



Nicolas Marron, Erwin Dallé, Chloé Goudard, Séverine Piutti, Pierrick Priault,
Dempsey Princet, Bastien Vaze

Séminaire FR-eau-MAGE
11 juin 2025 – Domaine de Pixérécourt

Contexte

Agroforesterie

L'agroforesterie intra-parcellaire se développe lentement

73 parcelles répertoriées (peu)

Besoin d'indicateurs des services rendus par l'arbre en milieu agricole

Effets plus ou moins connus sur stockage de C, lixiviation de NO_3^- , flux de GES, biodiversité et... **microclimat (température et humidité) !**

Changement climatique

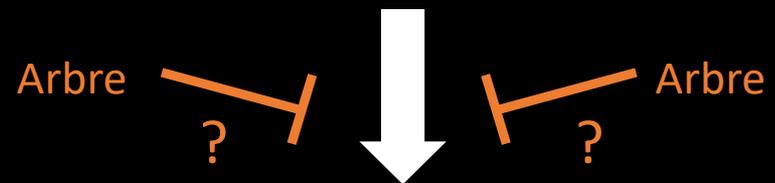
Dans le Grand-Est, deux constats :

Augmentation moyenne de $0,3^\circ\text{C}$ / décennie depuis 50 ans

Augmentation continue du déficit hydrique (ETP / précipitations)

Stress thermique
(chaud le jour
ET/OU froid la nuit)

Stress hydrique édaphique et atmosphérique



Réduction des rendements de cultures

Augmentation de la conso hydrique

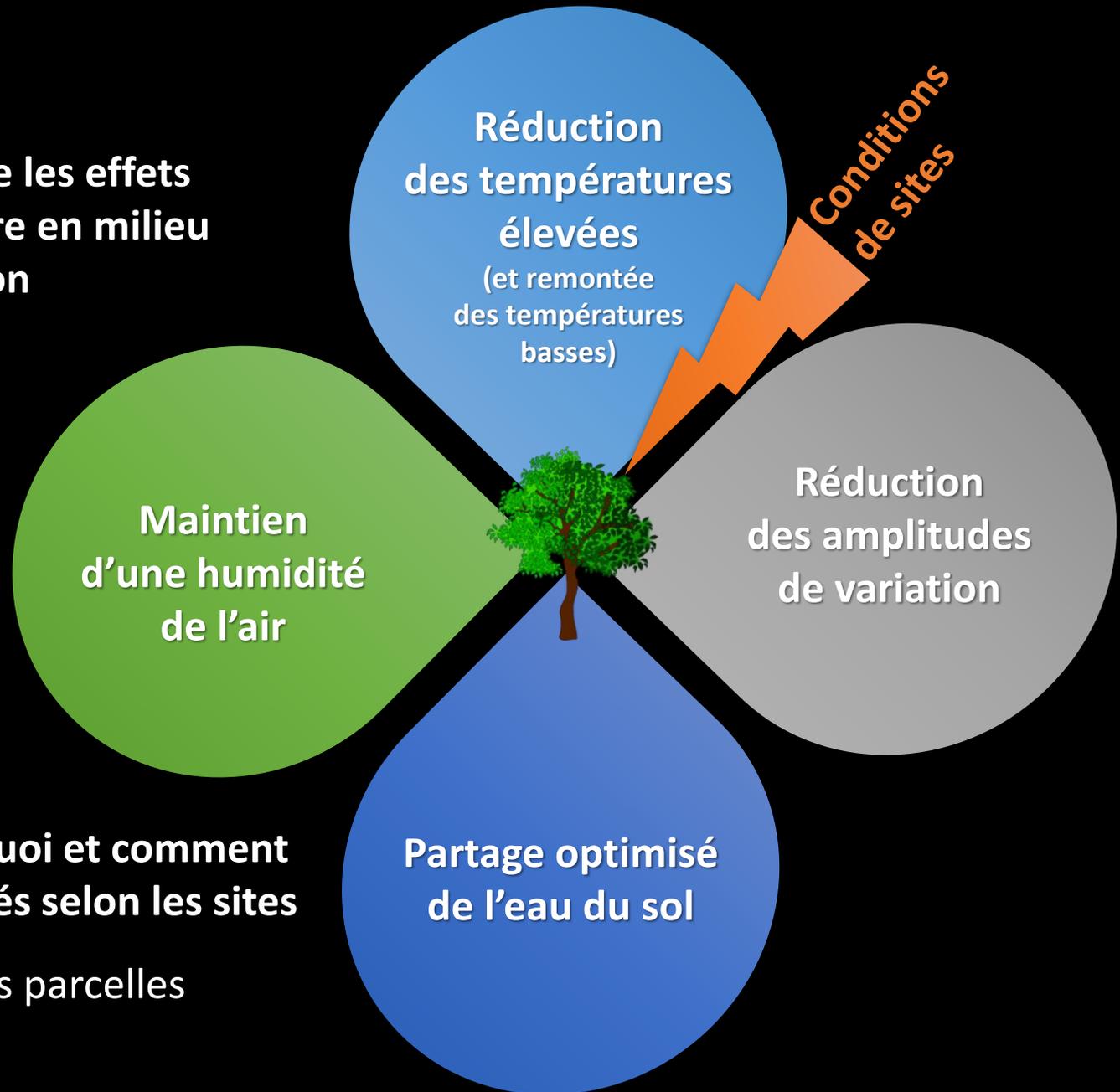
Objectifs

1. Mettre en évidence les effets (bénéfiques) de l'arbre en milieu agricole dans la Région

➔ Instrumentation des parcelles et suivi du microclimat

2. Comprendre pourquoi et comment ces effets sont modulés selon les sites

➔ Caractérisation des parcelles



- Surface : 15 ha
- Densité : 37 arbres/ha
- Type : Grandes cultures
- Conduite : Conventionnel
- Installation : 2015 / 2016
- Espèces : Merisier, noyer, alisier, cormier, érable
- Hauteur moyenne : 3,1 m



- Surface : 13 ha
- Densité : 48 arbres/ha
- Type : Polyculture, élevage
- Conduite : Conventionnel
- Installation : 2013 / 2014
- Espèces : Merisier, frêne
- Hauteur moyenne : 6,5 m



- Surface : 20 ha
- Densité : 33 arbres/ha
- Type : Polyculture, élevage
- Conduite : Biologique
- Installation : 2013
- Espèces : Merisier, robinier
- Hauteur moyenne : 3,7 m



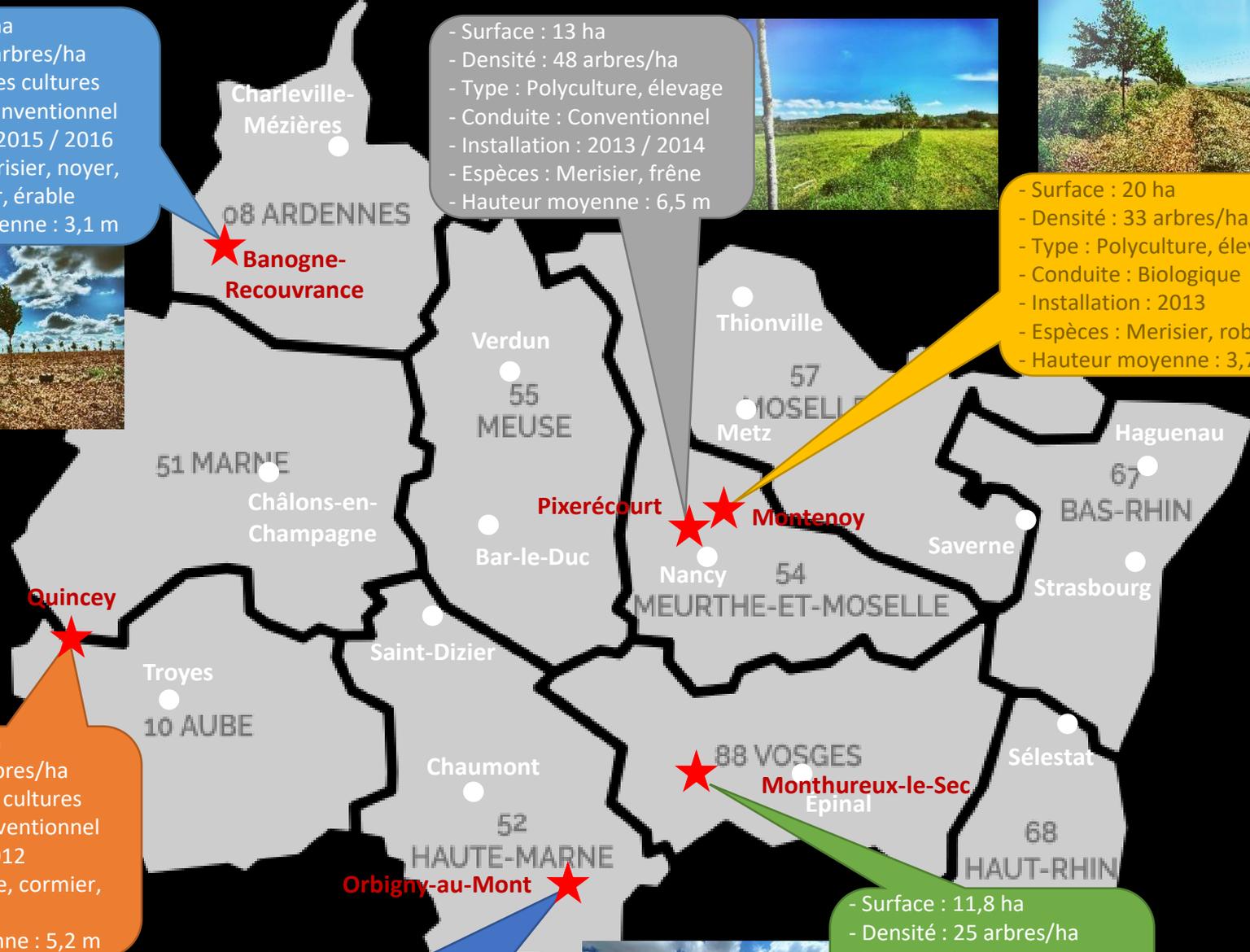
- Surface : 7,5 ha
- Densité : 32 arbres/ha
- Type : Grandes cultures
- Conduite : Conventionnel
- Installation : 2012
- Espèces : Erable, cormier, alisier, sorbier
- Hauteur moyenne : 5,2 m

