



## Green 4 indoor – Wallonia

# G4i-W

Présentation AG SPHERES 18/12/2023

C. Falzone, P. Abrahams, E. Davin, H. Jupsin, A-C Romain



## Plan

- ▶ Partenariat et Objectifs
- ▶ Chambre de tests et murs verts (MV)
- ▶ Méthodologie de tests
- ▶ Contraintes rencontrées
- ▶ Résultats, discussions et conclusions
- ▶ Délivrables
- ▶ Perspectives
- ▶ Conclusions

# Partenariat et Objectifs du projet



## Equipes universitaires



Étude de l'impact de la végétalisation d'un mur intérieur sur les échanges thermiques à travers la paroi, les **consommations énergétiques** et le **confort**, en conditions contrôlées



Étude de l'impact d'un mur végétal sur la **qualité de l'air intérieur** (COV, formaldéhyde, moisissures et particules PM<sub>2.5</sub>)



Étude sur la **réutilisation des eaux grises** (eaux domestiques hors eaux en provenance des toilettes) pour l'irrigation des structures végétalisées en milieu intérieur



Analyse spatio-temporelle de la diffusion des murs végétaux

## Sociétés



# Laboratoire Jacques Geelen et profil des murs verts (photos)



Laboratoire J.Geelen



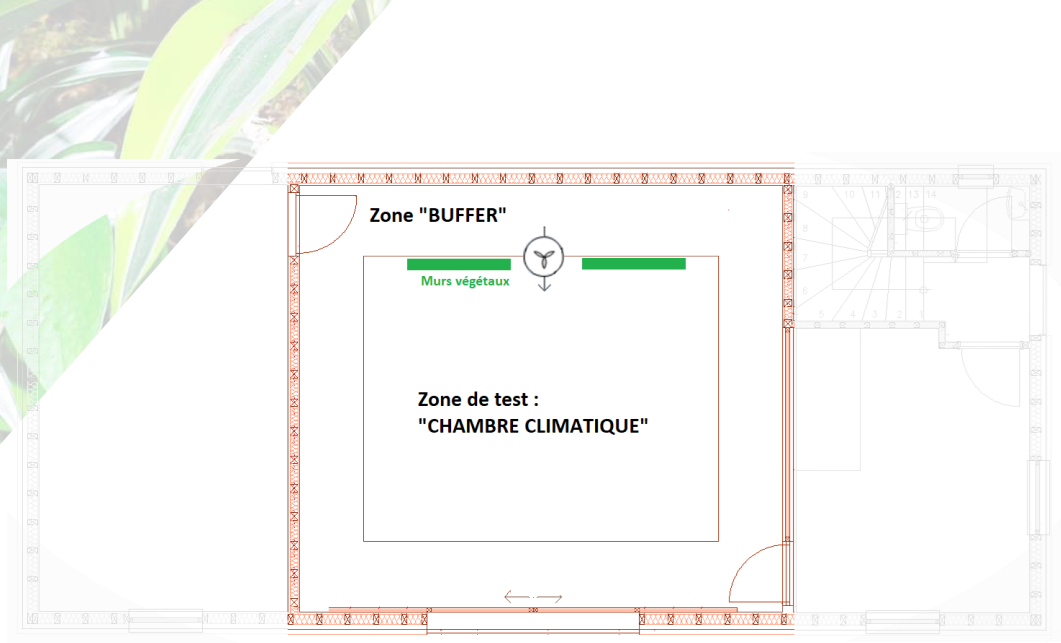
## Composition (10 espèces différentes) :

- ① *Aglaonema commutatum* 'silver bay'
- ② *Epipremnum aureum*
- ③ *Nephrolepis exaltata* 'Bostoniensis'
- ④ *Dracaena fragrans*
- ⑤ *Chamaedorea elegans*
- ⑥ *Spathiphyllum wallisii* 'sensation'
- ⑦ *Chlorophytum comosum* 'Ocean'
- ⑧ *Hedera helix* 'Pittsburgh'
- ⑨ *Begonia rex* 'Alaska creek'
- ⑩ *Tradescantia zebrina*

