



# CONCEPTION DE SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET D'ÉQUIPEMENTS DE MAÎTRISE DU CLIMAT DE SERRES DE CANNABIS

Vincent Stauffer

AGRITHERMIC-HORTINERGY

[v.stauffer@agrithermic.com](mailto:v.stauffer@agrithermic.com)

Mob 06 301 778 94

# CONTENU

- I. Climat requis sous serre
- II. Principe de maitrise du climat sous serre
- III. Introduction sur les systèmes énergétiques
- IV. Hortinergy, logiciel en ligne de simulation de serre
- V. Agrithermic, bureau d'études

# INTRODUCTION

Plusieurs types de culture de cannabis

- Plein champ : matériaux, bien être
- Sous serre : médical (Thc)
- Indoor: médical (Thc)

-> focus sur la production sous serre

- Très technique
- Nécessite beaucoup d'équipement
- Forte consommation énergétique pour chauffer, déshumidifier, éclairer et parfois refroidir



# I UNE PLANTE SENSIBLE NECESSITANT UN CLIMAT PRECIS

## 5 paramètres à contrôler:

- Température: T°C idéale 24°C, T°C nuit > 20°C, T°C jour < 30°
- Humidité: Humidité relative < 60%,
- Lumière:
  - DLI > 30 mol/m<sup>2</sup>/jour
  - Photopériodisme
- Mouvement d'air: environ 1m /s
- CO<sub>2</sub>: concentration élevée

## Cannabis

- Contrôle climatique précis
- Climat constant



CONDITIONS  
METEOROLOGIQUES



# COMPARAISON AVEC LA TOMATE

	Cannabis	Tomate
Température °C	24°C	20°C
HR %	< 60%	< 80%
Transpiration	Très élevée	Elevée
DLI mol/ m <sup>2</sup> jour	> 30	> 20
Eclairage μmol/m <sup>2</sup> s	500 a 700	100 à 250
Chauffage	500 kWh/m <sup>2</sup>	300 kWh/m <sup>2</sup>
Surface type	500 à 10 000 m <sup>2</sup>	1 a 20 ha
Cout chauffage et déshu gaz €/m <sup>2</sup>	10 à 20	5 à 10
Cout éclairage electricité €/m <sup>2</sup>	40 à 80	5 à 20
Investissement €/m <sup>2</sup>	500 à 1500	90 à 150

- Petits compartiment (< 1000 m<sup>2</sup>)
- Plus proche d'une serre de recherche type INRAE que d'une serre venlo de production de tomate

## II. EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUES DES SERRES

Une combinaison de:

1. Production de chaleur et parfois d'électricité et le froid
2. Emission de la chaleur (gaines, aérothermes, tube))
3. Isolation de la serre / gain solaire (verre, écran...)
4. Maitrise de la lumière et éclairage (naturel, LED)
5. Déshumidification (ventilation active...)
6. Aéraulique (gaine, brasseurs )
7. Maitrise des surchauffes
8. Injection de CO<sub>2</sub>

