

Projet pilote sur la transition agroécologique et l'adaptation au changement climatique
des systèmes de production du piment d'Espelette

Sécurisation du rendement sous irrigation raisonnée et impact sur la qualité du produit fini

Impact de pratiques alternatives sur l'efficacité d'utilisation
de l'eau, les propriétés du sol et le rendement

Synthèse des principaux résultats 2022 - 2024

COPIL 28 janvier 2025

Sommaire

- A1 – A3 / Contexte, objectifs et démarche générale du projet.
- B1 – B2 / Sécurisation du rendement sous irrigation raisonnée et impact sur la qualité du produit fini.
- C1 – C3 / Estimation de la consommation hydrique du piment (variété Gorria) en conditions d'alimentation non limitantes et détermination du coefficient de culture K_c .
- D1 – D2 / Impact de pratiques alternatives sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le rendement.
- E / Mise en place d'actions de communication.
- F / Conclusion (2022-2024)
- G / 2024 – 2027 : Les actions futures.

A1/ Contexte

- Des contraintes de production croissantes induites par le changement climatique et le manque d'eau.
- La nécessité d'adapter les systèmes de production de piment d'Espelette.
- Un manque de références techniques.

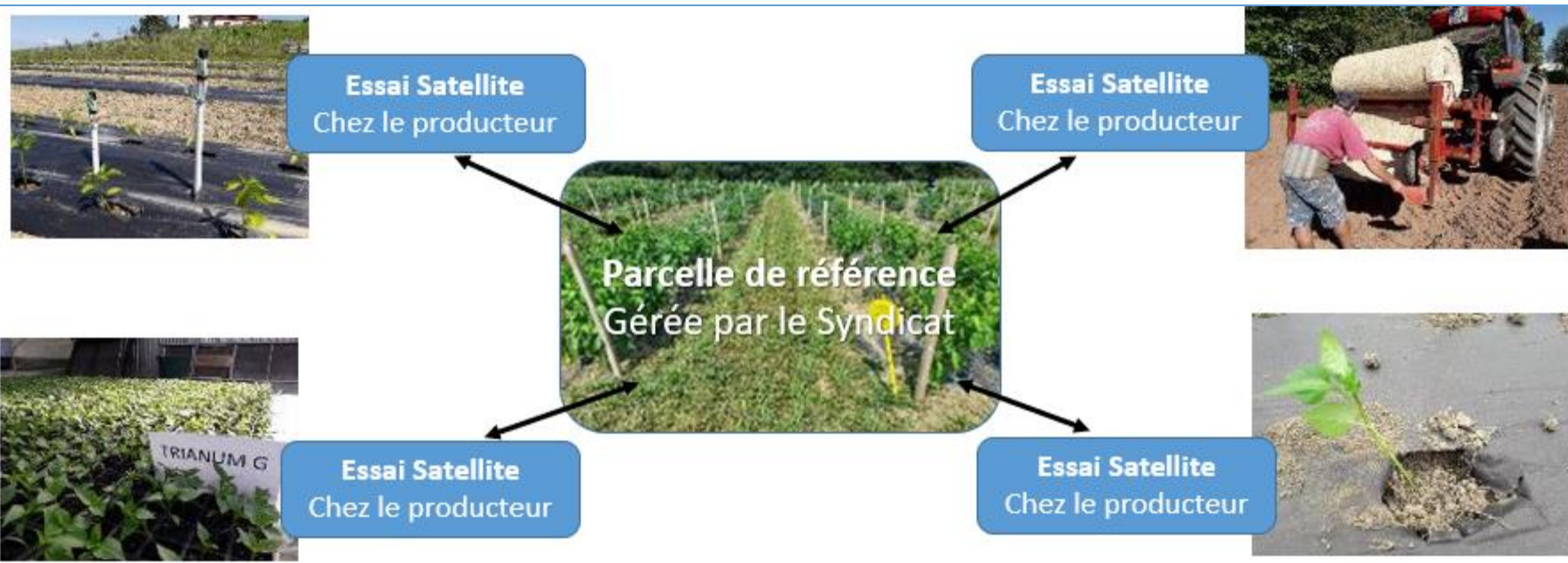
A2/ Objectifs généraux

- Sécurisation du rendement sous irrigation raisonnée et impact sur la qualité du produit fini.
- Quantification des besoins en eau de la variété *Gorria*
- Impact de pratiques alternatives sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le rendement.