# Laboratoire Jacques Geelen et profil des murs verts (schémas)

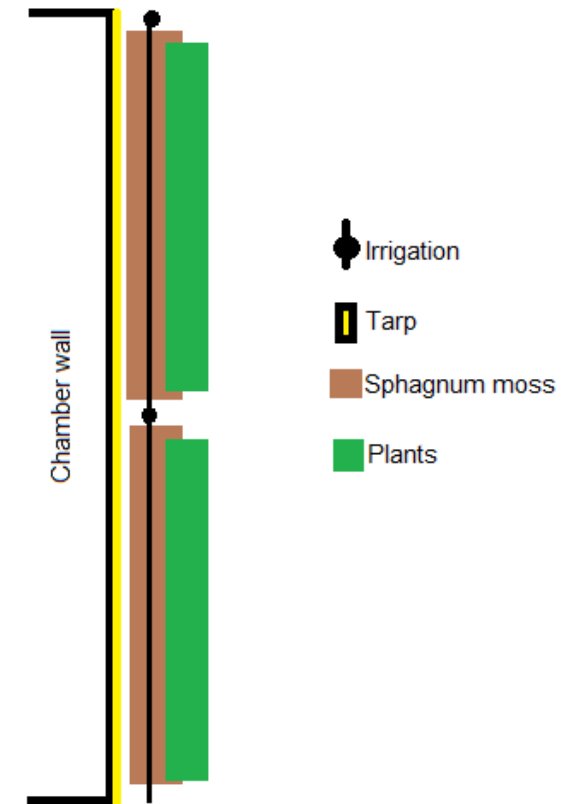


2 murs verts de 140 cm x 210 cm



Volume : 57 m<sup>3</sup>  
Superficie : 20 m<sup>2</sup>

Vue schématique de la zone de test

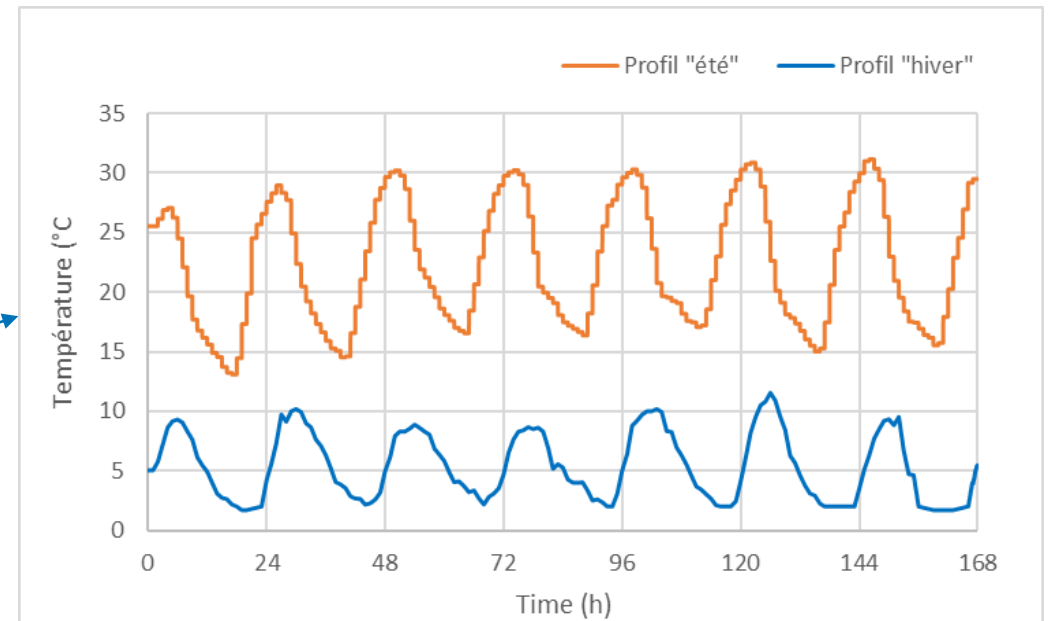
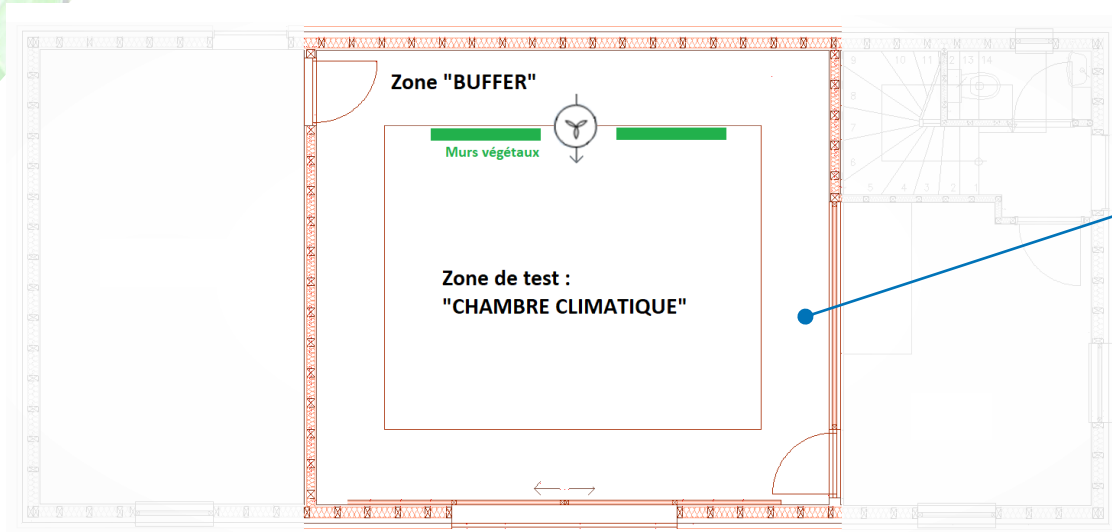