# MAITRISE DE LA LUMIÈRE

PAR: Photosynthetic Active Radiation

Puissance:  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$

DLI: cumul journalier  $\text{mol}/\text{m}^2 \text{ j}$

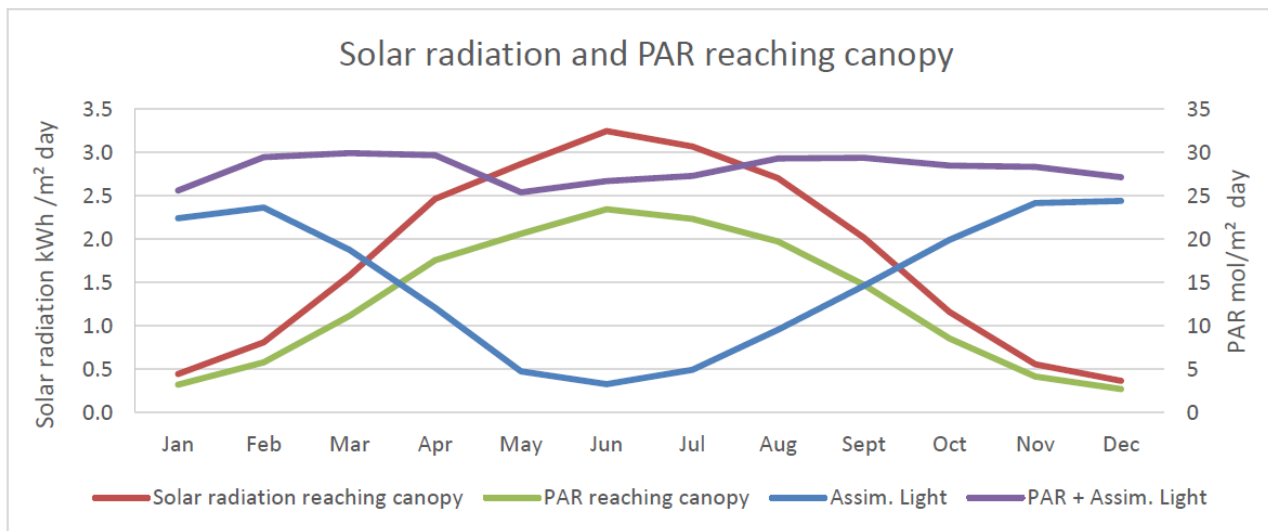
- Forts besoins en lumière:  $> 30 \text{ mol}/\text{m}^2 \text{ j}$
- Photopériodisme : 12h de lumière en prod.
- PAR en France dans la serre
  - Hiver: 3 à 8  $\text{mol}/\text{m}^2 \text{ j}$
  - Été: 20 à 35  $\text{mol}/\text{m}^2 \text{ j}$

-> Optimiser la lumière naturelle et écran d'occultation

-> besoins d'éclairage LED ou HPS

- 500 à 700  $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}$  pour la production

-> Cout d'investissement et fonctionnement





# COUVERTURE ET ÉCRANS

## Objectifs:

- Avoir le plus de lumière
- Avoir le moins de pertes thermiques quand on chauffe
- Eviter trop chaleur en été

## Toiture:

- Verre ou ETFE, parfois en plastique dans sud de l'Europe
- Ecran occultant
- Ecran thermique transparent
- Ecran d'ombrage diffusant dans certains cas

**Pignon et longpan:** opaque, isolée





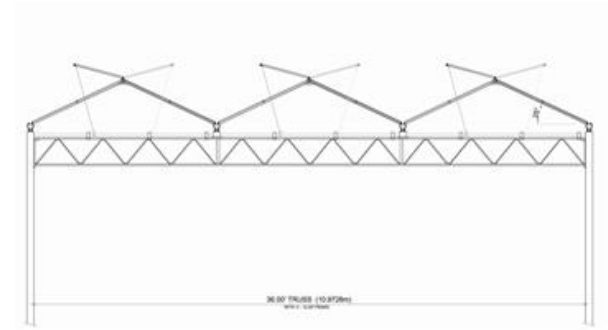
# CONTRÔLE D'HUMIDITÉ

Elements le plus sensible, très spécifique au Cannabis

## Techniques du low tech au high tech

- Aeration au faitage:
  - Pas conseillé en hiver: climat pas homogène, forte consommation de chauffe
  - Mais pertinent quand conditions favorables
- Prise d'air sec au dessus des écran ou extracteur (Nivola, Van der Ende..):
- Deshumidificateur thermodynamique standard : deshumidifie et chauffe (Caldor, Richel, Drygair...)
- Système polyvalent de traitement d'air (deshumidifie avec/sans chauffage) type Airgaia

Bonne pratique: combiner un système performant et du freecooling quand conditions favorables