Quincey

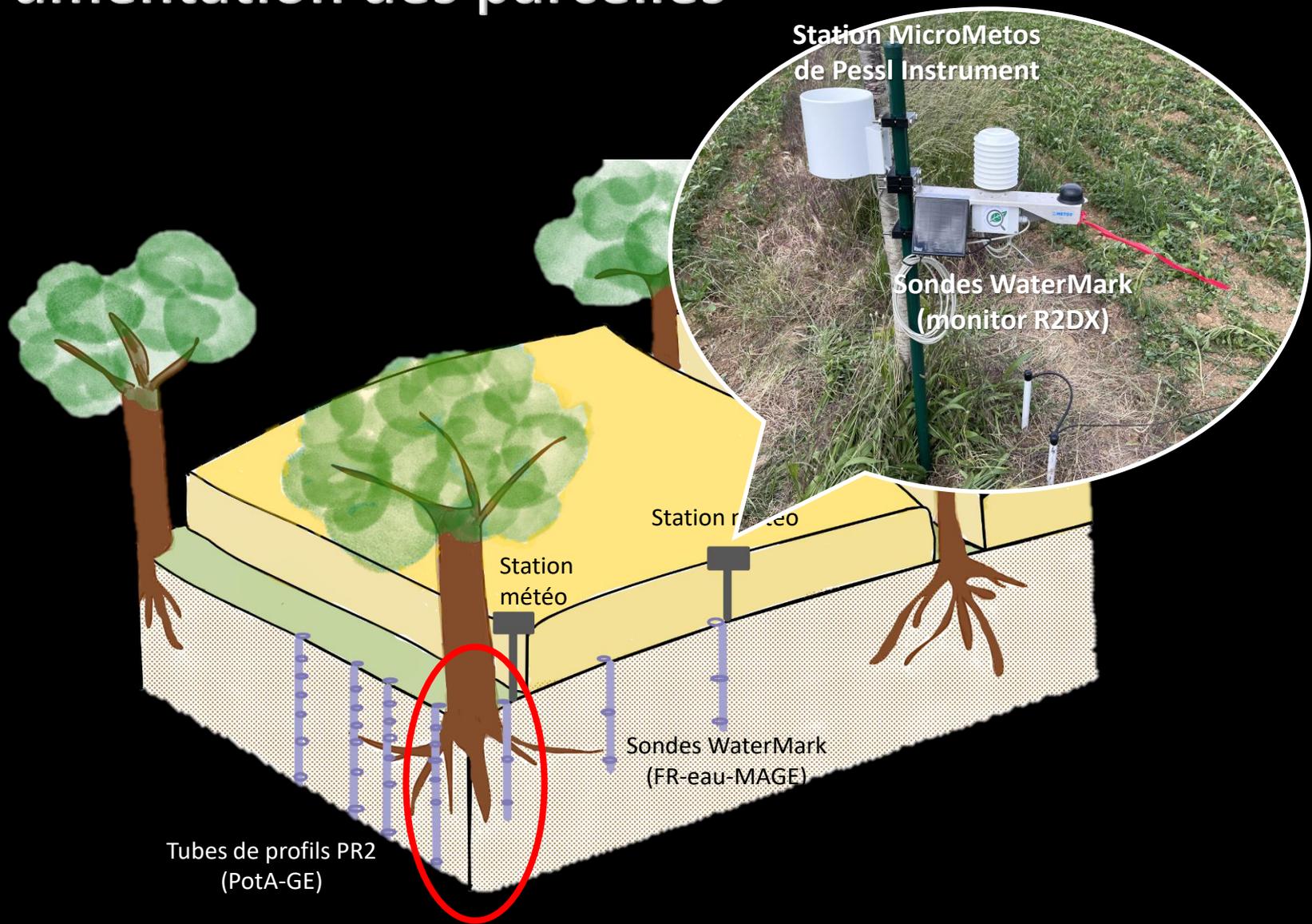
- Surface : 9,4 ha
- Densité : 30 arbres/ha
- Type : Polyculture, élevage
- Conduite : Biologique
- Installation : 2013 / 2014
- Espèces : Merisier, noyer
- Hauteur moyenne : 5,4 m



- Surface : 11,8 ha
- Densité : 25 arbres/ha
- Type : Polyculture
- Conduite : Biologique
- Installation : 2013
- Espèces : Noyer, noisetier, merisier, robinier, érable, alisier



Instrumentation des parcelles



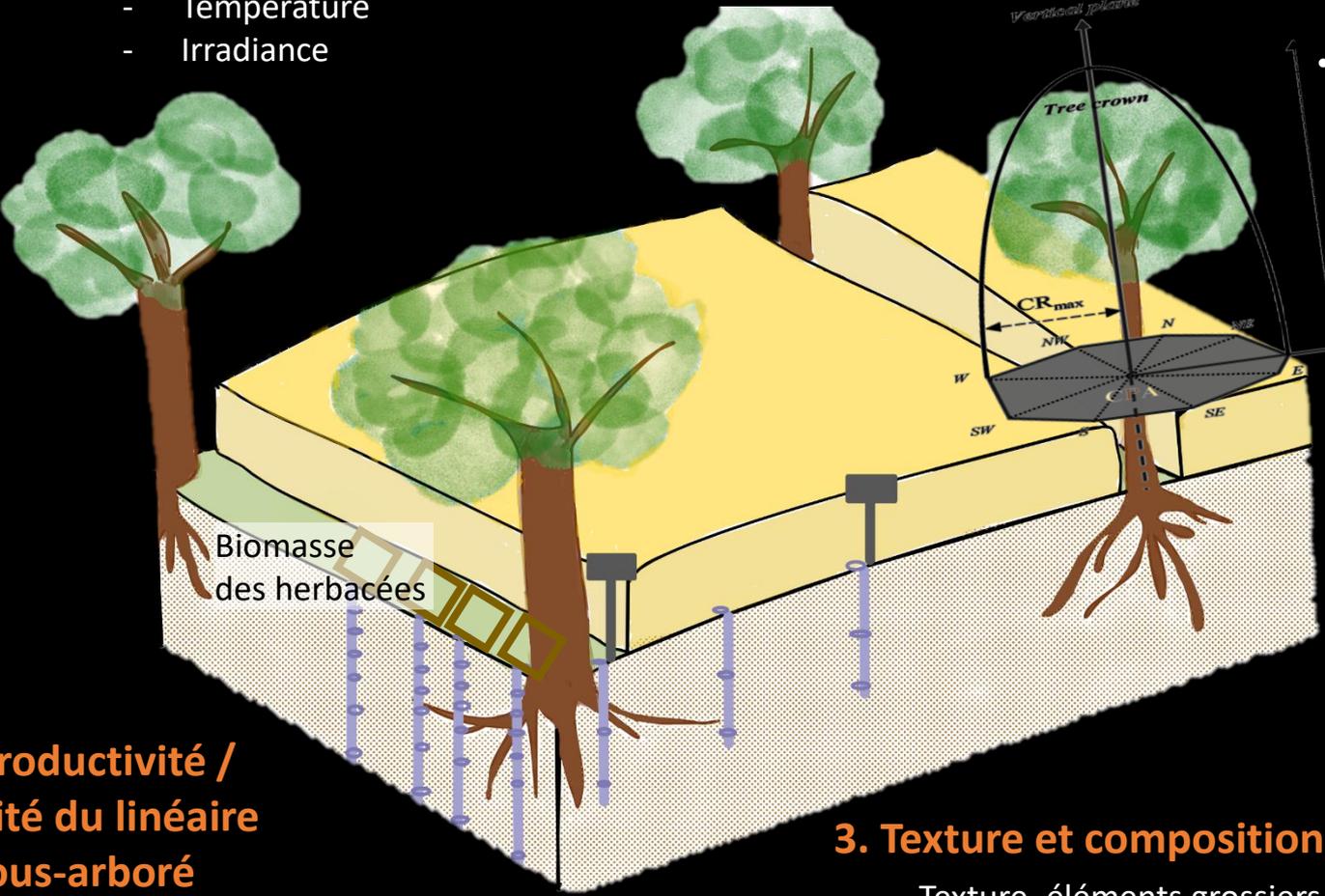
Caractérisation des parcelles

4. Conditions météorologiques

- Précipitations
- Température
- Irradiance

1. Emprise des arbres

- Dimensions des troncs
- Profondeur de couronne
- Volume de houppier
- Aire de projection de la couronne



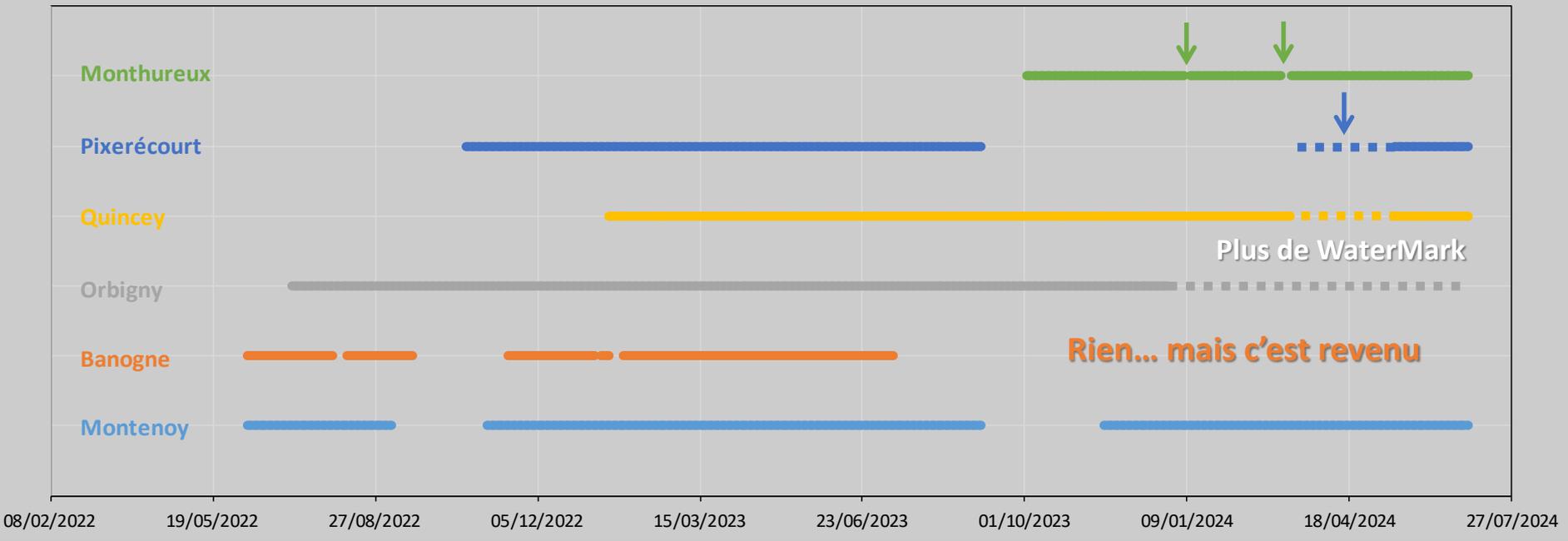
2. Productivité / densité du linéaire sous-arboré

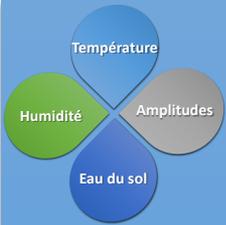
3. Texture et composition du sol

- Texture, éléments grossiers
- Teneurs en N, MO, C...
- pH
- CEC
- Densités apparentes



