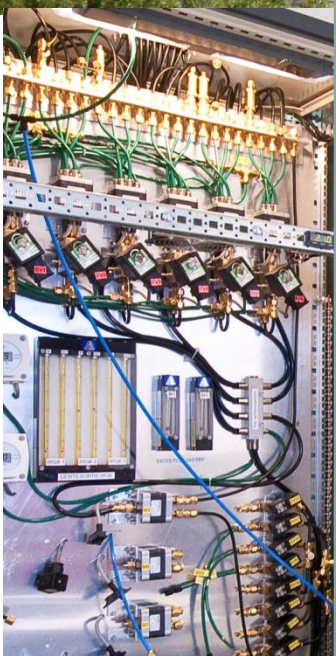




Les Ecotrons

des équipements innovants dans une recherche expérimentale sur les écosystèmes en plein développement

Jacques Roy, CNRS Montpellier



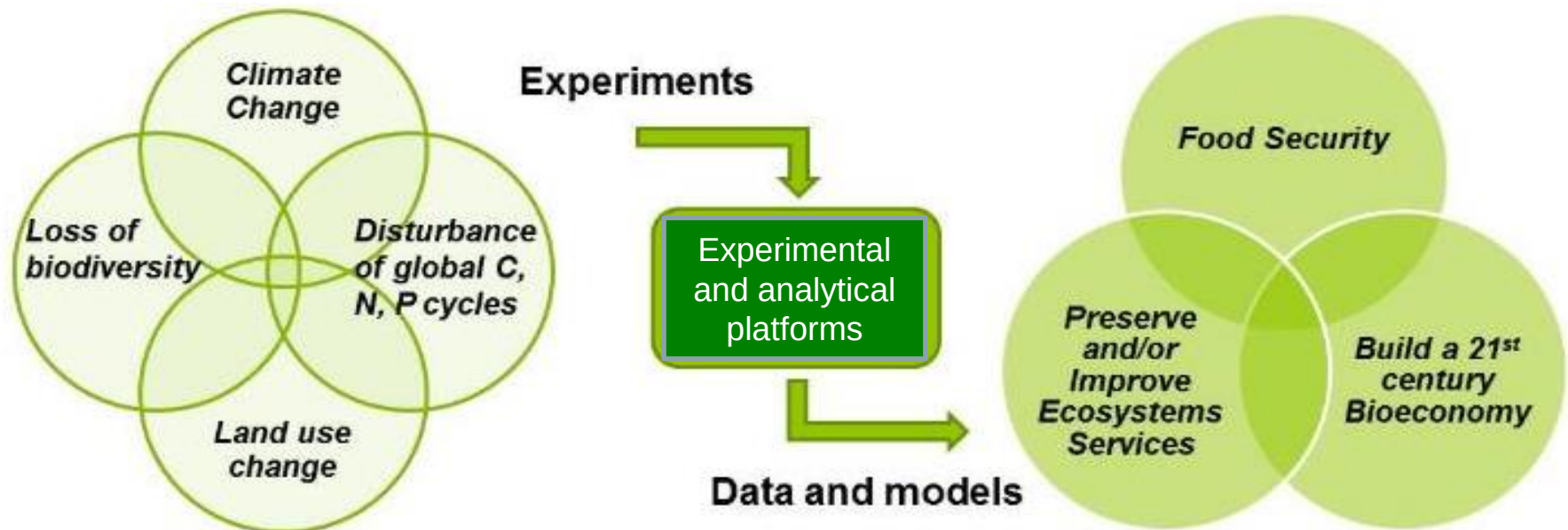
Les enjeux environnementaux

Ils génèrent de forts besoins de recherche où l'expérimentation a un grand rôle à jouer

Changements globaux

Prédictions / tests
services écosystémiques

Solutions : Atténuation
Adaptation



Les défis expérimentaux

Du local (performance de dispositifs expérimentaux individuels)
au global (organisation des communautés scientifiques)