# SYSTÈME ÉNERGÉTIQUE

Plusieurs usages -> approche complexe

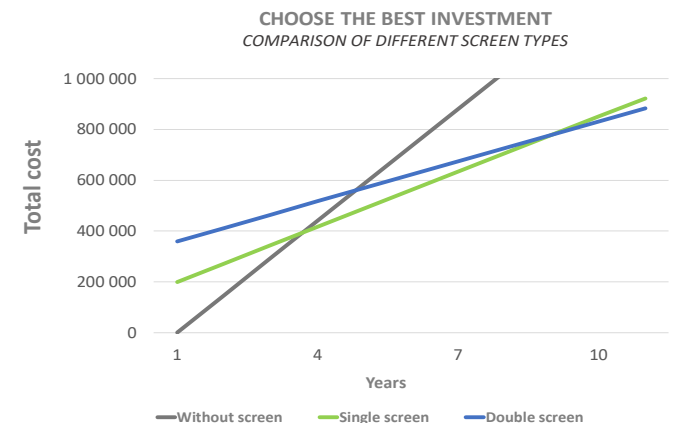
	Chaudière gaz	Cogénération
Chauffage	x	x
CO2	x	x
Electricité	Reseau	x
Deshu	PAC/ reseau	PAC
Rafrachissement	Groupe froid/ Absorption	Groupe froid/ Absorption
Energie	Gaz naturel	Gaz naturel GNL

Electricité: 1<sup>er</sup> poste de dépenses

→ la cogé permet d'avoir de l'électricité moins chère et si surplus de revendre



- Logiciel en ligne
- modélisation de climat et simulation de consommation énergétiques
- Serre Virtuelle
- Permet de comparer différents scénarios
- Trouver la configuration la plus adaptée
- Très utilisé pour les projets de Cannabis
  - USA /Canada
  - Europe du Sud / Est
  - Afrique du Sud



**EXEMPLE D'UN PROJET  
DE 1000 M<sup>2</sup> À COTÉ DE LYON**

**FORMULAIRE D'ENTRÉE**

## Dimensions de la serre

### Length \* ?

In m (2 decimals)

Please enter a number from 0.1 to 1000.

### Span - chapel - bay width \* ?

In m (2 decimals) (gutter to gutter)

Please enter a number from 0.1 to 30.

### Number of span (chapel) \* ?

(2 decimals)

## Couverture et écrans

### Roof

#### Roof cover \* ?

#### 1st climate screen type \* ?

If there is blackout, it shall be the first screen.

- Thermal
- Thermal and Shade (aluminium)
- Thermal and Shade (white strips diffuse)
- Shade and Open (aluminium)
- Shade and Open (white strips diffuse)

Black out

**For shade percentage :** It is advised to put 99% or 100%

#### 1st climate screen: Shade percentage \* ?

(integer)

Please enter a number from 1 to 100.

#### 1st climate screen: Energy Efficiency \*

# PARAMÈTRES CLIMATIQUES (1/2)

## Period 1 - Start \*

Simulation are based on yearly basis. Be careful, the total period shall not exceed 365 days.  
example 1 : Period 1 from 1/1/2018 to 31/12/2018; example 2: Period 1 from 1/1/2018 to 1/3/2018 and Period 2 from 2/3/2018 to 31/12/2018.

## Period 1 - T°C Day \*

Please enter a number from -30 to 124.

## Ventilation opening temperature ?

## Period 1 - End \*

## Period 1 - T°C Night \*

Please enter a number from -30 to 124.

## 2. Humidity set

### Humidity regulation

### Relative humidity sets

During day :

### Maximum relative humidity ?

(%)

Please enter a number from 1 to 99.

### Minimum relative humidity ?

(%)

# PARAMÈTRES CLIMATIQUES (2/2)

**Day / Night switch - Thermal screen management strategy \***

Solar radiation 

**Solar radiation minimum \***

(in W/m<sup>2</sup>). Thermal screen will be deployed below this number.

80

Please enter a number from 1 to 1000.

**3. Black out screen management strategy**

**Black out starting date**

01/01/2020 

**Black out ending date**

31/12/2021 

**Black out screen : number of hours per day without solar radiation ?**

12



# ECLAIRAGE

## Assimilation Light :

Is an assimilation light system implemented ?