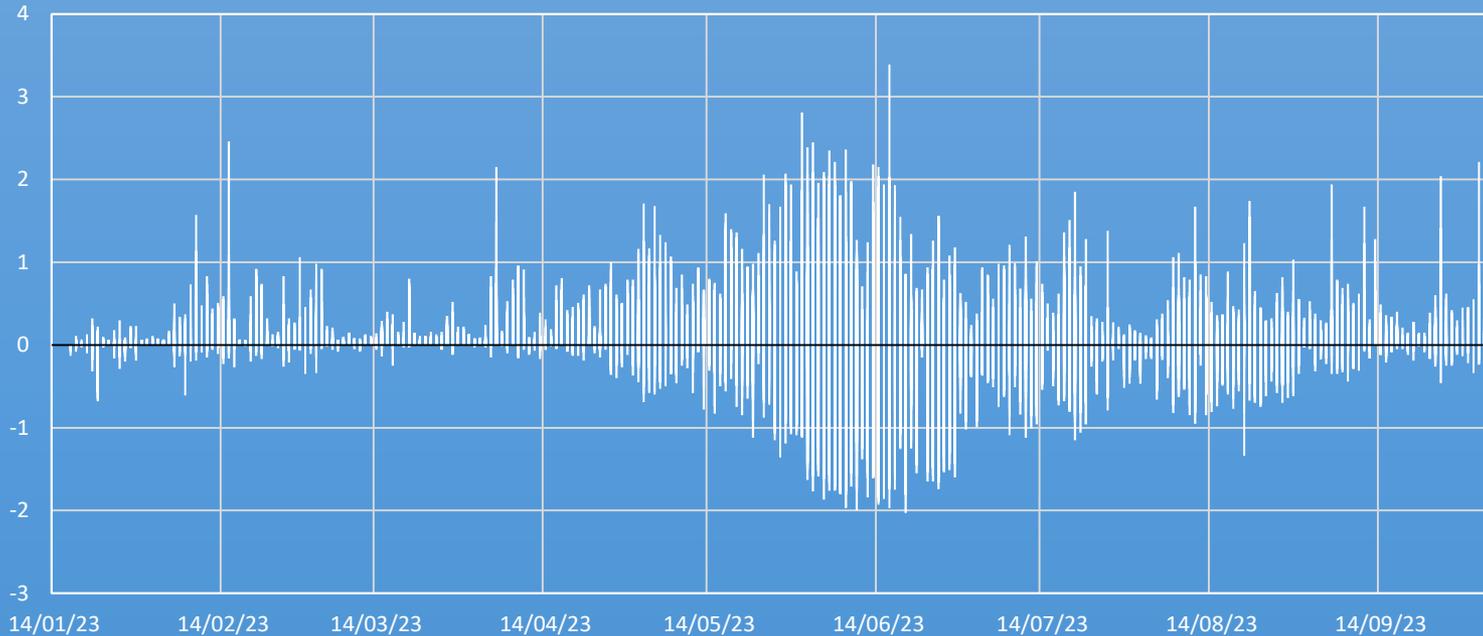
Suivi microclimatique des sites





Tampon des températures extrêmes

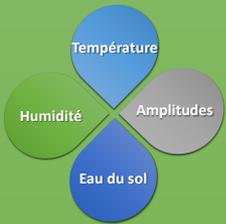
Différence de température entre le pied de l'arbre et le champ (°C)



Jusqu'en mai, les abords de l'arbre sont plus chauds que le plein champ (~0,1°C)

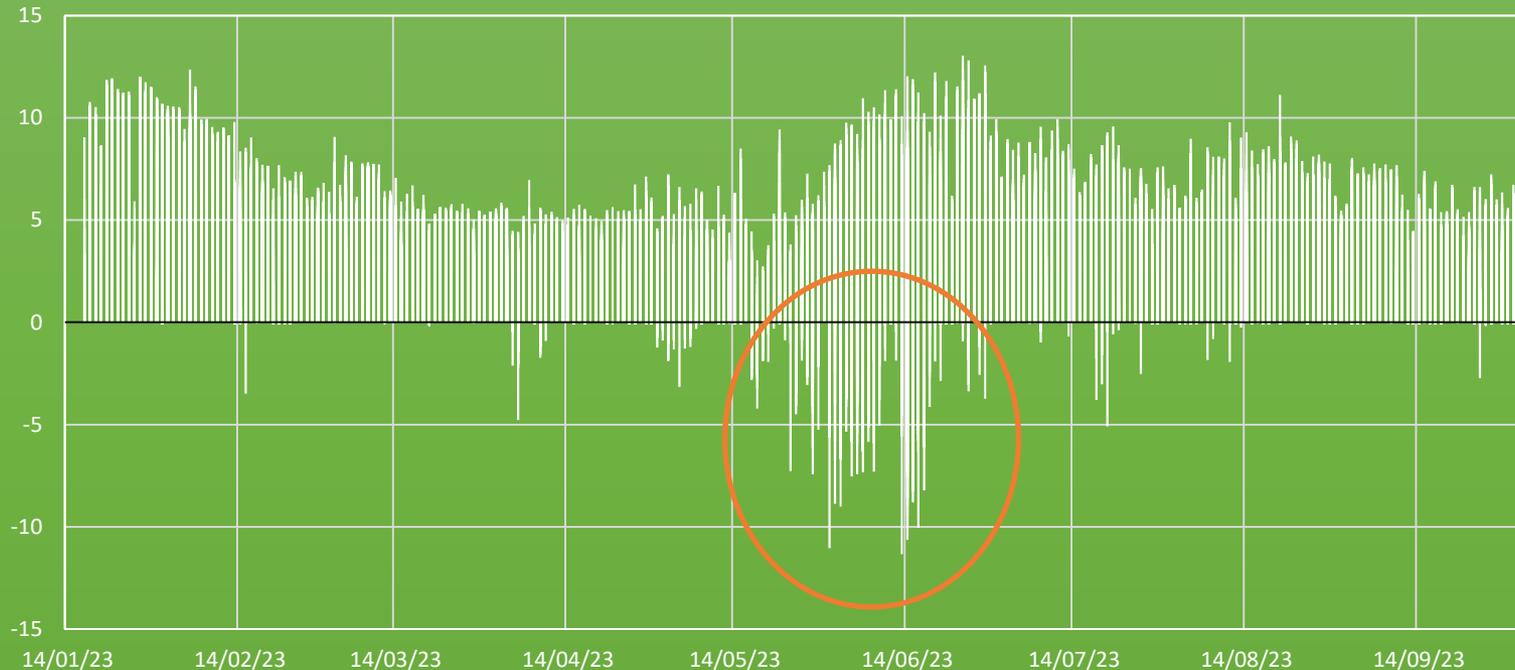
Lors de la phase la plus active de croissance de l'arbre, l'effet est plus marqué mais erratique

L'effet s'estompe quand la croissance de l'arbre ralentie



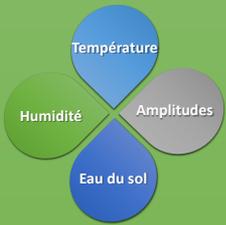
Maintien de l'humidité de l'air

Différence d'humidité de l'air entre le pied de l'arbre et le champ (%)



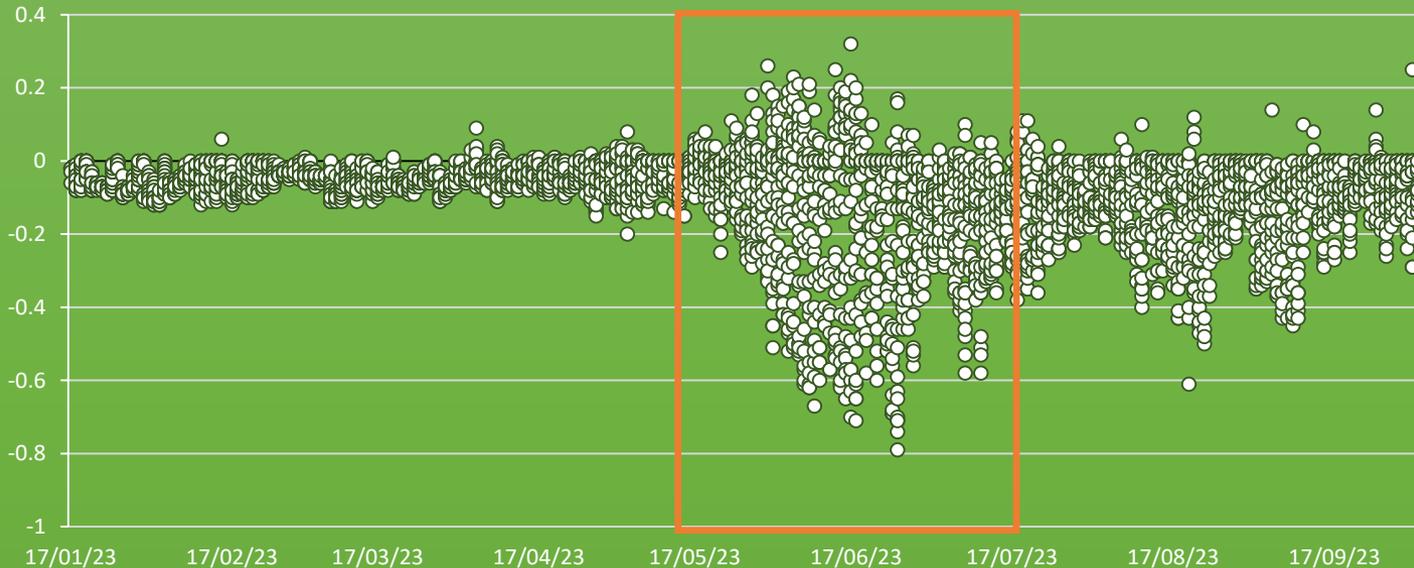
Toute l'année, l'air est plus humide près de l'arbre qu'en plein champ (~4%)

Ponctuellement, lors du réchauffement printanier, l'air est plus sec près de l'arbre qu'en plein champ



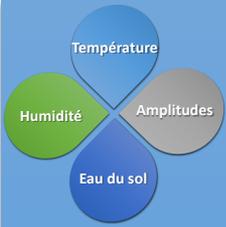
Maintien de l'humidité de l'air

Différence de VPD entre le pied de l'arbre et le champ (kPa)



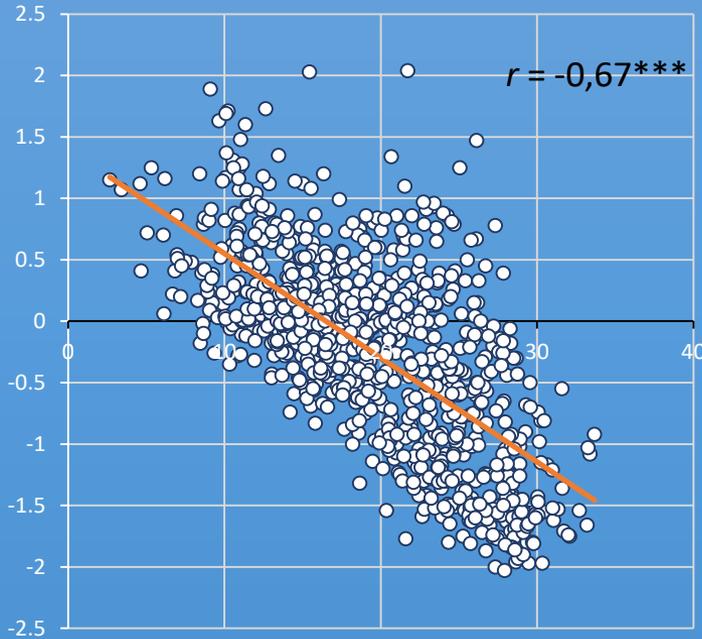
Le déficit de pression de vapeur de l'air est toujours plus faible près de l'arbre