A3/ Démarche générale

Approche de type Recherche - Action Participative (RAP) :

- Expérimentation de pratiques agroécologiques et d'irrigation raisonnée sur un réseau de parcelles pilotes (Parcelle irriguée de référence pilotée par le SPPE vs. Parcelles satellites gérées par les producteurs)
- Réalisation d'ateliers (au champ) pour la co-construction et la présentation-discussion des essais et la mise en débat des résultats

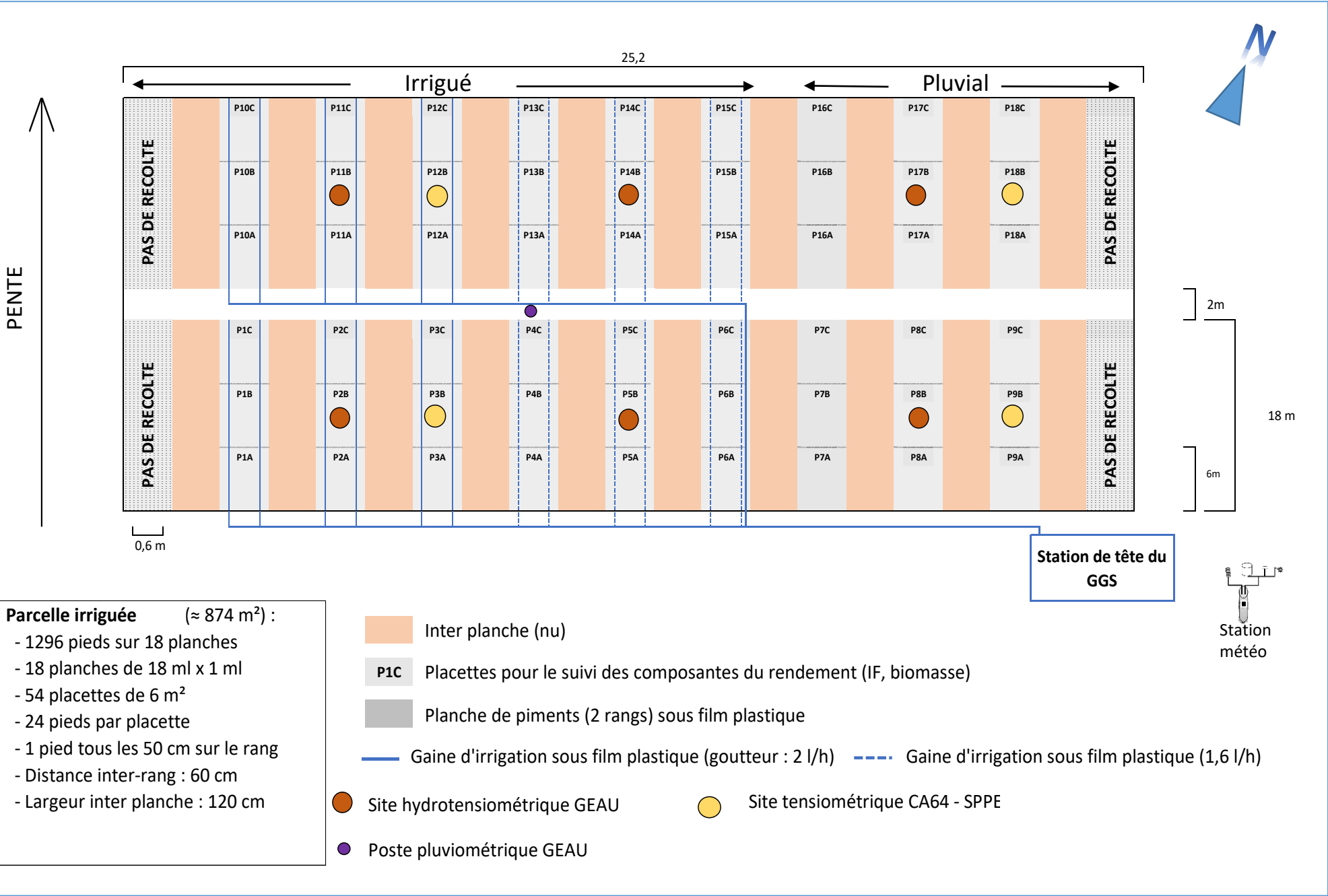


B1 – B2 / Sécurisation du rendement sous irrigation raisonnée et impact sur la qualité du produit fini.