- Yes  
 No

Type of light

- LED  
 HPS  
 Both

LED :

Maximum power

( $\mu\text{mol/s m}^2$ )

600

Efficiency

( $\mu\text{mol/J}$ )

3

Management

- According to DLI (Day Light Integral)  
 Hours

Total DLI (Day Light Integral) (assimilation light + sun)

( $\text{mol/day/m}^2$ )

January

30

February

30

March

30

April

30

May

30

June

30

July

30

August

30

September

30

October

30

November

30

December

30

Minimum number of "dark hour"

12

Please enter a number from 0 to 24.

Lights switch off above outside light level

( $\text{W/m}^2$ )

600

# DESHUMIDIFICATION ET RAFRAICHISSEMENT


## Climate control equipments

- Semi-closed greenhouse
- Closed greenhouse**
- Pad and Fan in classic greenhouse
- Fog in classic greenhouse
- No cooling equipment

## B. Closed greenhouse : Beta Version

### Is it a closed greenhouse ?

- Yes
- No

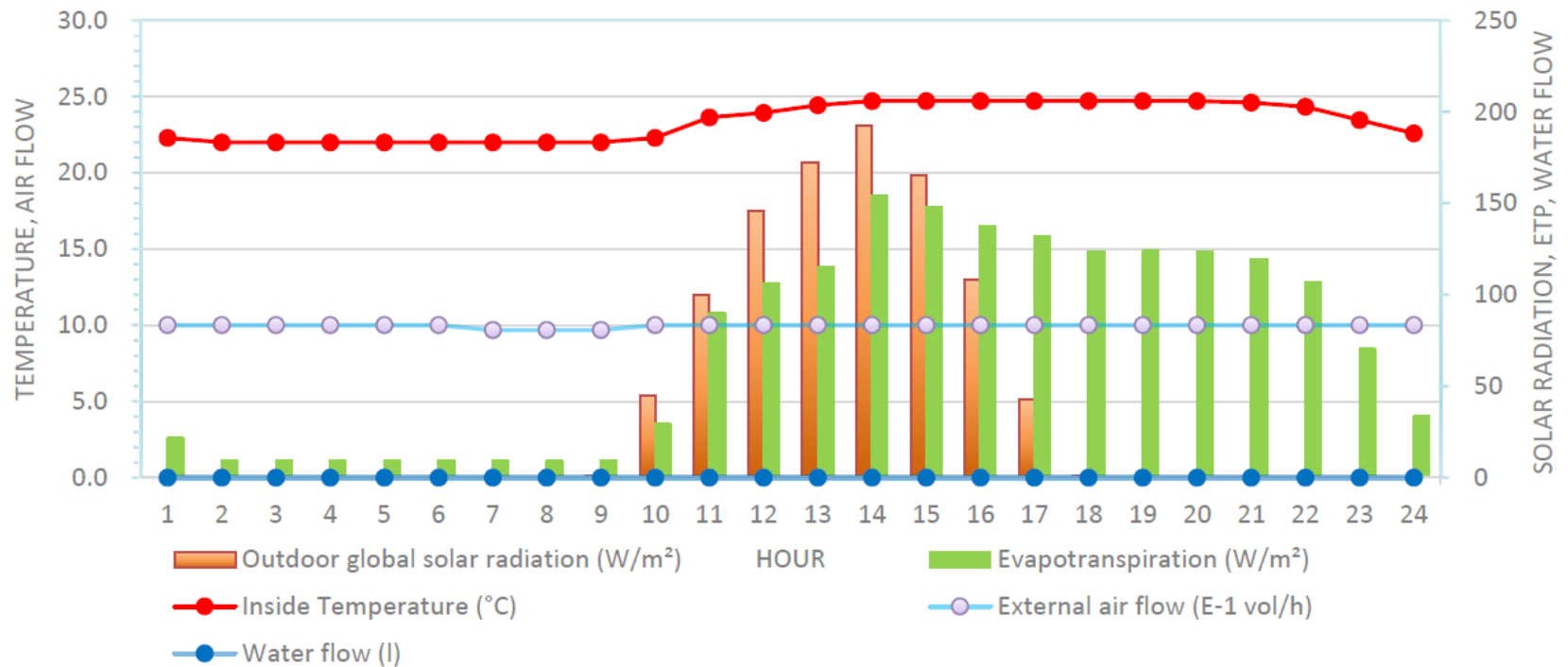
Day 

Night 

# Résultats

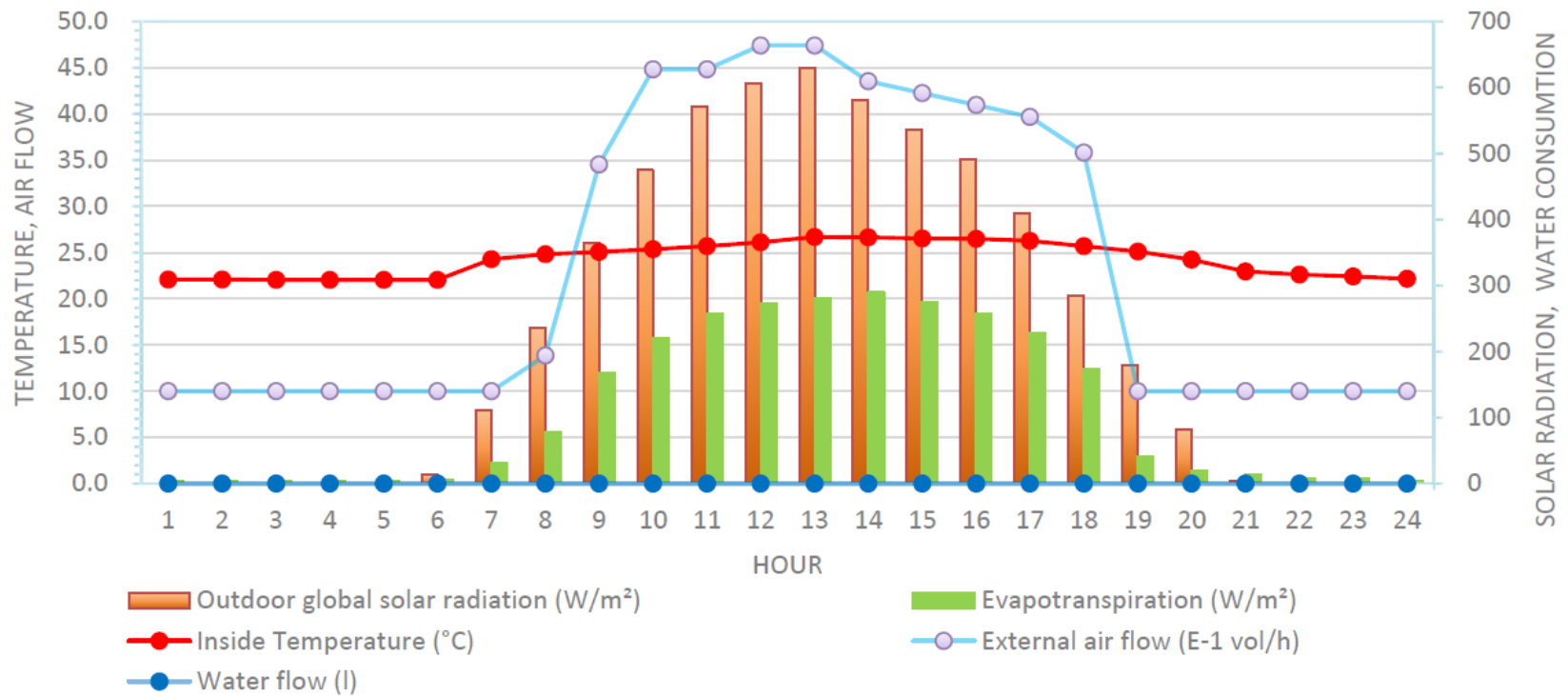
# SIMULATION DU CLIMAT - JANVIER

## A. Inner climate for an average day in January

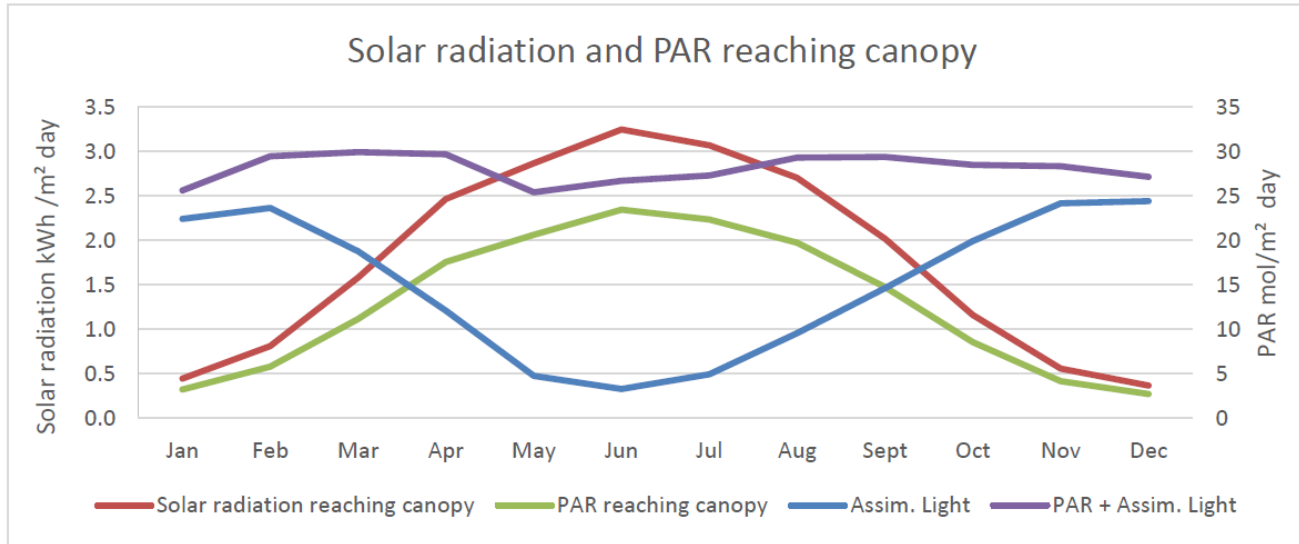