L'effet est exacerbé au printemps

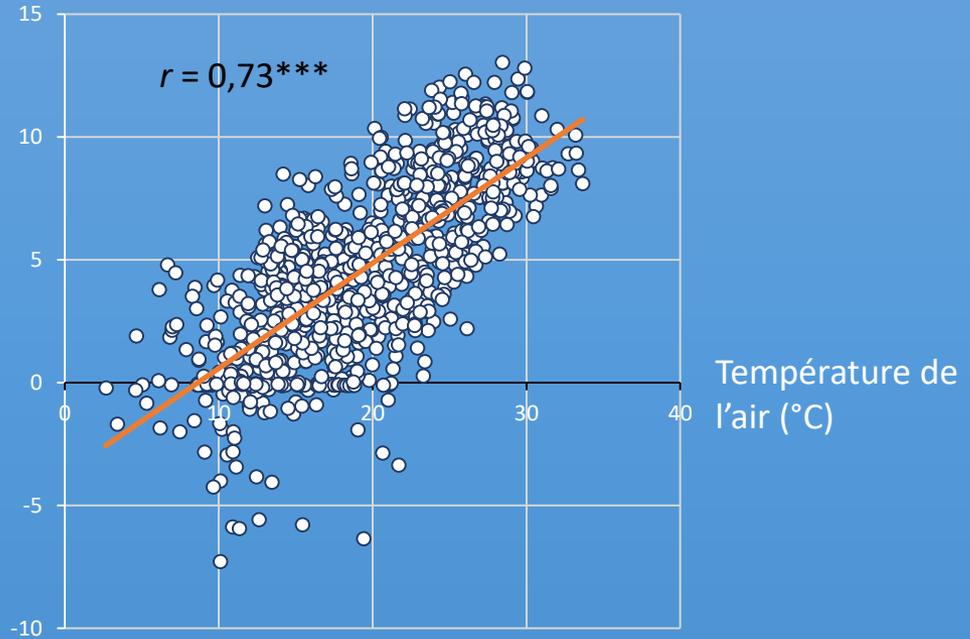


Tampon de température et d'humidité

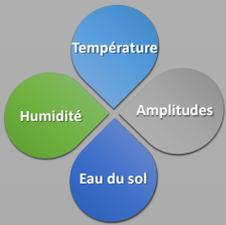
Différence Arbre – Champ de température de l'air (°C)



Différence Arbre – Champ d'humidité de l'air (%)

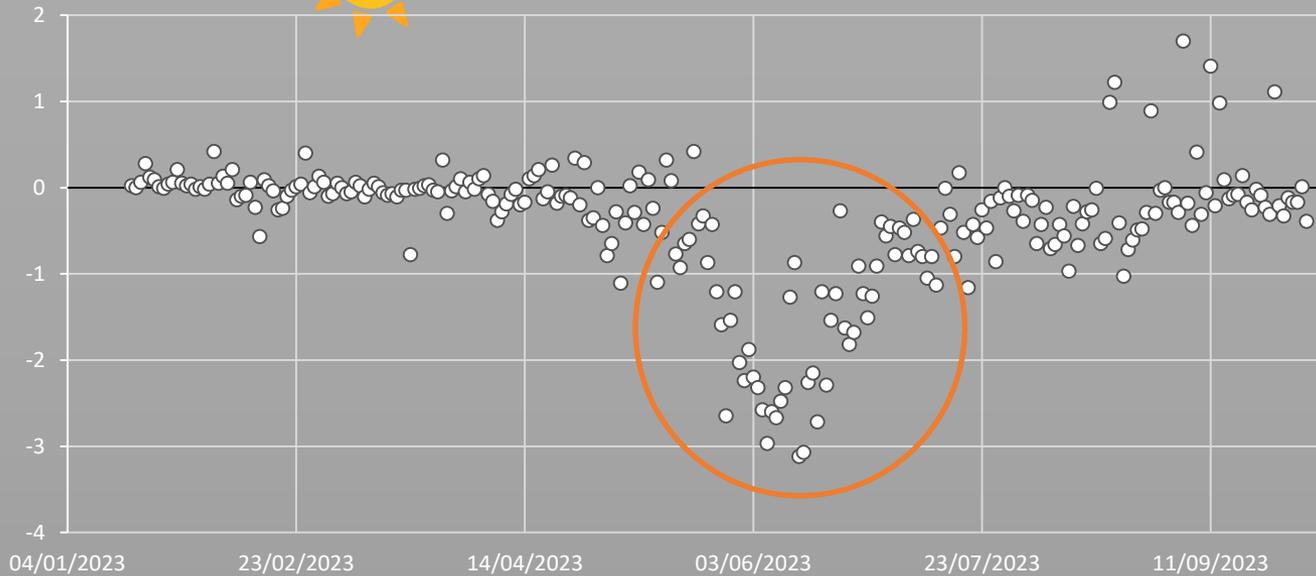


Au printemps, plus il fait chaud, plus l'arbre réduit la température et augmente l'humidité de l'air, par rapport au plein champ



Atténuation des amplitudes

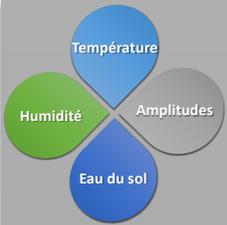
Différence d'amplitude **diurne** de température entre le pied de l'arbre et le champ (°C)



Transitoirement, lors du réchauffement printanier / de la reprise de végétation de l'arbre, la température journalière varie beaucoup moins près de l'arbre

Cet effet s'estompe lorsque la température de l'air reste forte pendant l'été

➔ Effet tampon de l'arbre transitoire lorsque sa croissance ralentie

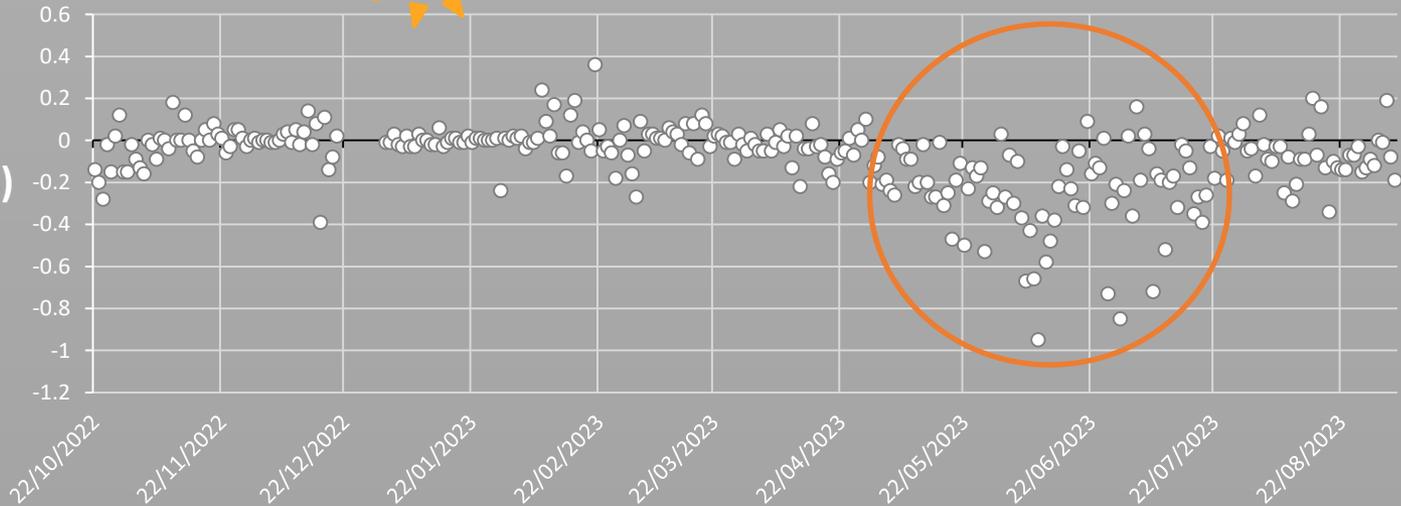


Atténuation des amplitudes

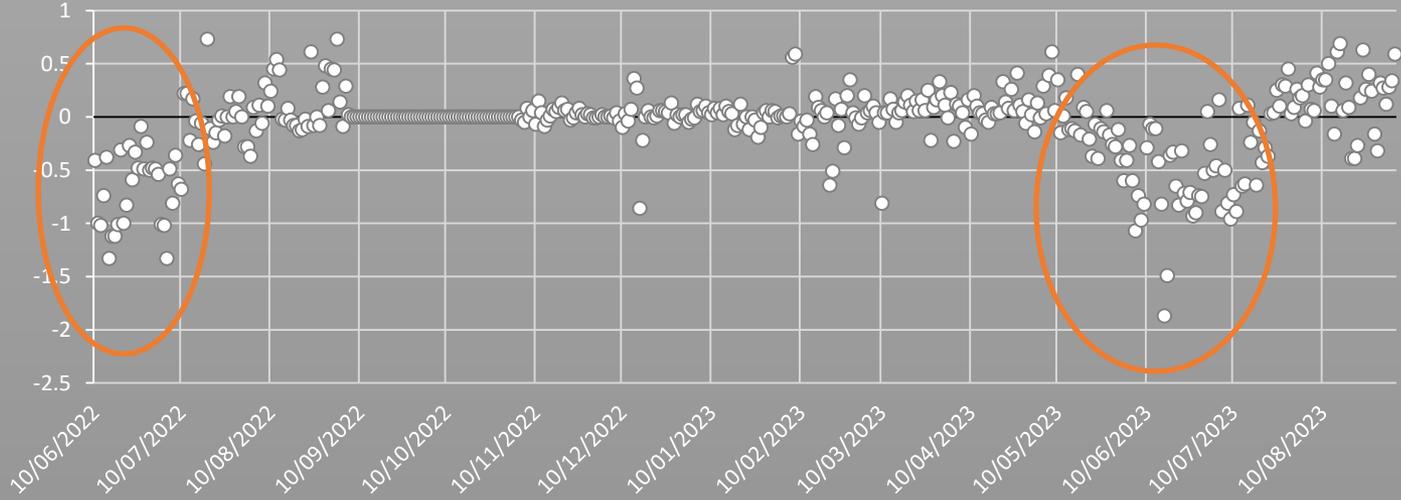
Différence d'amplitude diurne de température entre le pied de l'arbre et le champ (°C)



Pixerécourt (54)

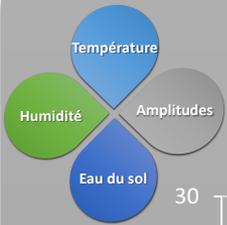


Montenoy (54)