Plateforme locale: Simulation environnementale + Mesures des processus

Réseaux de sites expérimentaux: gradients de climat, d'intensification usage des terres

Mise en commun de compétences scientifiques (consortium internationaux)

Infrastructures supra-nationales pour organiser la recherche

en amont : lobbying, rédaction de projet, standardisation mesures ...

en aval : standardisation métadonnées et données, synthèses, sensibilisation

Les défis expérimentaux

Enjeux sociétaux critiques

Projets de recherche plus ambitieux

Projets de recherche plus coûteux

Infrastructures partagées

Consortium internationaux

→ **Organisation internationale de l'expérimentation**

→ Projet ESFRI AnaEE (Analysis and Experimentation on Ecosystems)

avec composante française AnaEE-France

AnaEE offre:



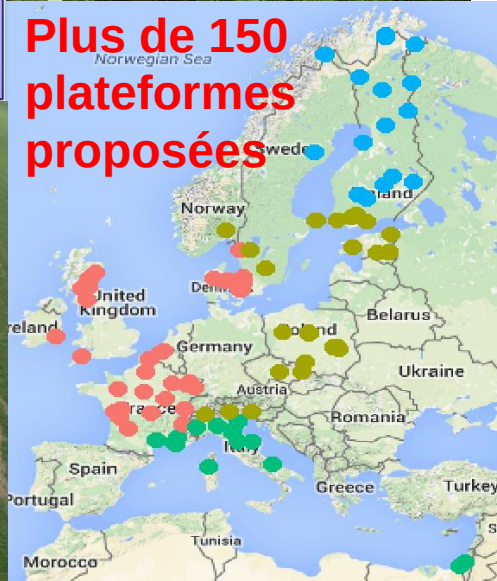
1) l'accès pour les chercheurs des secteurs public et privé à une large gamme de **plateformes expérimentales nationales**:

Plateformes sur écosystèmes in situ

couvrant différentes utilisations du territoire et zones climatiques



Plus de 150 plateformes proposées



Plateformes sur écosystèmes confinés

pour un contrôle environnemental et des mesures de processus plus importants



AnaEE offre:



2) l'accès pour les chercheurs des secteurs public et privé à une large gamme de plateformes support:

Plateformes analytiques

Des analyses biologiques, physiques, chimiques et isotopiques pour une meilleure compréhension des processus

Analyseurs de paille

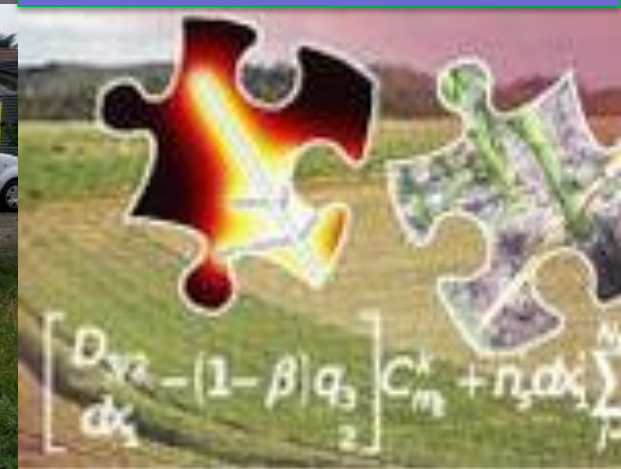


Plateformes de modélisation

Des modèles et des outils de construction de modèles pour améliorer dispositifs expérimentaux, analyse des données et prédictions