Vue de profil du montage des MV



## 2 Séquences\* météo mesurées par la station du campus :

- Mode "hiver" : 1 semaine en février 2015
- Mode "été" : août 2022
  - 3<sup>ème</sup> période de canicule 2022





### 3 Scénarios :

Mode Été avec climatisation

*Plafond froid consigne 24°C*

Mode Été sans climatisation

*Température flottante*

Mode Hiver avec chauffage

*Consigne 21°C*

# Expériences



## Énergie et confort (BEMS)

- Impact des MV sur les **consommations énergétiques** : mesures des puissances chaud/froid selon scénarios, mesure des débits de ventilation
- Impact des MV sur le **confort thermique** : mesures des températures intérieures et de l'humidité relative, questionnaire d'évaluation du confort par les occupants (Mémoire N. Simonis)
- Mesure du flux de chaleur à travers la paroi : via fluxmètres, avec / sans MV

## Qualité de l'Air Intérieur (SAM)

- Suivi des **émissions de moisissures** émises par le MV dues aux conditions environnementales intérieures : prélèvements sur boîtes de pétri (Mémoire K.D. Tetekpor)
- Impact des MV sur les **concentrations en composés organiques volatils** : suivi du profil et des concentrations en COV avec et sans MV (Mémoire E.F. Gonçalves Prazelos)
- Impact des MV sur les **concentrations en formaldéhyde** : suivi des concentrations en formaldéhyde avec et sans MV (Mémoires K.D. Tetekpor & A. Delperdange)
- Développement d'une méthodologie pour l'étude du potentiel de **dépôt sec (PM<sub>2,5</sub>)** sur MV

## Gestion des eaux grises (EED)

- Suivi des **besoins en eaux** des murs
- Mise au point d'une méthode de **dosage des formaldéhydes** par HPLC (TFE A. Delperdange)
- Mise au point d'une méthode de détermination du **dépôt des particules fines**
- Etude des possibilités de **réutilisation des eaux grises** pour l'arrosage des murs (en cours)



# Contraintes



## Exigences expérimentales individuelles des équipes

- Parois couvertes de feuilles d'aluminium sur l'ensemble de la chambre pour les expériences en lien avec la qualité de l'air (limite les échanges) >< influence sur la mesure de la température radiante pour le calcul du confort thermique

## Synchronisation des équipes de recherches

- Dates limites pour le dépôt des mémoires
- Lancement des tests en fonction des disponibilités et des contraintes de calendrier (week-end, jours fériés, vacances scolaires et problème d'accès aux laboratoires)

## Perturbations inter-équipes

- Présence physique nécessaire dans la zone de test lors des prélèvements des échantillons d'air (impact sur les gains internes dans la chambre)

## Autres

- Mise en commun du matériel et des mesures pouvant impacter plusieurs équipes en cas de dysfonctionnement (ex. micro-coupure d'électricité,...)
- Influence de l'arrosage sur l'humidité relative (confort thermique, moisissure,...)