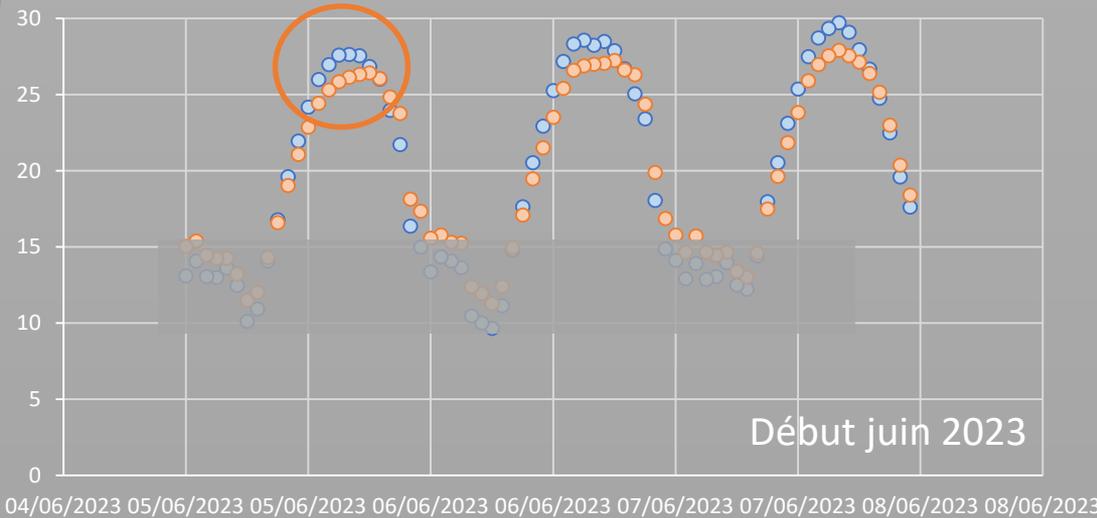


Effet similaire aux autres sites... .. dans une moindre mesure

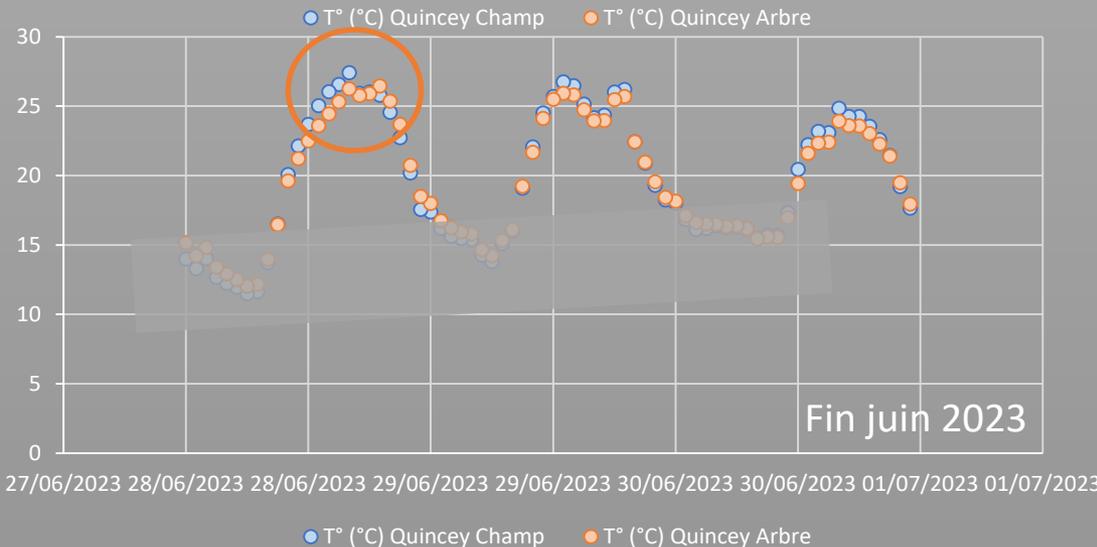
N.B. : Valeurs positives = Plus chaud ou plus humide près de l'arbre



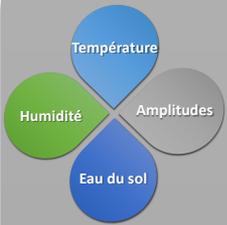
Atténuation des amplitudes



Au plus chaud de la journée, la température est deux degrés plus faible près de l'arbre



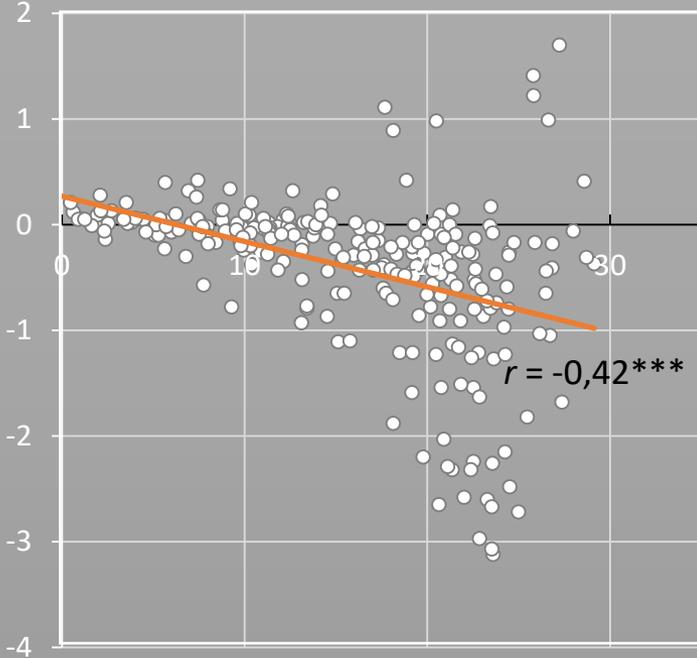
Cet effet n'est plus observé lorsque la canicule perdure



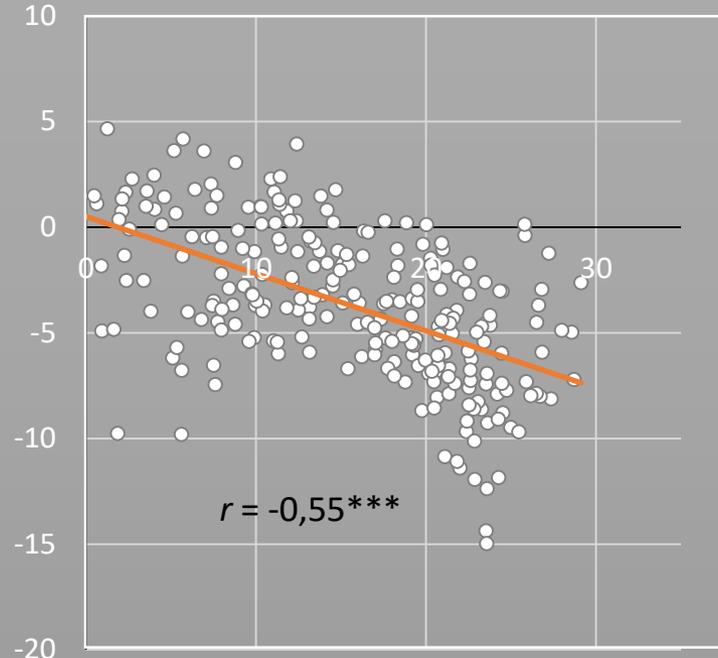
Atténuation des amplitudes

Différence d'amplitude entre l'arbre et le champ en termes :

De température (°C)

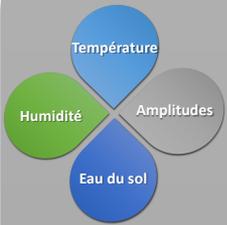


D'humidité de l'air (%)



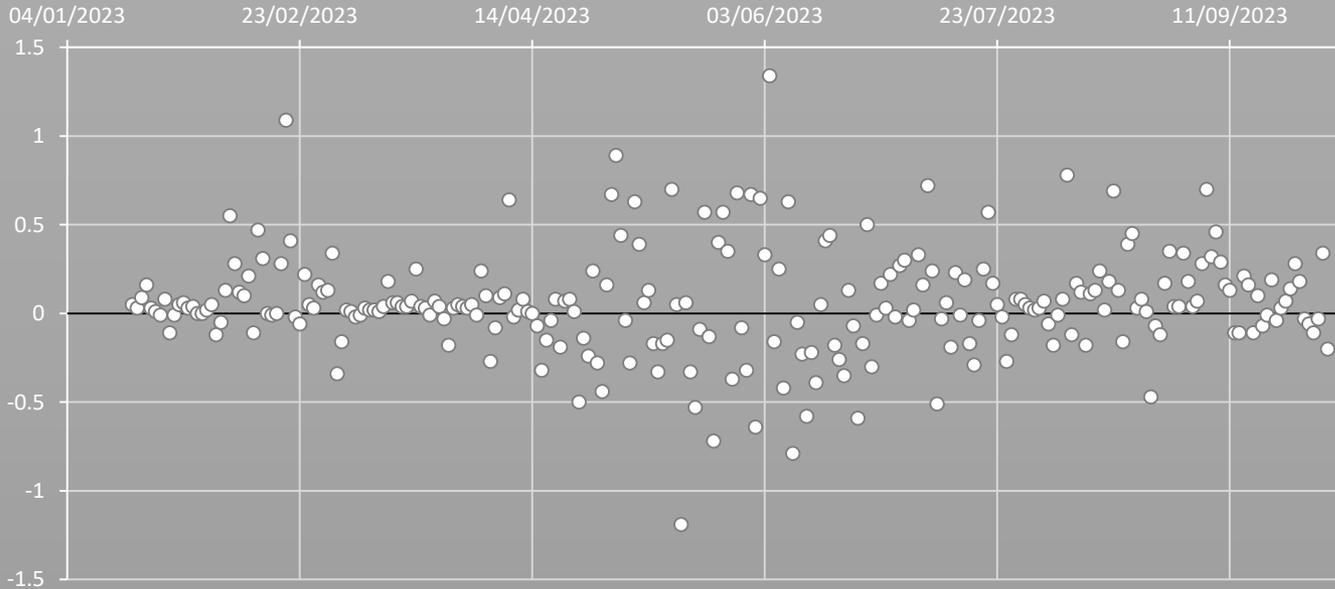
Température journalière moyenne (°C)

L'effet tampon de l'arbre sur les amplitudes journalières est d'autant plus fort que la température est élevée

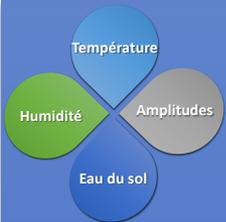


Atténuation des amplitudes

Différence d'amplitude nocturne de température de l'air entre le pied de l'arbre et le champ (°C)



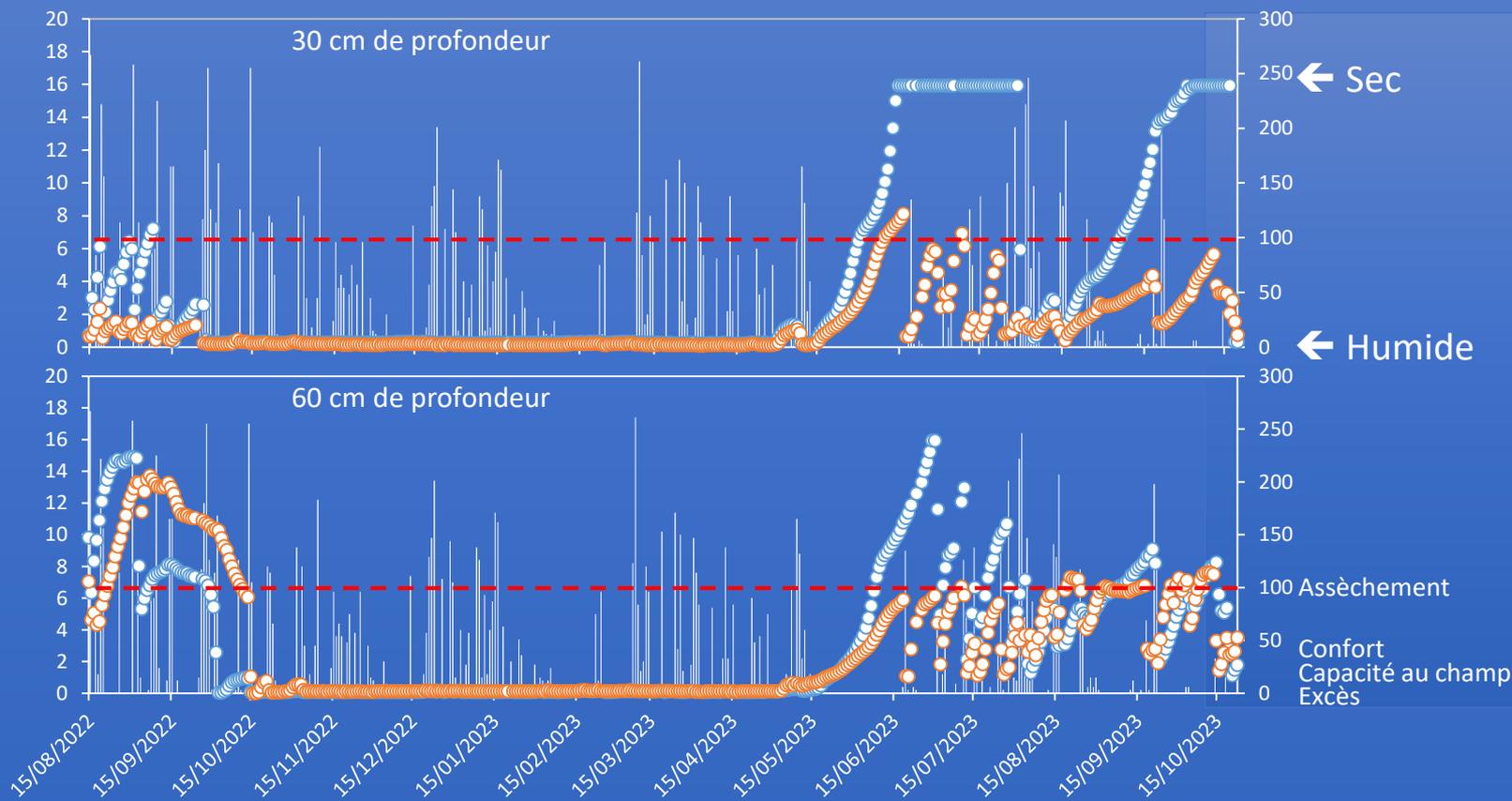
Rien de flagrant à propos d'une atténuation des amplitudes la nuit



