



Régulation des conditions environnementales dans l'Ecotron Européen de Montpellier

Sébastien DEVIDAL, Abdelaziz FAEZ, Gilbert JACQUIER, Damien LANDAIS, Hélène LEMOINE, Alexandru MILCU, Clément PIEL, Olivier RAVEL, Jacques ROY - ECOTRON CNRS UPS 3248

Ouvert à la communauté scientifique nationale et internationale, l'Ecotron de Montpellier est une unité de service du CNRS. Équipé de trois plateaux expérimentaux, il permet de simuler une large gamme d'environnements de manière réaliste pour faciliter l'extrapolation des résultats aux conditions *in natura*. Son instrumentation spécifique permet la réalisation de mesures en ligne pour caractériser des processus écophysologiques.

PLATEAUX EXPERIMENTAUX

MICROCOSMES



13 enceintes climatiques

Surface disponible max : 1 m²
Poids microcosmes max : 300 kg
Hauteur végétation max : 1 m
Volume de confinement : 1,5 m³
Grande modularité du nombre et du type de microcosmes conditionnés

MESOCOSMES



16 unités mésocosmes

Surface écosystème max : 1 m²
Profondeur de sol max : 1 m
Poids échantillon max : 1,5 t
Hauteur végétation max : 1,5 m
Volume de confinement : 4 m³

MACROCOSMES



12 unités macrocosmes

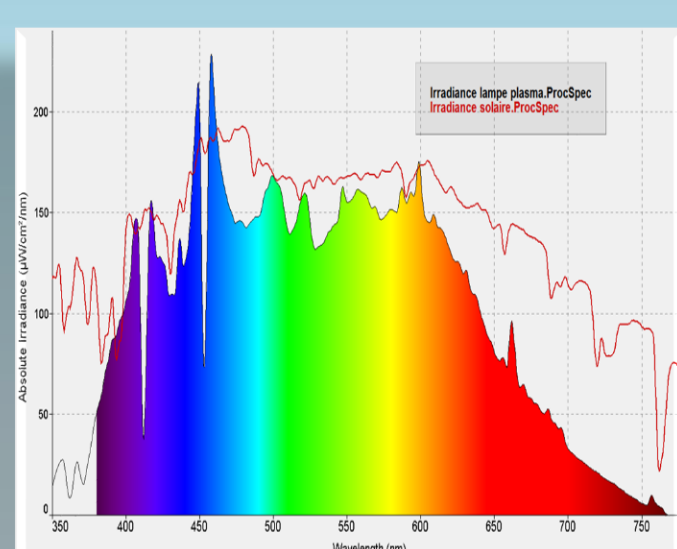
Surface écosystème max : 5 m²
Profondeur de sol max : 2 m
Poids échantillon max : 12 t
Hauteur végétation max : 2 m
Volume de confinement : 35 m³

	MICROCOSMES	MESOCOSMES	MACROCOSMES
Température	Plage d'utilisation : 5 - 50 °C (± 0,5 °C) Sans contraintes saisonnières	Plage d'utilisation : 5 - 50 °C (± 0,5 °C) Avec contraintes saisonnières	Plage d'utilisation : -10 °C à 50 °C (± 0,5 °C) Avec contraintes saisonnières
Humidité relative	Plage d'utilisation : 20 - 90 % (± 3 %) en fonction de la température	Plage d'utilisation : 20 - 90 % (± 3 %) en fonction de la température	Plage d'utilisation : 30 - 85 % (± 5 %) en fonction de la température
Lumière	Lumière artificielle avec 4 lampes plasma par enceinte : PAR max 700 µmol/m ² /s	Lumière naturelle avec une transmission de 90 % du rayonnement visible	Lumière naturelle avec une transmission de 90 % du rayonnement visible ou lumière artificielle avec éclairage plasma : PAR max 500 µmol/m ² /s
Précipitation	Arrosage manuel ou automatique	Arrosage automatique contrôlé par la masse	Arrosage automatique contrôlé par la masse
Température et humidité du sol	Développement possible de dispositifs sur mesure	Humidité du sol : 0 - 100 % (± 2 %) Température du sol : 5 - 30 °C (± 0,5 °C)	Humidité du sol : 0 - 100 % (± 2 %) Température du sol : 15 - 50 °C (± 0,2 °C)
[CO ₂] atmosphérique	10 ppm à 2000 ppm	10 ppm à 2000 ppm	Journée : de 380 ppm à 1000 ppm (± 10 ppm) Nuit : régulation au dessus de 500 ppm
Isotopes	¹³ C par injection de CO ₂ marqué ou autres isotopes à la demande	¹³ C par injection de CO ₂ marqué ou autres isotopes à la demande	¹³ C par injection de CO ₂ marqué ou autres isotopes à la demande