## BEMS - Energie

		Effets positifs	Effets négatifs
Eté	Hiver	Humidité relative dans la zone de confort ●	Consommation d'énergie + importante pour maintenir 21 °C ●
	Avec*	Consommation d'énergie plus faible pour maintenir 24 °C ●	Humidité relative au-dessus de la zone de confort ●
	Sans *	Diminution de la température dans la zone (+ confortable) ●	Humidité relative au-dessus de la zone de confort ●

## SAM – Qualité de l'air

COV	La présence de MV diminue la concentration en COV <sub>t</sub> et modifie les profils
Formaldéhyde	La présence de MV diminue nettement la concentration en formaldéhyde surtout en mode hiver ( $\pm 10x$ moins en hivers et $\pm 2x$ moins en été)
Moisissures	Développement de moisissures assez important (parfois > 500 CFU) ; arrosage peut être la cause
Particules	Méthodologie fonctionnelle. L'espèce <i>Dracaena fragrans</i> montre une plus grande capacité de rétention des particules ( $\pm 2.5x$ plus que la référence)

## EED - Eaux

Arrosage	Rationalisation des quantités utilisées, de la fréquence et de la mise en place d'une méthode optimisée
Formaldéhyde	Méthode HPLC validée suivant ISO 90210
Particules fines	Méthode mise au point et testée avec succès
Réutilisation eaux grises	Protocole défini, mesures en cours

\* Climatisation



## Projets de publications

(Provisoire / en préparation) : **“Preliminary study of the development of a methodology using dry deposition to study the removal of PM<sub>2.5</sub> from ambient air by green walls”** C. Falzone<sup>a</sup>, H. Jupsin<sup>a</sup>, AC. Romain<sup>a</sup>

(Provisoire / en préparation pour : Sustainable Cities and Society) : **“Experimental study in a controlled climate chamber - Study of the impact of green walls on the indoor environment, Multidisciplinary approach”** C. Falzone<sup>a</sup>, P. Abrahams<sup>a</sup>, H. Jupsin<sup>a</sup>, E. Davin<sup>a</sup>, P. André<sup>a</sup>, AC. Romain<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Research Unit SPHERE, Department of Environmental Sciences and Management, University of Liège, 4000 Liège, Belgium

BEMS : étude du ratio MV/surface plancher chauffé ou MV/volume du local.

## Mémoires et TFE défendus en 2023

### Haute Ecole Robert Schuman

Delperdange, A (2023). **Green for Indoor Wallonia** (Bachelor thesis), Haute Ecole Robert Schuman, Arlon, Belgique

### Université de Liège

Gonçalves Prazelos, E. F. (2023). *Assessment of the effect of passive green walls on volatile organic compounds in an office sized chamber.* <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/18557>

Simonis, N. (2023). *Utilisation d'un modèle calibré de simulation TRNSYS pour analyser les effets d'un mur végétal intérieur sur le confort thermique d'un bureau dans le contexte du changement climatique* . <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/18133>

Tetekpor, K. D. (2023). *Influence of green walls on indoor air quality. A comparative analysis based on chosen parameters - Formaldehyde, Particulate Matters, and moulds.* <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/18596>

# Perspectives



## Recherche



Impact de la variation du débit de ventilation (en coop. SAM, pour analyse des moisissures)



Analyse de l'impact d'un seul module de MV sur l'ambiance intérieure



Élaboration d'un ratio surface de MV/surface au sol ou MV/Volume du local.