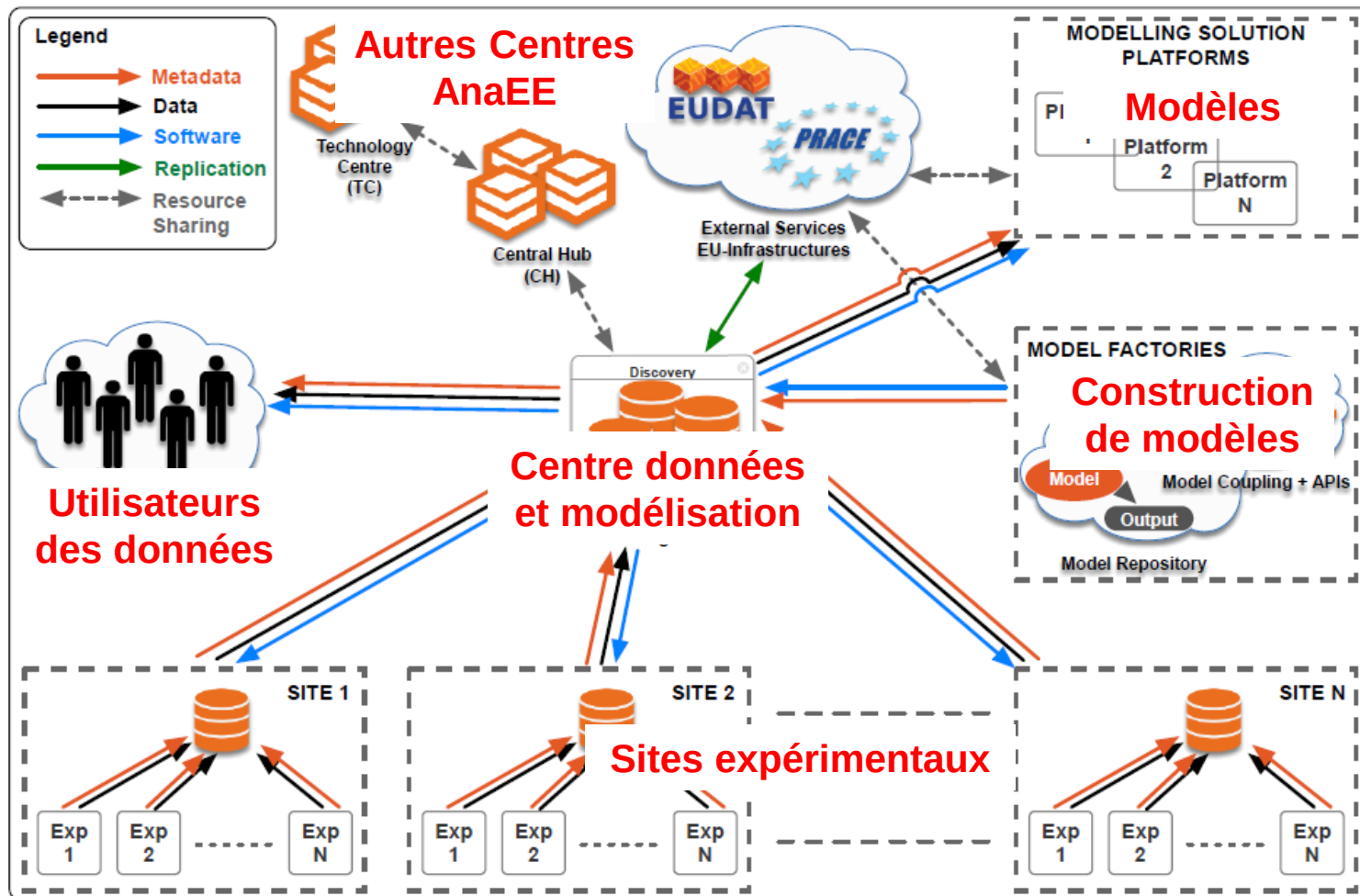
Equipe et analyseurs portables



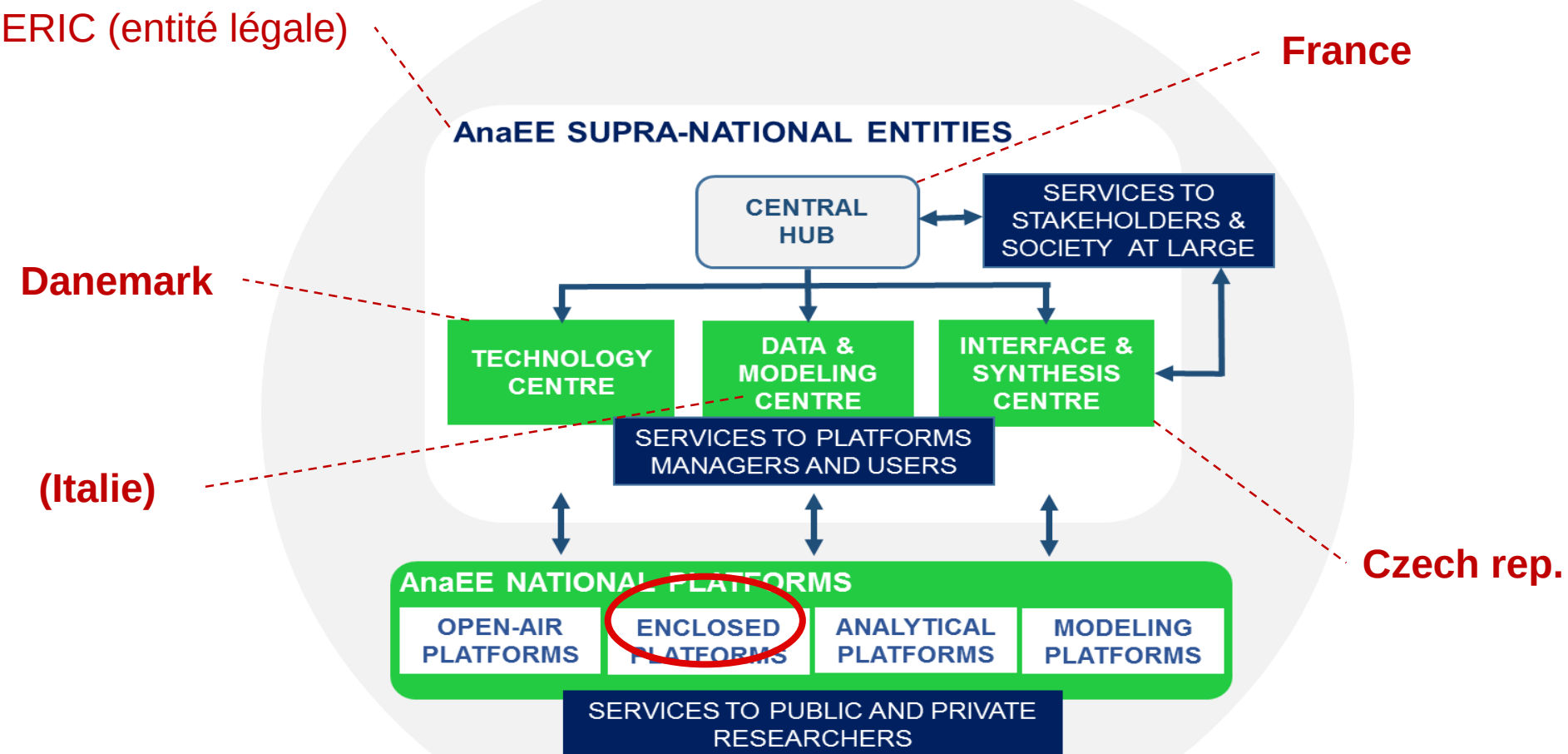
AnaEE offre:



3) libre accès aux données pour les chercheurs, entreprises, décideurs politiques et médias



Des plateformes nationales et des entités supra-nationales



Les infrastructures à environnement contrôlé

Des phytotrons au biotrons: une déjà longue histoire



Phytotron

Pasadena 1949

Hokkaido ...
1956

Gif/Yvette ...
1958

Canberra ...
1962

Martonvasar ...
1972



Biotron

Canada
2008

Biotron

New Zealand
2010



Phytotron

Pasadena 1949

Temperature air (2 to 30 °C)

Lumière

Humidité relative (40 to 90 %)

C¹⁴ , smog

Temperature air (-10 to 40°C)

Temperature sol (8 to 20°C)

