre

Gebruik van de warmte voor het landbouwproject

VS

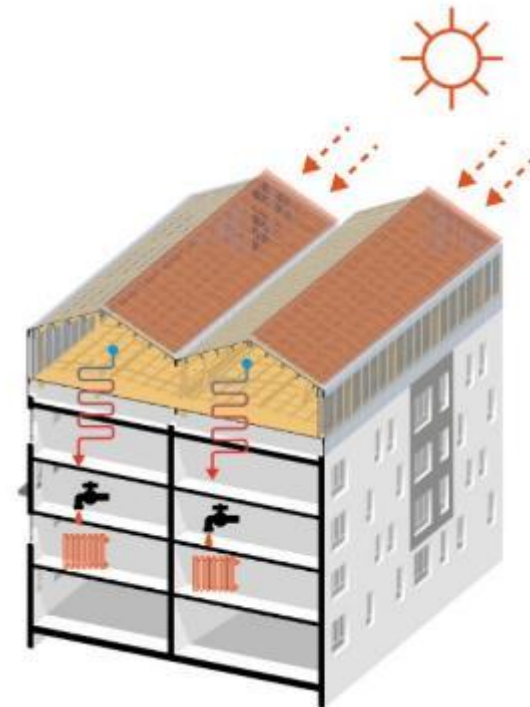
**Recuperatie van de warmte van de serre voor het
gebouw**





Voorbeeld: symbioseproject in Nantes (Frankrijk)

- ▶ Installatie van een serre op het dak van een bestaand woongebouw
- ▶ 24 woningen → 400 m² serre
- ▶ Bedekking uit polycarbonaat en wanden uit enkele beglazing
- ▶ Collectief gebruik (a priori geen commerciële tuinbouwactiviteit)
- ▶ Gebruik van de aan de lucht van de serre onttrokken warmte voor de SWW-productie via een WP



Bron: Symbioseproject





Voorbeeld: symbioseproject in Nantes (Frankrijk)

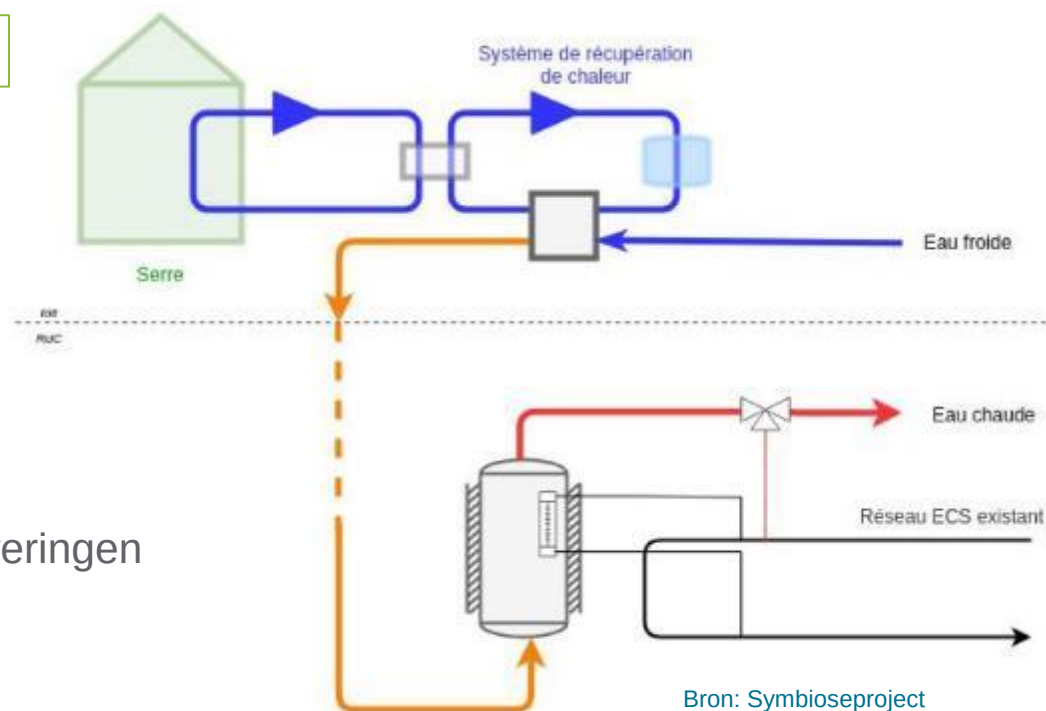
- ▶ Energierecuperatie geraamd op 250 kWh/m².jaar
- ▶ Balans tussen klimaat in de serre en energierecuperatie
- ▶ Doelstellingen: 80 % van de SWW-behoeften en 20 % van de verwarmingsbehoeften