Développement d'un modèle TRNSYS du MV pour la Simulation Thermique Dynamique



Réutilisation des eaux grises - Impact sur les murs et sur la gestion en eau dans les bâtiments

## Stages et Mémoires



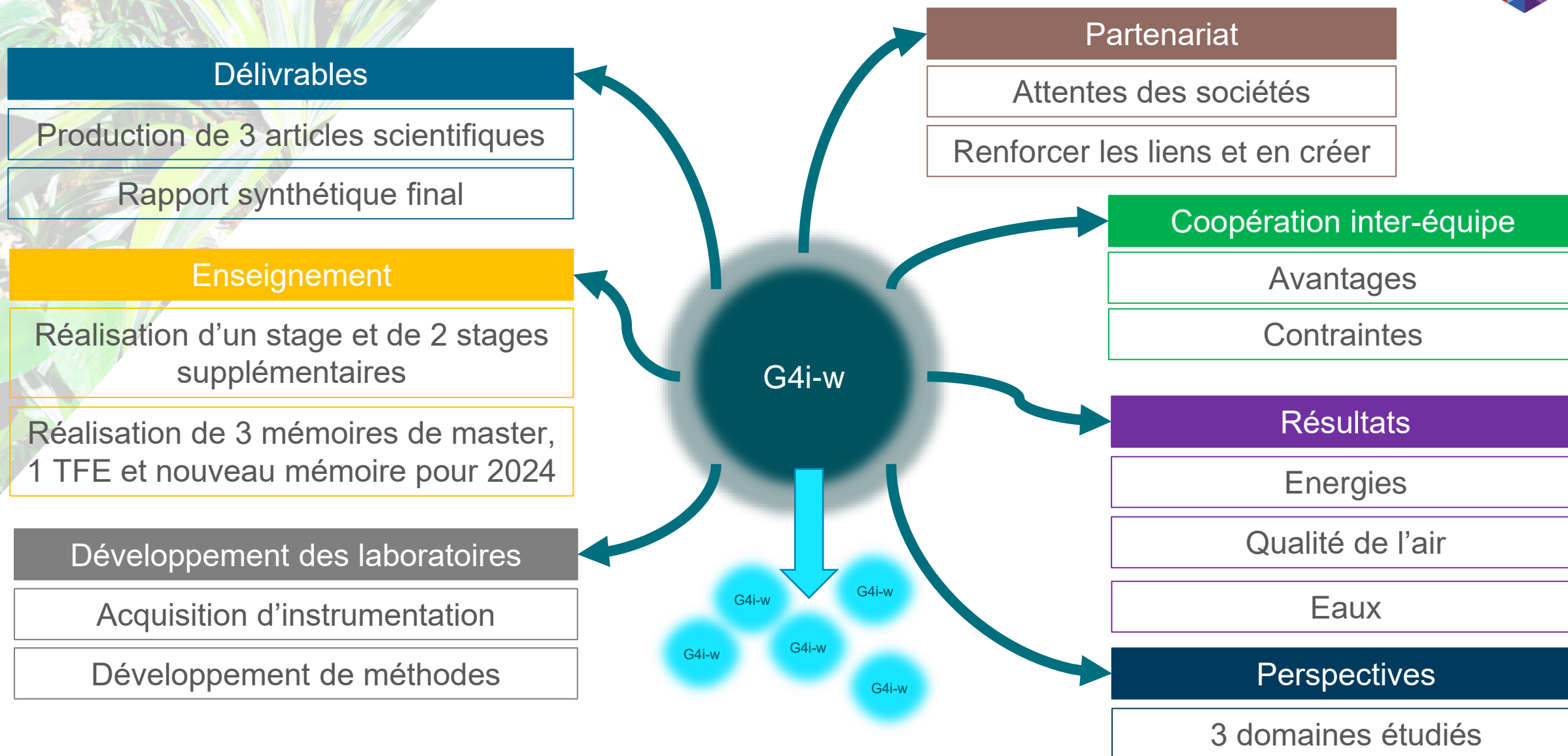
Etudiant 2<sup>ème</sup> Bachelier Agronomie (Ciney) stage de 13 semaines



Etudiant 2<sup>ème</sup> Master MSGE-GIRE, stage + Mémoire



## Conclusion – G4i-W nous a permis de ....





**Merci de votre attention**