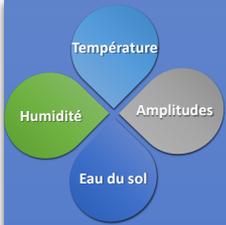
Partage optimisé de l'eau du sol

Précipitations

Tension de l'eau dans le sol (cb) **dans le champ** et près de l'arbre

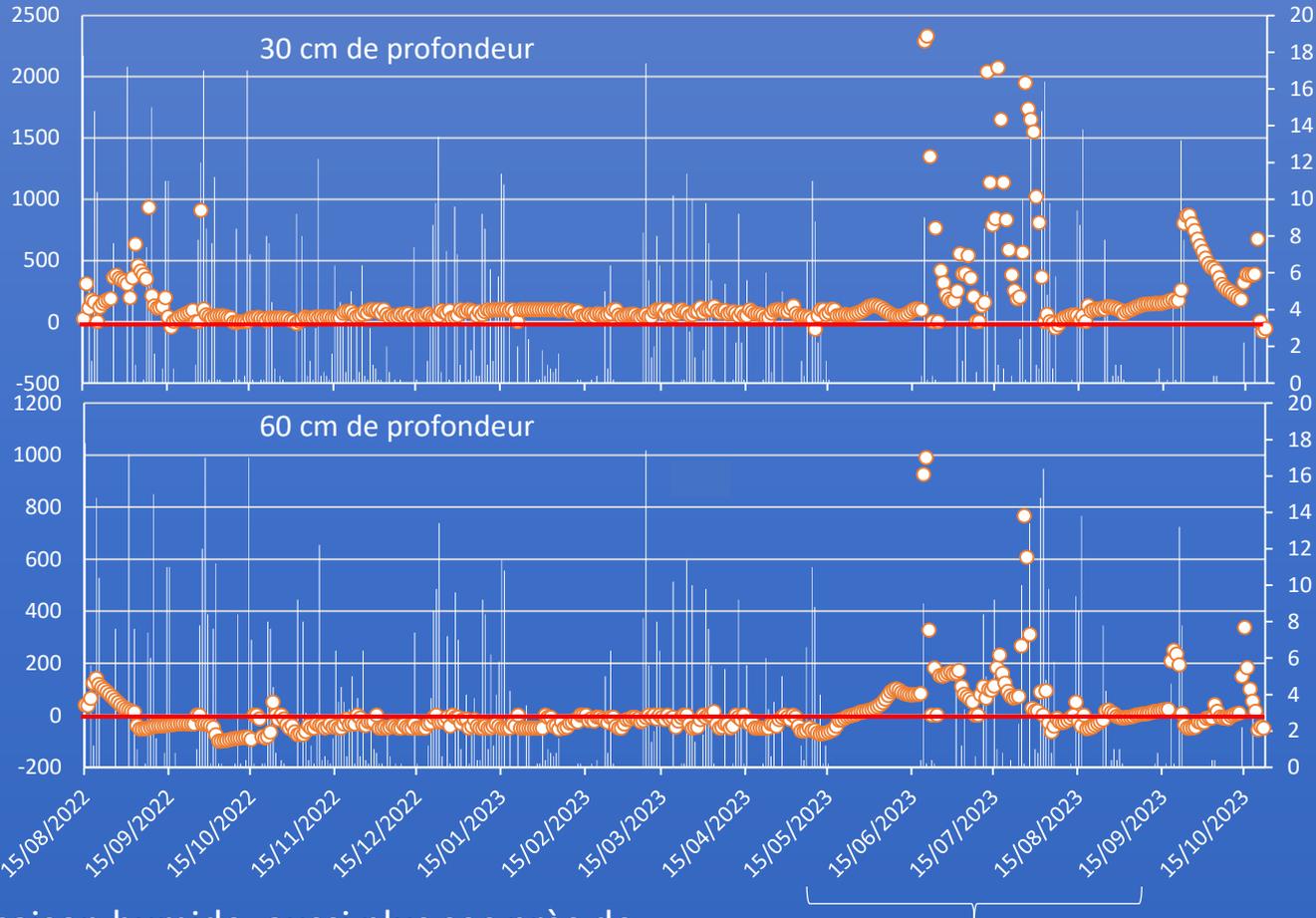


L'arbre accélère très fortement l'assèchement du sol en été, en surface comme en profondeur



Partage optimisé de l'eau du sol

Différence de tension entre l'arbre et le champ (%) Précipitations (mm)

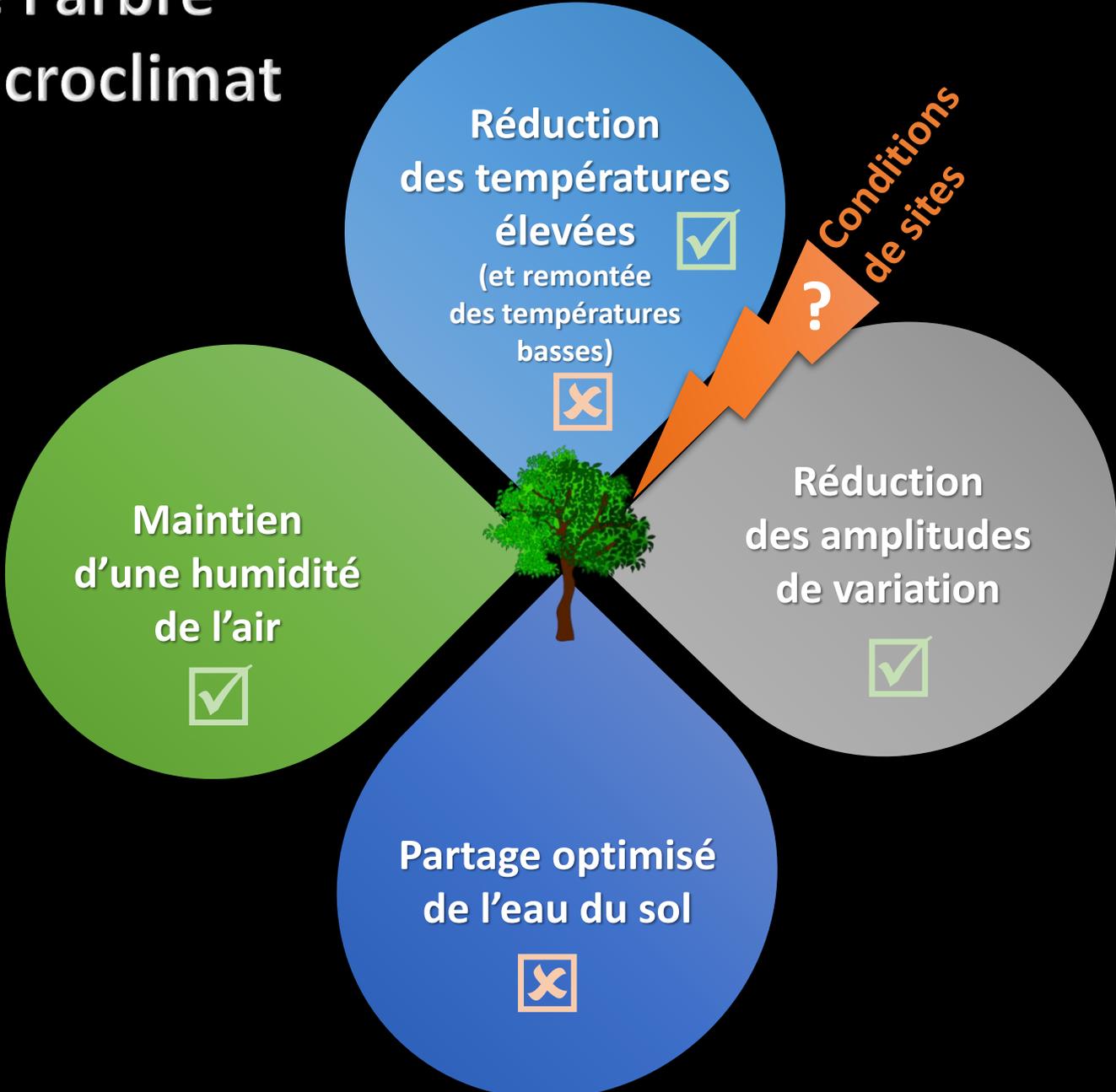


Pendant la saison humide, aussi plus sec près de l'arbre (dans une moindre mesure) en surface
 Mais plus humide près de l'arbre en profondeur
 ➔ Infiltration de l'eau favorisée par l'arbre ?

Pendant la saison sèche, plus sec près de l'arbre, en surface comme en profondeur
 (mais différence beaucoup plus forte en surface
 ➔ Compétition en surface ?)