- Trois échelles expérimentales permettent d'aborder des thématiques complémentaires.
- Le nombre d'unités expérimentales, indépendantes, permet de croiser plusieurs traitements avec répétitions.
- Le fonctionnement de chaque plateau expérimental est automatisé et piloté par une supervision spécifique.
- Le parc instrumental, composé de plus de 800 capteurs, assure un contrôle et une régulation d'un grand nombre de facteurs abiotiques (chimiques, climatiques, édaphiques...)

Régulation éclairage artificiel

La technologie **plasma** assure un éclairage dont les **caractéristiques spectrales** sont proches de celles du **rayonnement solaire**.



Comparaison de l'irradiance solaire (courbe rouge) et l'irradiance obtenue avec une lampe plasma dans le visible



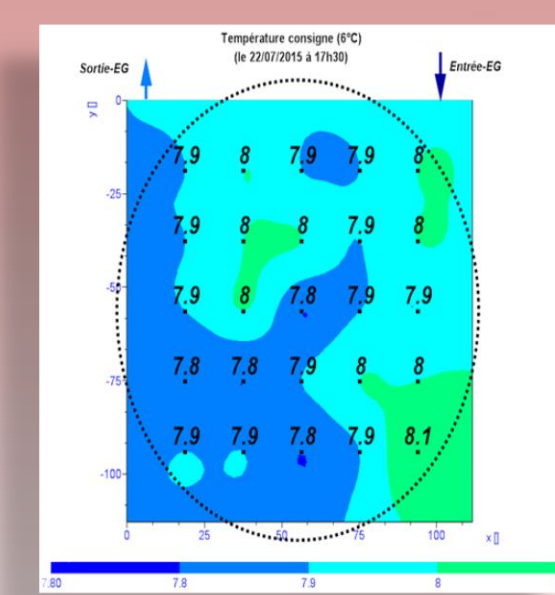
Dispositif d'éclairage Microcosmes (4 lampes plasma)

L'intensité de l'éclairage peut être **régulée** pour simuler un **cycle journalier** du rayonnement lumineux.

Régulation thermique du sol



Table thermo-régulée



Cartographie d'homogénéité thermique de la table (test à vide)

La **température** de la table thermo-régulée sur laquelle repose le lysimètre de sol Mésocosmes peut être **régulée** de **5 à 30 °C**. L'**homogénéité** thermique de cette table est de **0,5 °C**.

Régulation de la concentration CO₂ et du marquage isotopique

La concentration en CO₂ peut être **régulée** dans les enceintes climatiques. Les plateaux Mésocosmes et Microcosmes sont alimentés en **air décarbonaté** (<5ppm CO₂). On peut donc recréer des **atmosphères préindustrielles** ou fortement **enrichies**. Du CO₂ marqué au carbone 13 peut être injecté de manière automatisée et **régulée** pour réaliser un **marquage isotopique**.