Meteorologische
gegevens

Monitoring

**Regeling met
voorspellingstool (48 uur)
waardoor de energieproductie
op basis van de serre kan
worden geraamd.**

- ▶ Openende delen / zonneweringen
- ▶ Ventilatie
- ▶ Werking WP / opslag



Bron: Symbioseproject



ENERGIE-UITDAGINGEN

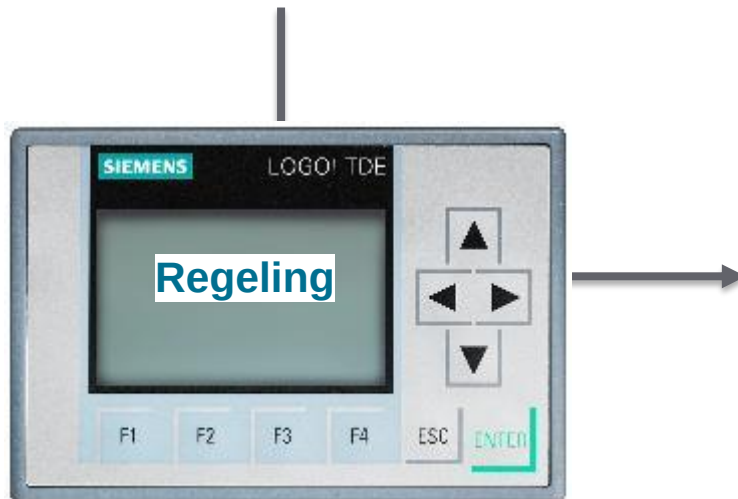
ENERGIESYNERGIEËN

- Serre op het dak
- **Paddenstoelenteelt**
- Wisselbouw



Teeltvoorwaarden

- ▶ Temperatuur van 12 tot 16 °C
- ▶ Relatieve vochtigheid van 75 tot 95 %
- ▶ Ventilatie met variabel debiet
- ▶ Controle van het CO₂-gehalte

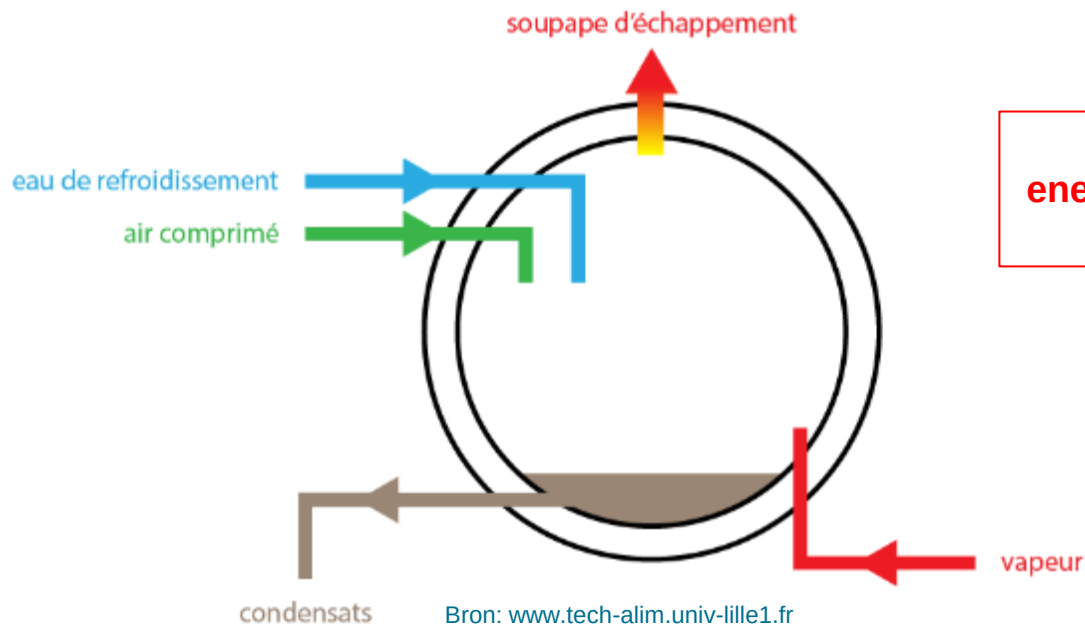


Bron: Siemens



Proces

- Realisatie van het substraat
- Pasteurisatie: van 60 tot 95 °C
- Inoculatie (inzaaien)
- Incubatie: 20 tot 25 °C gedurende 2 weken
- Vruchtvorming: keldertemperatuur + controle van vochtigheid en CO₂