# SIMULATION DU CLIMAT - JUILLET

## D. Inner climate for an average day in July



# LUMIÈRE ET ECLAIRAGE



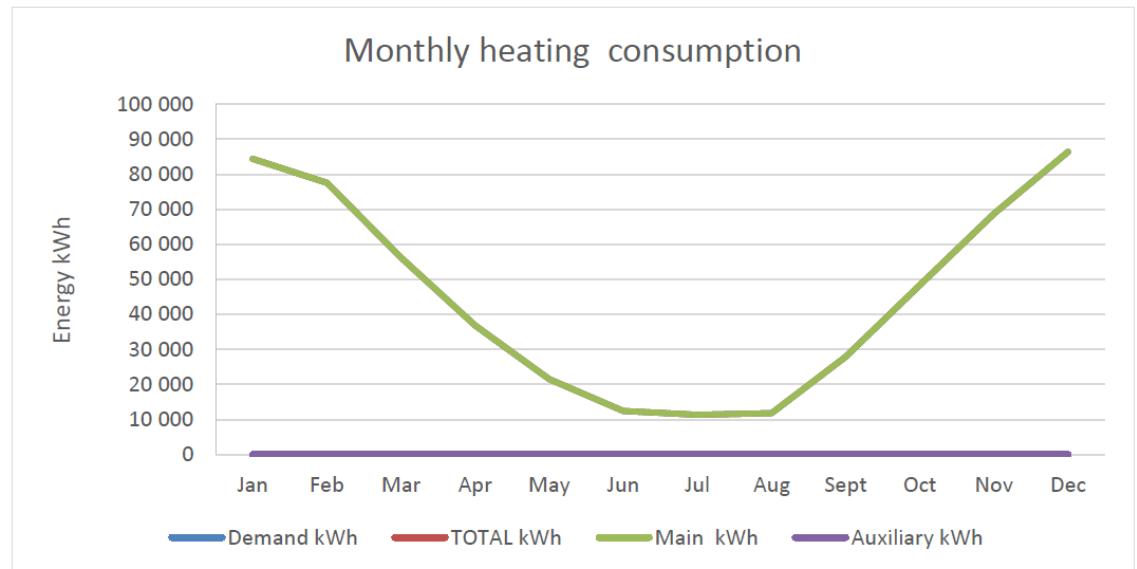
	Electricity consumption		Expenditure	
	MWh	kWh/m²	€	€/m²
Jan	65.7	65.8	6 569.5	6.6
Feb	58.7	58.8	5 870.6	5.9
Mar	61.7	61.8	6 170.1	6.2
Apr	36.1	36.2	3 614.2	3.6
May	28.6	28.6	2 855.4	2.9
Jun	13.2	13.2	1 317.9	1.3
Jul	10.0	10.0	998.4	1.0
Aug	31.5	31.6	3 154.9	3.2
Sept	37.1	37.2	3 714.0	3.7
Oct	54.5	54.6	5 451.3	5.5
Nov	66.9	67.0	6 689.3	6.7
Dec	70.7	70.8	7 068.7	7.1
<b>Total</b>	<b>534.7</b>	<b>535.6</b>	<b>53 474.3</b>	<b>53.6</b>