N.B. : Valeurs positives = Plus sec près de l'arbre

Effets de l'arbre sur le microclimat



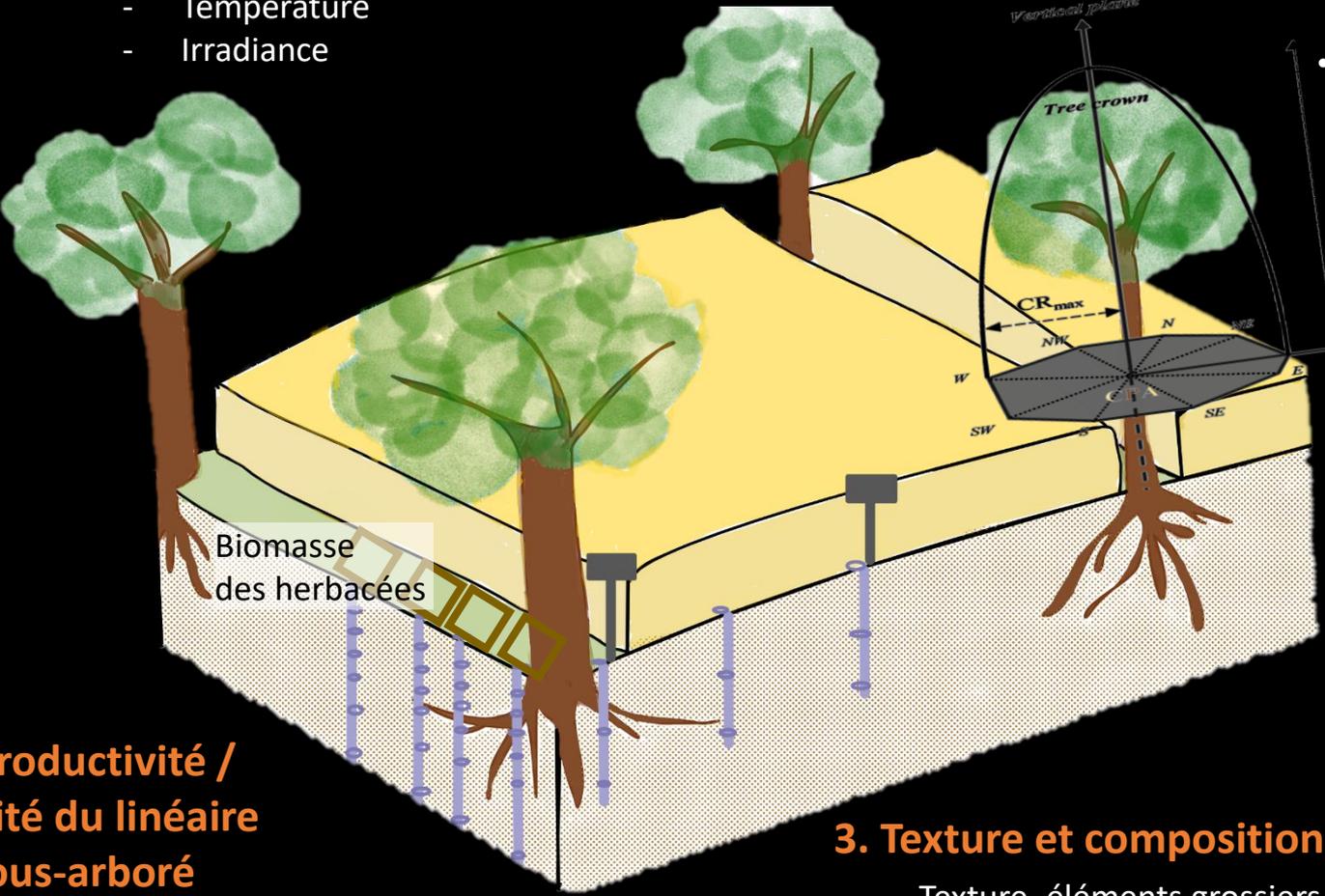
Caractérisation des parcelles

4. Conditions météorologiques

- Précipitations
- Température
- Irradiance

1. Emprise des arbres

- Dimensions des troncs
- Profondeur de couronne
- Volume de houppier
- Aire de projection de la couronne



2. Productivité / densité du linéaire sous-arboré

3. Texture et composition du sol

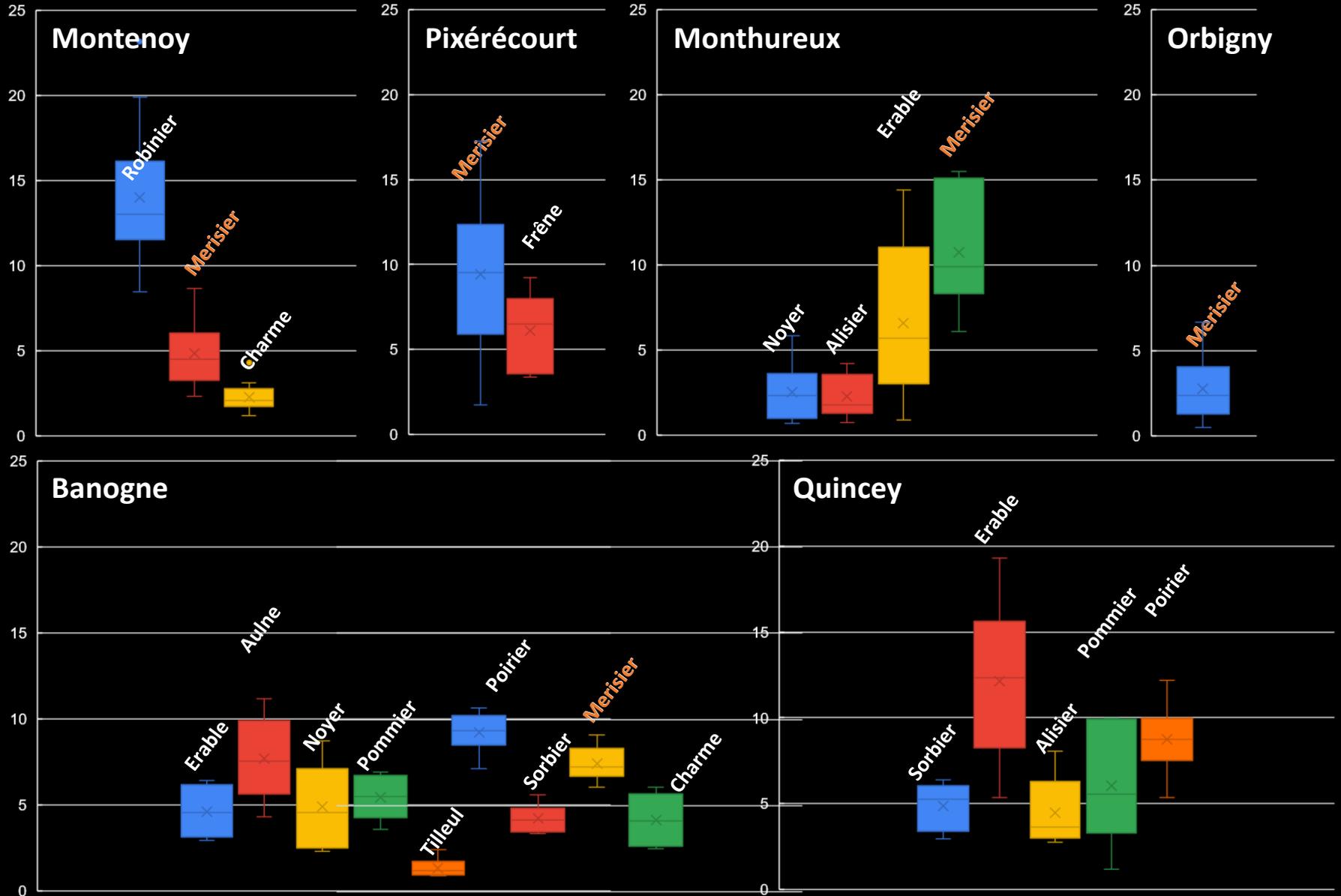
- Texture, éléments grossiers
- Teneurs en N, MO, C...
- pH
- CEC
- Densités apparentes



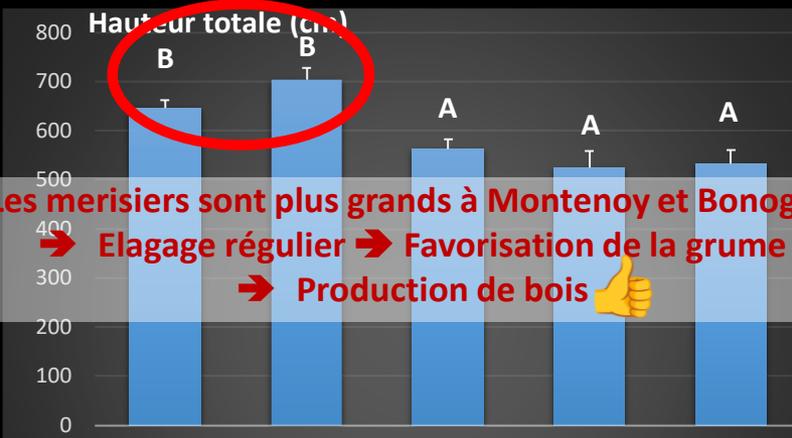
Volume des houppiers (m³) en 2025



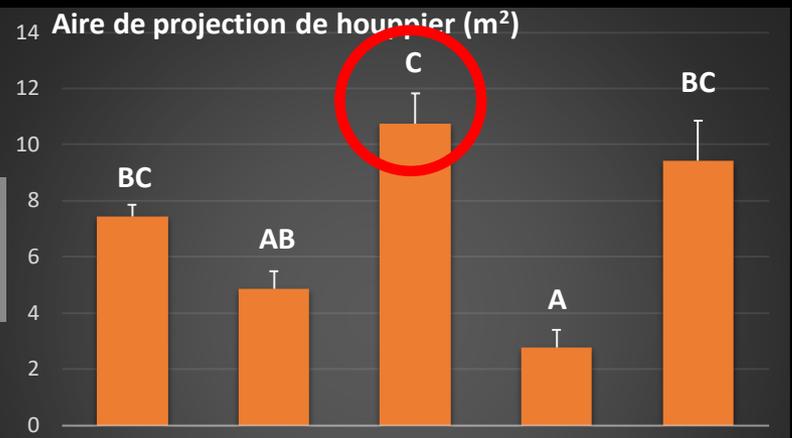
Projection de l'aire de houppier (m²) en 2025



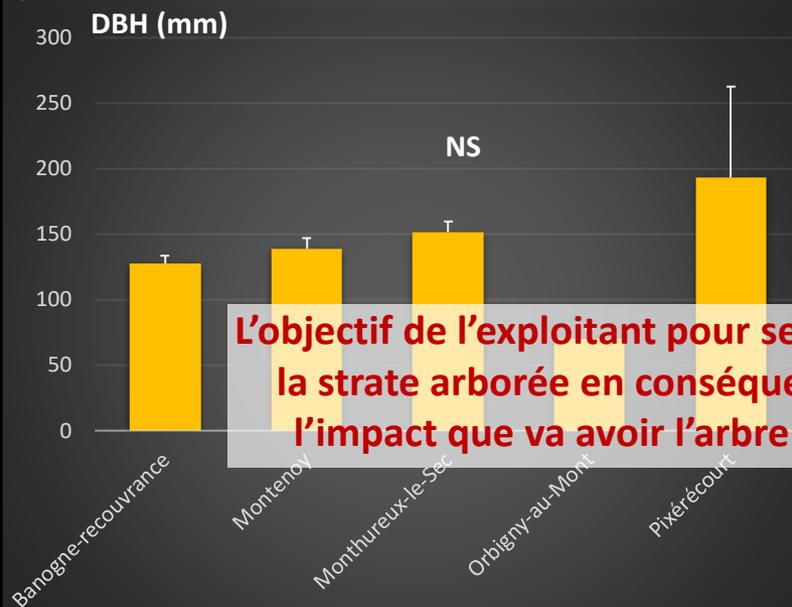
Houppiers des merisiers en 2025



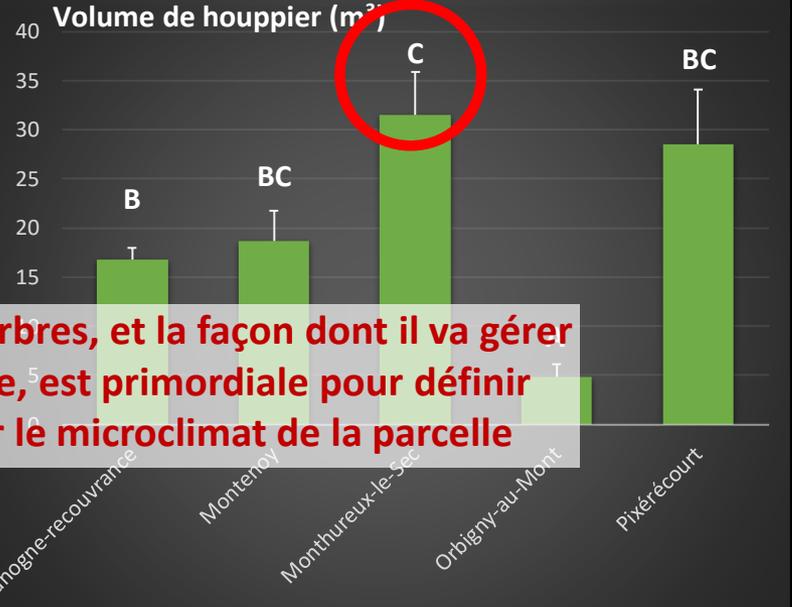
Les merisiers sont plus grands à Montenoisy et Banogne
→ Elagage régulier → Favorisation de la grume
→ Production de bois 👍