Air sans CO₂



CO₂ pur avec ¹³C spécifique

Air ambiant

Mésocosmes Microcosmes

Régulation CO₂ de 10 à 2000 ppm

Marquage isotopique

Macrocosmes

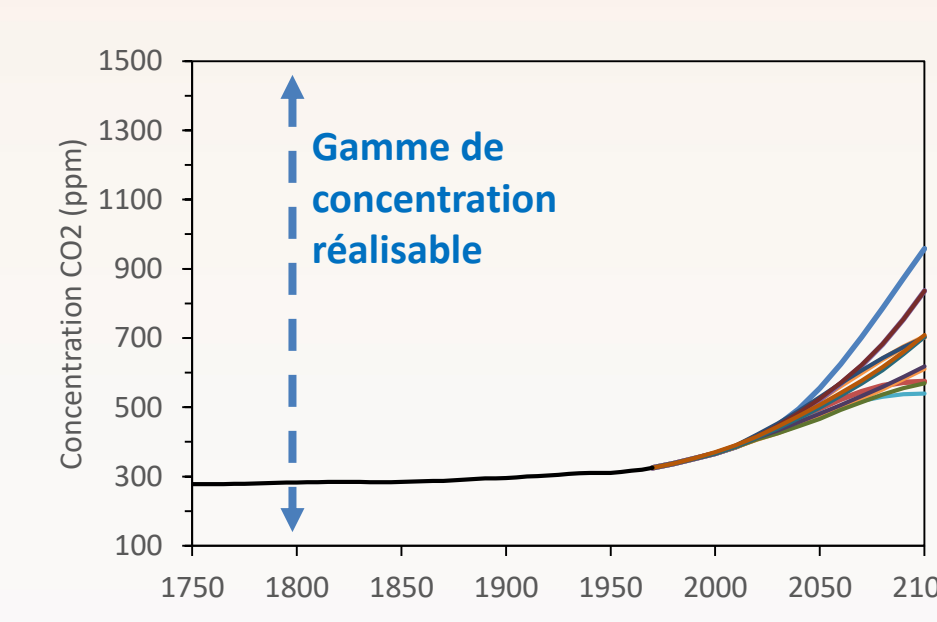
Régulation CO₂ de 380 à 2000 ppm

Marquage isotopique

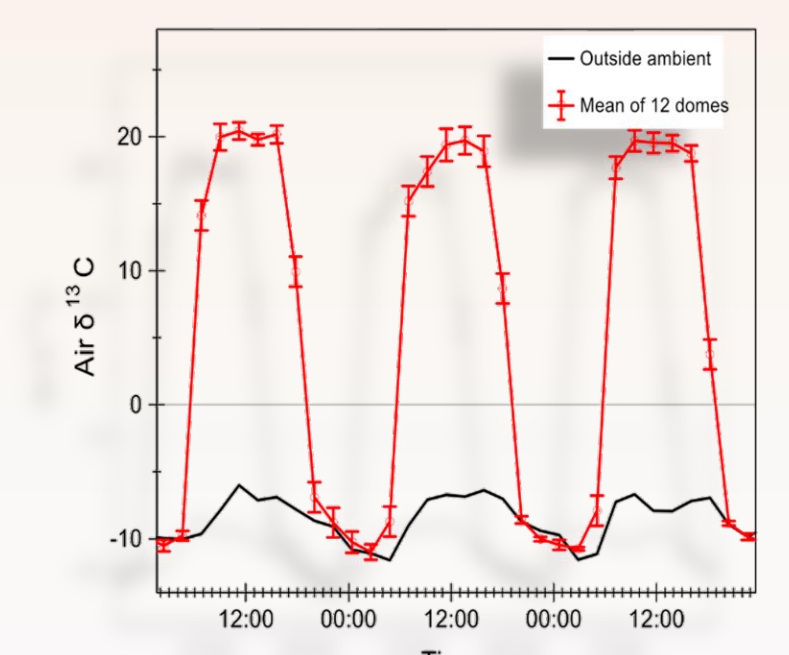


¹³CO₂ ou autres isotopes à la demande

Estimation de la concentration CO₂ atmosphérique globale passée et modélisée (source IPCC, plusieurs scénarios), et visualisation des concentrations réalisables sur les Mésocosmes et Microcosmes.



Régulation du ¹³C du CO₂ dans les Macrocosmes par injection de ¹³CO₂ pendant la journée (la régulation n'est pas utile en période nocturne)