# BESOINS DE CHAUFFAGE

## 1. Annual heating cost and energy consumption



	Total	Main	Auxiliary
Energy source		Gas	-
Unit price (€/MWh)		30	0
Expenditure (€)	16 374	16 374	0
€/m <sup>2</sup>	16.4	16.4	0.0
Main vs Auxiliary (cost %)		100%	0%
Consumption MWh	546	546	0
Consumpt. / unit (kWh/m <sup>2</sup> )	547	547	0
Main vs Auxiliary (energy %)		100%	0%





# DESHUMIDIFICATION

## 5.2 Closed greenhouse: estimation for sensible and latent needs

	Cooling needs (sensible)	Cooling needs (Latent)	Cooling needs (Total)	
	MWh	MWh	MWh	kWh/m <sup>2</sup>
Jan	0.0	20.2	20.2	20.2
Feb	0.0	18.3	18.3	18.3
Mar	1.7	23.8	25.6	25.6
Apr	5.7	28.0	33.7	33.8
May	13.3	38.0	51.3	51.4
Jun	18.9	42.4	61.3	61.4
Jul	13.4	35.2	48.6	48.7
Aug	14.3	38.0	52.4	52.4
Sept	4.2	26.1	30.3	30.4
Oct	0.6	22.1	22.6	22.7
Nov	0.0	19.8	19.9	19.9
Dec	0.0	20.4	20.4	20.4
Total	72.1	332.4	404.6	405.2

Si deshu avec une efficacité de 3  $\rightarrow 332/3 = 110$  kWh ele /m<sup>2</sup>

0.1 € kWh elec  $\rightarrow 11$  € / m<sup>2</sup>



- Bureau d'études indépendant spécialiste en efficacité énergétique de serres
- Réalise des études de faisabilité
- Expérience en conception de serres de cannabis en France, Europe et US/Canada
- Accompagne dans la recherche de subventions

# CONCLUSION

- Cannabis médicale sous serre: maitrise délicate de climat
- Nécessite une déshumidification de qualité
- Consommation énergétiques élevées
  - Eclairage
  - Chauffage
  - Deshumidification
  - Parfois rafraichissement
- Petits compartiment (< 1000 m<sup>2</sup>)
- Plus proche d'une serre de recherche type INRAE que d'une serre venlo de production de tomate





Energy and climate analysis for  
**greenhouse project**

**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**

Vincent Stauffer

v.stauffer@[agrithermic.com](mailto:v.stauffer@agrithermic.com)

**Tel:** 04 79 72 40 59

**Mobile:** 06 301 778 94

**Site:** [www.agrithermic.com](http://www.agrithermic.com)

[www.hortinergy.com](http://www.hortinergy.com)