Lumière (0 to 1100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Humidité relative (35 to 95%)

CO₂ (400 to 2000ppm)



Biotron

New Zealand 2010

Progrès en électronique,
informatique, lampes



Amélioration capacités et de la fiabilité
Diminution des coûts

Les infrastructures à environnement contrôlé

Biologie: infrastructure à environnement contrôlé



Phytotron
Pasadena 1949

Hokkaido ...
1956

Gif/Yvette ...
1958

Canberra ...
1962

Martonvasar ...
1972

Biotron
Canada 2008



Biotron
New Zealand 2010

Physique: accélérateurs de particules



1936 : Berkeley 37 inch cyclotron



1954: Berkeley bevatron



2008 Paris Soleil synchrotron

Biologie: la révolution moléculaire

Génétique et physiologie moléculaires: longtemps infra-organisme et peu reliées à l'environnement

→ rôle minimal des infrastructures à environnement contrôlé

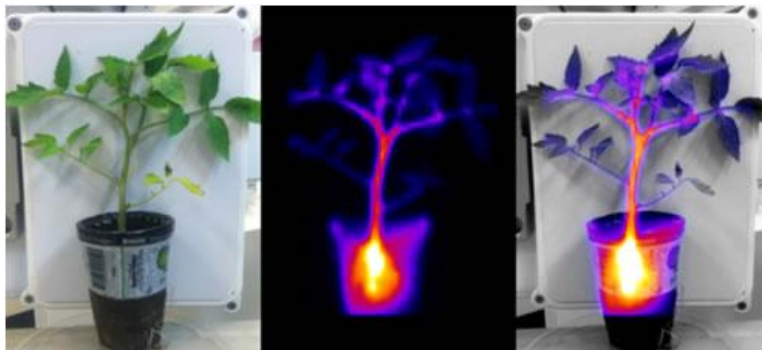
Un renouveau de ces infrastructures

Le besoin de mesurer les processus sur des systèmes entiers et dans leurs environnements

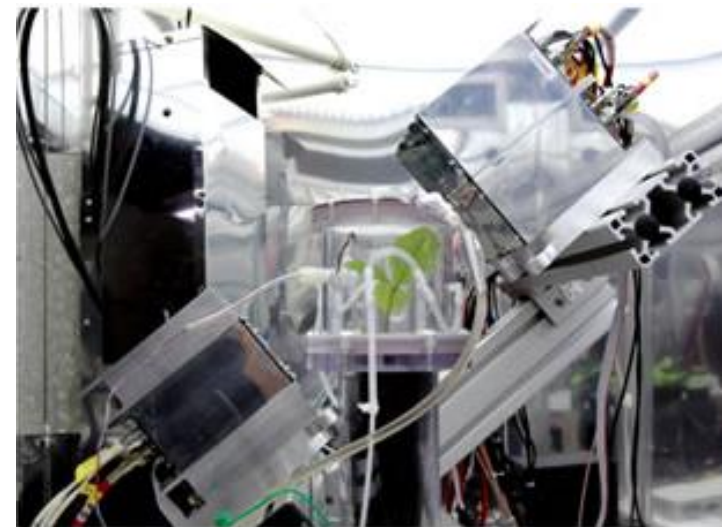
1) Physiologie de la plante entière

→ de nouveaux instruments associés aux infrastructures de conditionnement

Ex: Traçage du transport de métabolites par émission de positrons (après marquage des feuilles au ^{11}C)