Régulation thermique et hygrométrique de l'air

DIAGRAMME PSYCHROMETRIQUE

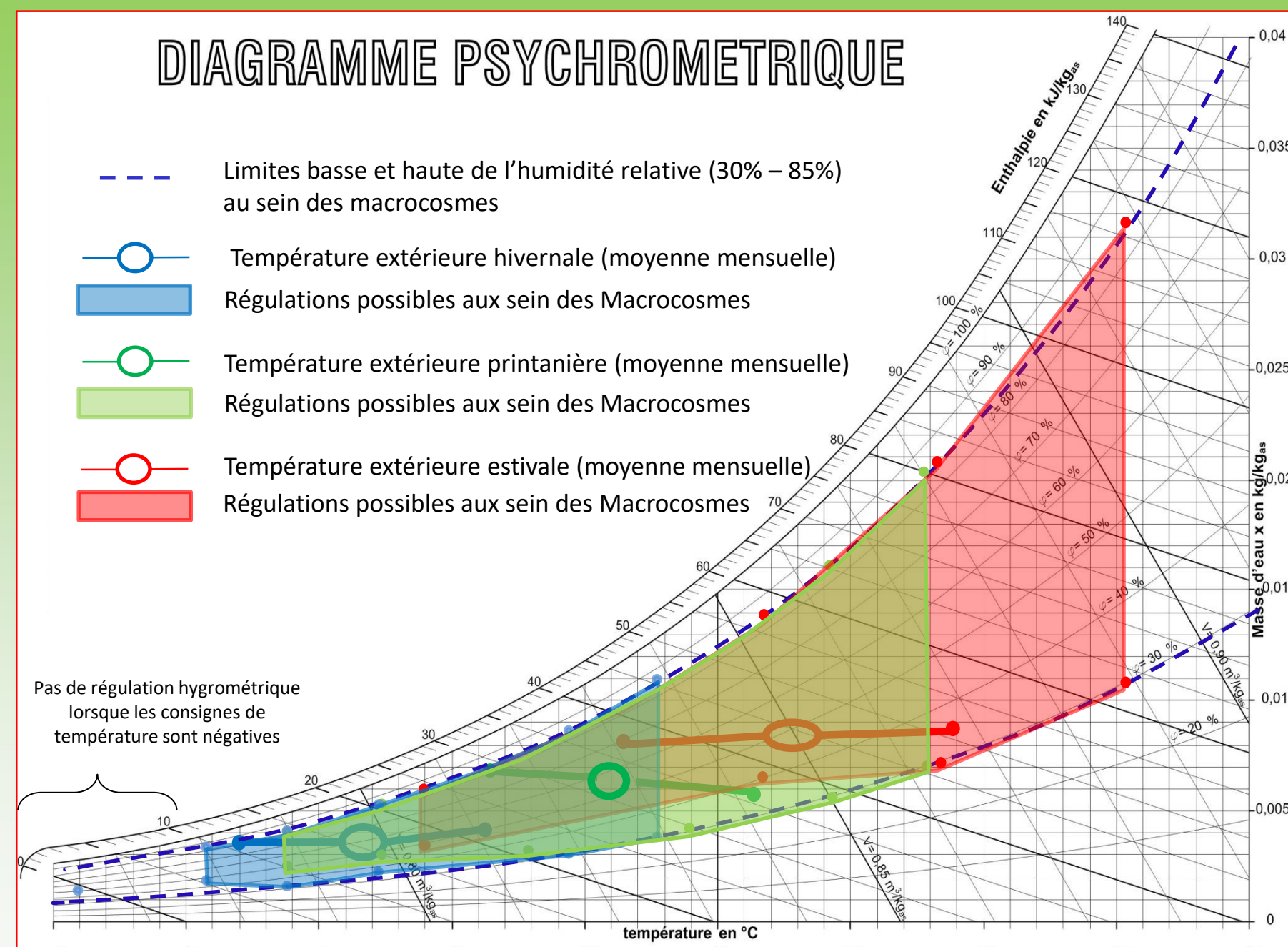


Diagramme psychrométrique sur lequel est indiqué, en fonction des saisons, les plages de fonctionnement du dispositif de conditionnement climatique Macrocosmes

Le système de conditionnement climatique de chacune des unités Macrocosmes permet de simuler le **climat** présent sous l'ensemble des **latitudes européennes**. Ce conditionnement est fonction du climat montpellierain, compris dans la gamme ± 10 °C par rapport à la **température extérieure**.

Chaque unité est équipée d'une Centrale de Traitement d'Air. Ces CTA disposent de **deux types d'échangeurs** :

- A eau chaude et à eau froide glycolée pour la régulation de température
- A détente directe proportionnelle pour assurer les conditions de gel et pour la régulation de la déshumidification.

L'**humidification** de l'air est réalisée par un système de brumisation **ultrason** couplé à un dispositif de brumisation à **haute pression**, permettant une régulation précise et réactive (régulation en humidité relative, spécifique ou VPD).