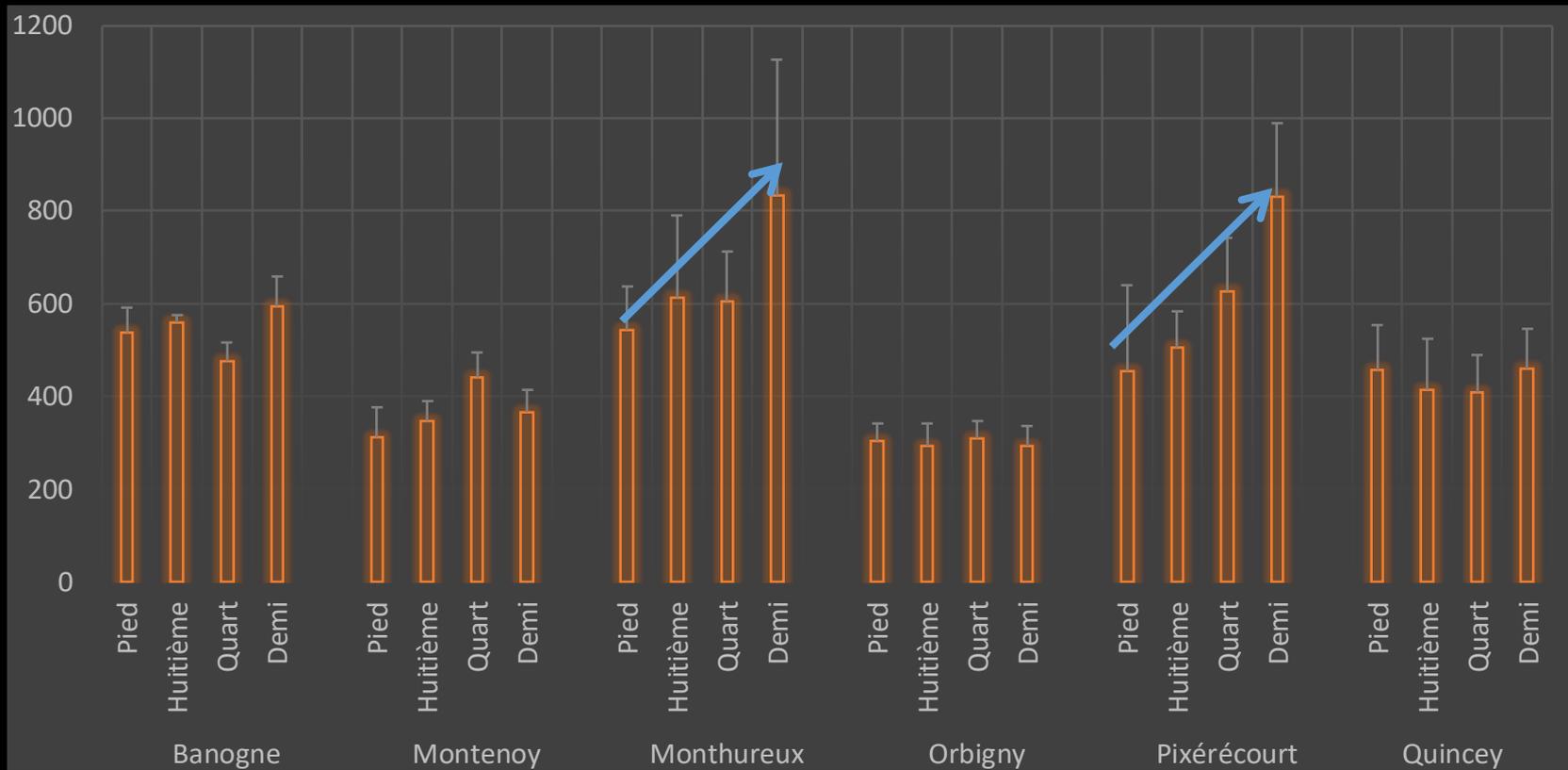
Mais les merisiers sont moins touffus à Montenoisy et Banogne
→ Moindre effet sur le microclimat des parcelles ?
→ Service rendu 🙄



L'objectif de l'exploitant pour ses arbres, et la façon dont il va gérer la strate arborée en conséquence, est primordiale pour définir l'impact que va avoir l'arbre sur le microclimat de la parcelle



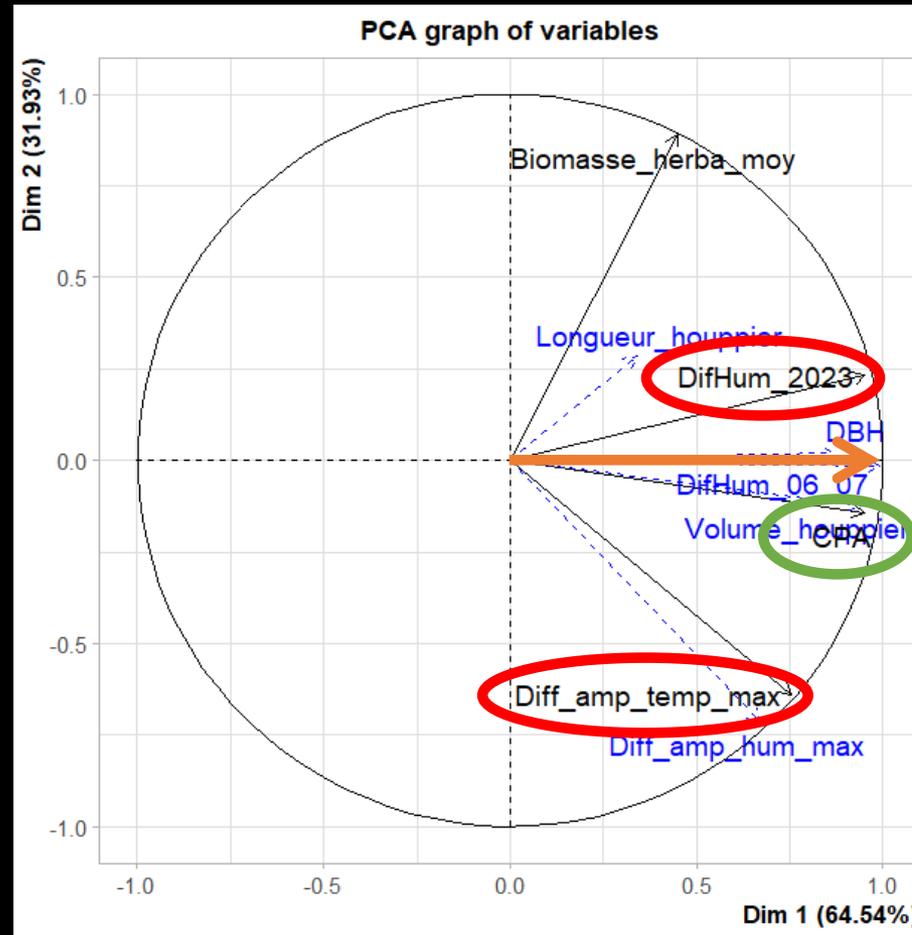
Biomasse du linéaire sous arboré (g/m²) en 2025



Rien de significatif mais... tendance à un linéaire moins dense à proximité de l'arbre aux sites où les arbres ont la couronne la plus touffue

➔ Equilibre à trouver (en termes d'élagage ?) pour préserver à la fois la productivité de l'arbre, de la culture et les services recherchés

Mise en relation avec l'atténuation du microclimat



La taille des houppiers est associée aux effets tampons sur la température et l'humidité de l'air

➔ Elargir cette analyse aux effets sur l'eau du sol et en tenant compte de toutes les autres caractéristiques du site pour en estimer l'importance relative sur l'atténuation du microclimat

Page web du projet

<https://potage.hub.inrae.fr/fr-eau-mage>

- Rapports d'avancement du projet
- Vidéos de séminaires présentant les résultats préliminaires
- Diaporamas présentés à diverses occasions
- Photos
- Etc.



◆ FR-eau-MAGE



Le projet FR-eau-MAGE (Figurer la Ressource en EAU et le Microclimat des parcelles Agroforestières du Grand-Est) est financé par l'office français de la biodiversité (OFB) sur la période 2022-2024.



Diffusion des résultats

Confrontation avec d'autres études

Exemple de plaquette (en chantier) réalisée dans le cadre du GT « élevage » du RMT Agroforesteries

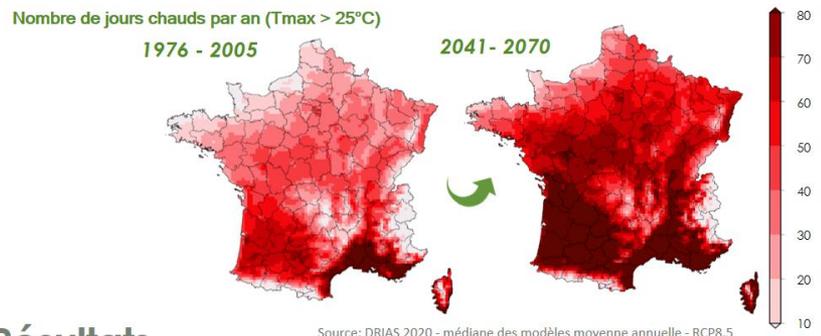
L'ARBRE POUR LE CONFORT THERMIQUE EN ELEVAGE



Combien de degrés en moins en systèmes agroforestiers ? : synthèse de résultats de suivis

Cette plaquette réalisée dans le groupe de travail « élevage », du RMT Agroforesteries reprend les résultats de suivis de températures sous des sites agroforestiers partout en France hexagonale.

Le confort thermique d'un animal **influence son bien-être et ses performances de production et reproduction**. Un **jeune éleveur qui s'installe en 2024** fera face à la fin de sa carrière autour de **2050** à un climat en été comparable à l'été 2022 (Météo-France). :



Résultats

Pour chaque suivi, la différence entre la température maximum observée sous un arbre et dans une parcelle témoin sans arbre :

- 5°C	- 5°C	- 9,8°C	- 3,5°C
<i>Pays de la Loire</i> Parcours volailles Microclimarbre	<i>Normandie</i> Pré-verger Projet Arbele	<i>Nord Pas de Calais</i> Parcelle AF intra-parcellaire (financement OFB)	<i>Grand Est</i> FR-eau-MAGE
Type : parcours Densité : X arbres/ha Distance inter-rang : Xm Distance intra-rang : Xm Espèces : Installation :	Type : Préverger hautes fîges Densité : 100 arbres/ha. Distance inter-rang : 10 m Distance intra-rang : 10m Espèces: pommiers et poiriers Installation : arbres âgés	Type : parcours Densité : X arbres/ha Distance inter-rang : Xm Distance intra-rang : Xm Espèces : Installation :	Type : intraparcellaire dans parcelles de grandes cultures et de prairies Densité : ~40 arbres/ha Distance inter-rang : 25-50m Distance intra-rang : 6-8m Espèces: Erable, merisier, frêne Installation : 2012-2016 Hauteur moyenne : 3 m Années de mesure : 2022-2025
Année de mesure: Contact: Claire Faivet (CA PDL)	Année de mesure: 2016 Contact: Idele	Année de mesure: 2022 Contact: Arnaud Deltour (CA NPdC)	Année de mesure: 2022-2025 Contact: Nicolas Marron (INRAE)

Merci ! A suivre...