Duke University Phytotron



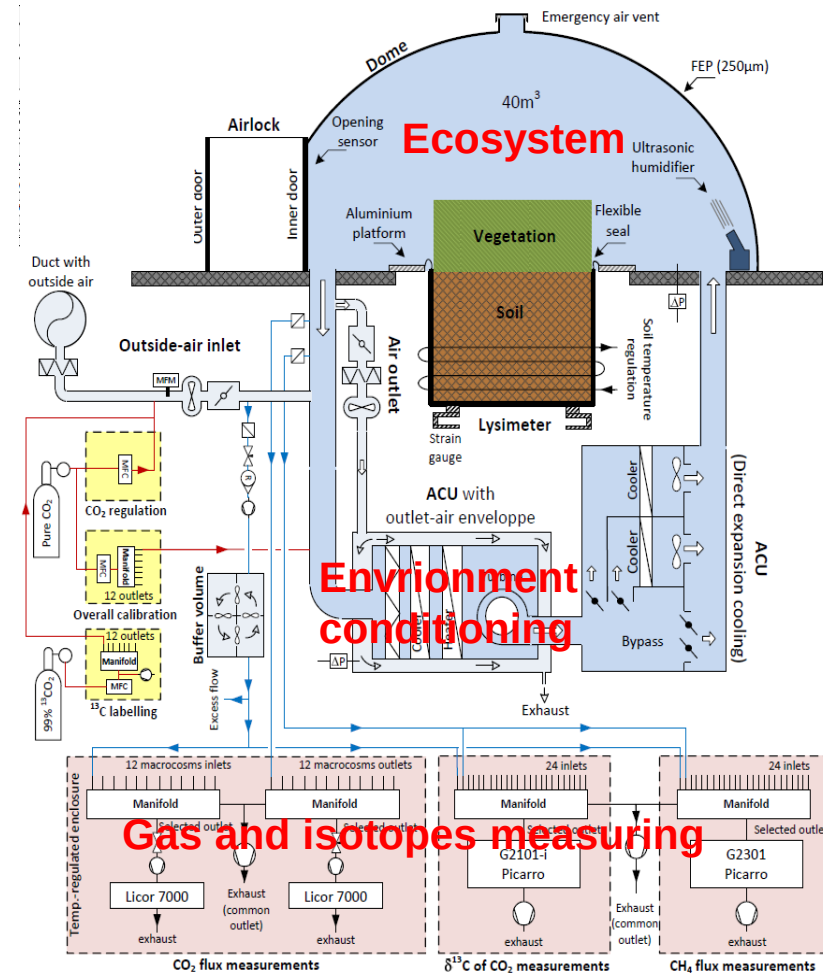
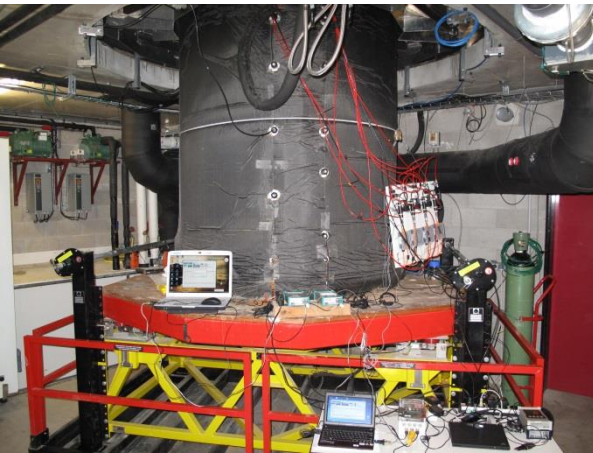
Positron emission tomography (PhytoPET)

Un renouvellement de ces infrastructures

Le besoin de mesurer les processus sur des systèmes entiers et dans leurs environnements