**Werking van een autoclaaf:
energiebehoefte voor de pasteurisatie
met stoom**



Synergie mogelijk tussen de verschillende fasen van het proces

- ▶ Koudeproductie voor de handhaving van de teeltvoorwaarden
- ▶ Warmte gerecupereerd van de koelmachine
 - Voor de pasteurisatie
 - Voor de incubatie



Bron: www.nowaste.be



Bron: www.permafungi.be



ENERGIE-UITDAGINGEN

ENERGIESYNERGIEËN

- Serre op het dak
- **Paddenstoelenteelt**
- Wisselbouw

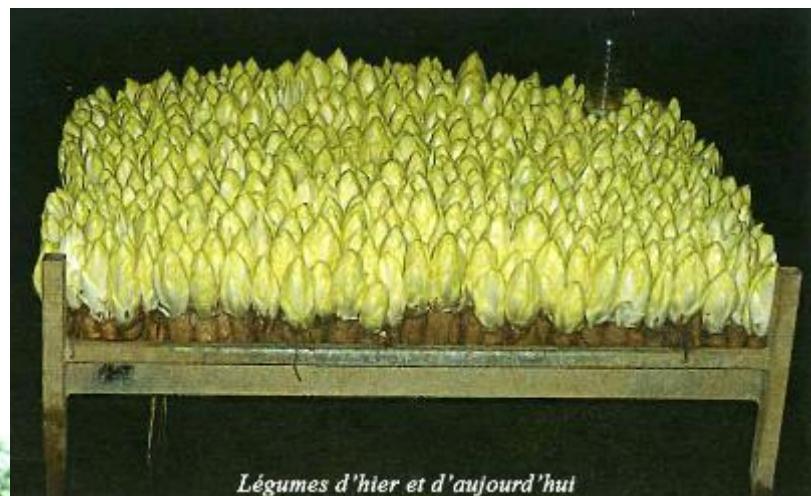


Wisselbouw in het gebouw

- ▶ Serreteelt (dak) van maart tot november
- ▶ Kelderteelt van november tot maart (paddenstoelen, witloof,...)
- ▶ Gebruik van de incubatieruimte voor de teelt van microgroenten (microscheuten) onder kunstlicht (ECLO)
- ▶ In de winter: warmterecuperatie uit de serre voor het gebouw



Bron: www.permafungi.be



Bron: www.biologie.ens-lyon.fr



Bron: www.eclo.be





- ▶ De voor stadslandbouw bestemde infrastructuur moet worden ontworpen volgens het teeltplan en volgens het type gebouw waarbij het project hoort
- ▶ Maar volgens de logica van rationeel energiegebruik of van de beperking van de milieu-impact kan niet alles worden 'toegelaten' > Het is belangrijk de balans op te maken van de uitdagingen op sociaal en energievlak (of de uitdagingen verbonden aan het waterbeheer, de biodiversiteit, enz.)
- ▶ Er zijn tal van synergiemogelijkheden
- ▶ Langetermijnvisie: onderhoud, energieverbruik, synergieën ontwikkeld met het gebouw (akkoord gebouweigenaar <> landbouwoperator)





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Thema Stedelijke landbouw
Dossier I Integratie van de stadslandbouw
Voorziening I Serres



Websites

- GROOF - Greenhouses to Reduce CO2 on Roofs
<https://www.nweurope.eu/projects/project-search/groof/>



Artikels

- Cerón-Palma et al. (2012)
Barriers and Opportunities Regarding the Implementation of Rooftop Eco.Greenhouses (RTEG) in Mediterranean Cities of Europe
- Ademe (2017)
Agriculture urbaine, quels enjeux de durabilité
www.ademe.fr/mediatheque



Muriel BRANDT

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

DANK U VOOR UW AANDACHT