1) Physiologie de l'écosystème

→ les unités de conditionnement sont simultanément l'instrument de mesure



La spécificité des Ecotrons

Le conditionnement environnemental
et la mesure de processus sont liés

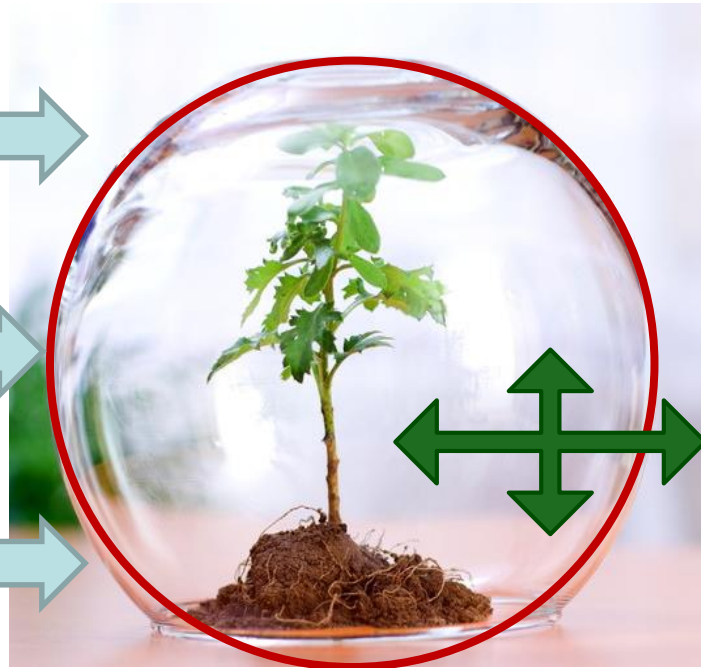
Ex: CO₂, suivi ETP

Confinement
individuel de
chaque entité
étudiée

confinement

Conditionnement
environnemental

- réaliste
- large gamme
- flexible



Mesure des
processus

- en ligne
- automatisés
- innovants

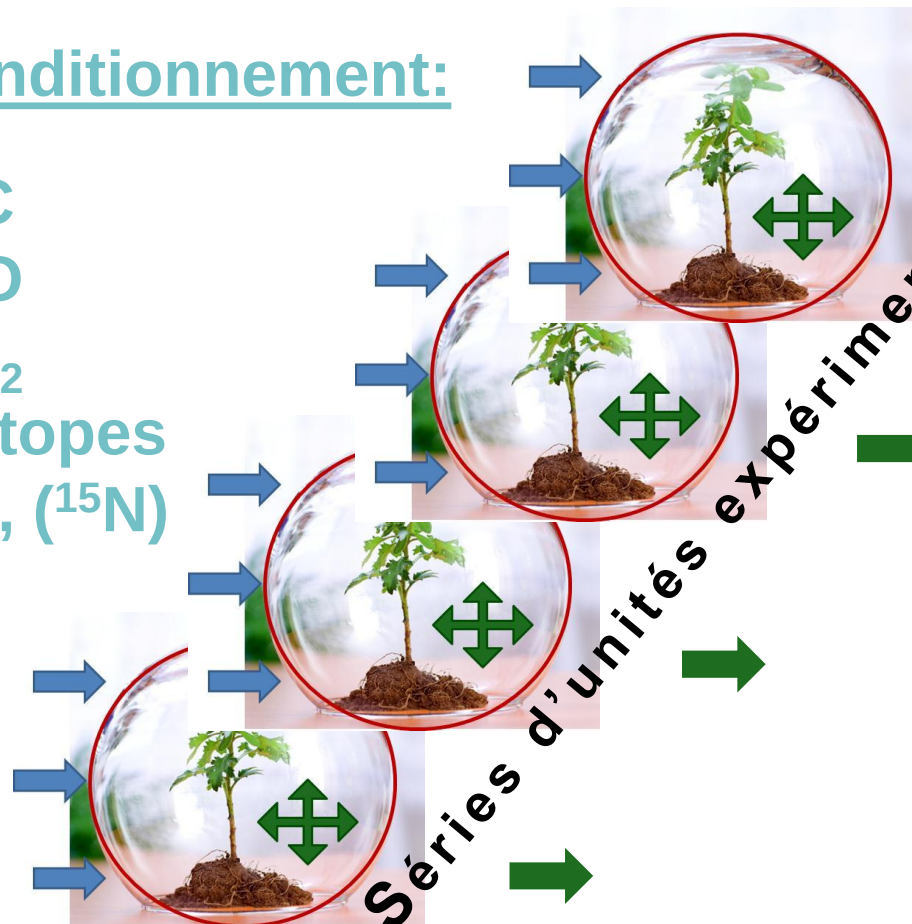
Ecotrons specificities

Plusieurs unités indépendantes, au moins 12 (2 facteurs x 2 niveaux x 3 reps)

Des capacités importantes de conditionnement et de mesures

Conditionnement:

T°C
H₂O
CO₂
Isotopes
¹³C, (¹⁵N)



Processus mesurés:

Evapotranspiration
CO₂ net exchange
Soil respiration
N₂O, CH₄ emissions
VOC
¹³C/¹²C, ¹⁸O/¹⁷O/¹⁶O, ²H

Plusieurs générations d'Ecotrons



Ecotron 1992
Silwood Park



EcoCells 1996
Reno



Physiological Ecotron 2003 Munich



Ecotron Montpellier
2010-2017



Ecotron IdF 2012- 2017 St Pierre les Nemours



Ecotron 2017
Hasselt

iDiv Ecotron
2017 Halle





Thématiques scientifiques potentielles

Physiologie de la plante: conductance mésophyllienne CO_2 et hydraulique de la feuille

Interactions entre organismes: modifications agressivité des ravageurs par le climat

Physiologie de l'écosystème: rôle du rythme circadien dans le contrôle des flux

Physiologie des agro-écosystèmes: services écosystémiques et production alimentaire

Impacts des changement climatiques: simulation d'environnements sans analogues actuels (futur, passé)

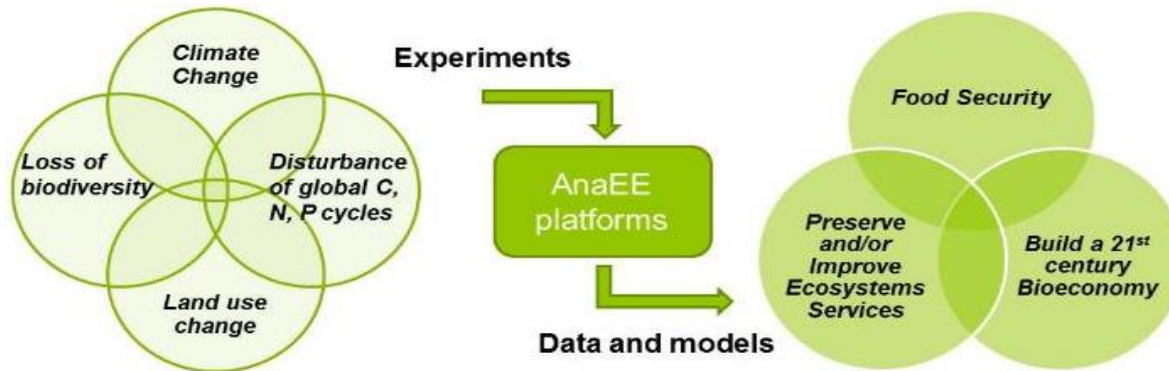
Climatologie: test d'une méthode de reconstitution de l'humidité relative des derniers milliers d'années

Test/amélioration modèles: modèles théoriques, mécanistes, assimilation des données

Biologie des systèmes: contribution à son développement

Grande complémentarité avec expérimentation in situ

Exposés de recherches en Ecotrons



Exposé 1 : Les mécanismes physiologiques sous-tendant l'impact de la diversité végétale sur la productivité de l'écosystème. Dr. **Alex Milcu, CNRS Montpellier**

Exposé 2 : Impact des futurs événements climatiques extrêmes sur les flux de carbone et d'eau d'un écosystème prairial, interaction avec l'augmentation du CO₂ atmosphérique. Dr. **Catherine Picon-Cochard, INRA Clermont-Ferrand**

Exposé 3 : Impacts de l'élévation du CO₂ atmosphérique sur les transferts de matière organique entre un écosystème prairial et les milieux aquatiques. Dr. **Gérard Lacroix CNRS ENS Paris**

Conclusion: la complémentarité entre expérimentations au champ et en Ecotron et perspectives d'évolution des Ecotrons. Prof. Dr. **Hans Schnyder, Technischen Universität, München**