Parcellaire expérimental irrigué dans la zone AOP



B1- Méthode : Schéma du parcellaire expérimental irrigué



Parcelle
* Représentative des parcelles de coteaux

Modalités arrosage
* Objectif 100%ETM
* Objectif 70%ETM
* Pluvial (témoin)

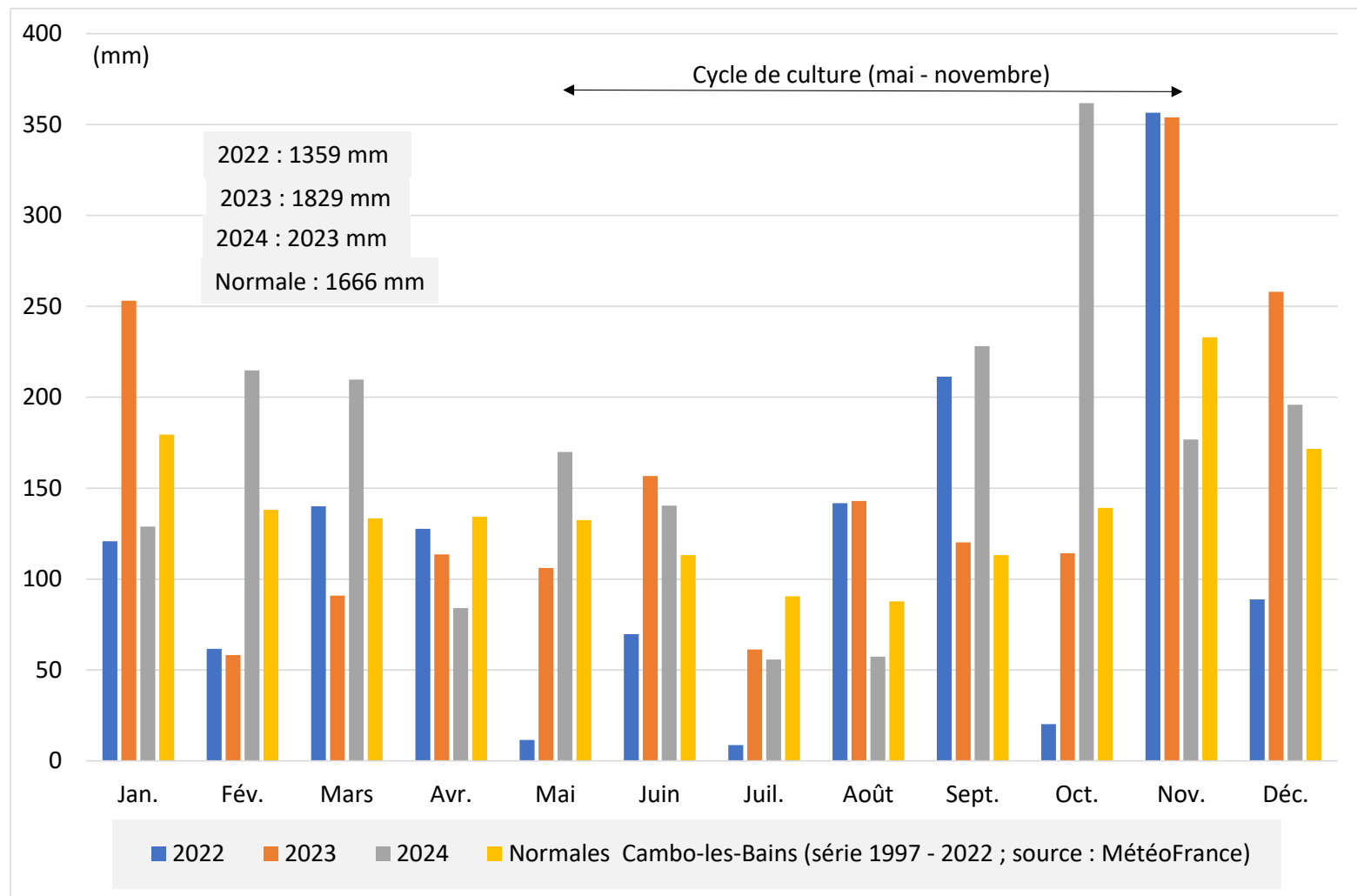
Caractérisation du développement végétatif :
* Suivi de l'indice foliaire

Principaux indicateurs agronomiques
* Production de fruit sain (g/m²)
* Production de fruit sain (g/plant)
* Productivité de l'eau d'irrigation (kg de fruit sain/m³ d'eau)

Indicateurs économiques
* Marge brute

Traitement statistique : Anova (95%)
* Biomasse produite à l'échelle des placettes (N=96)

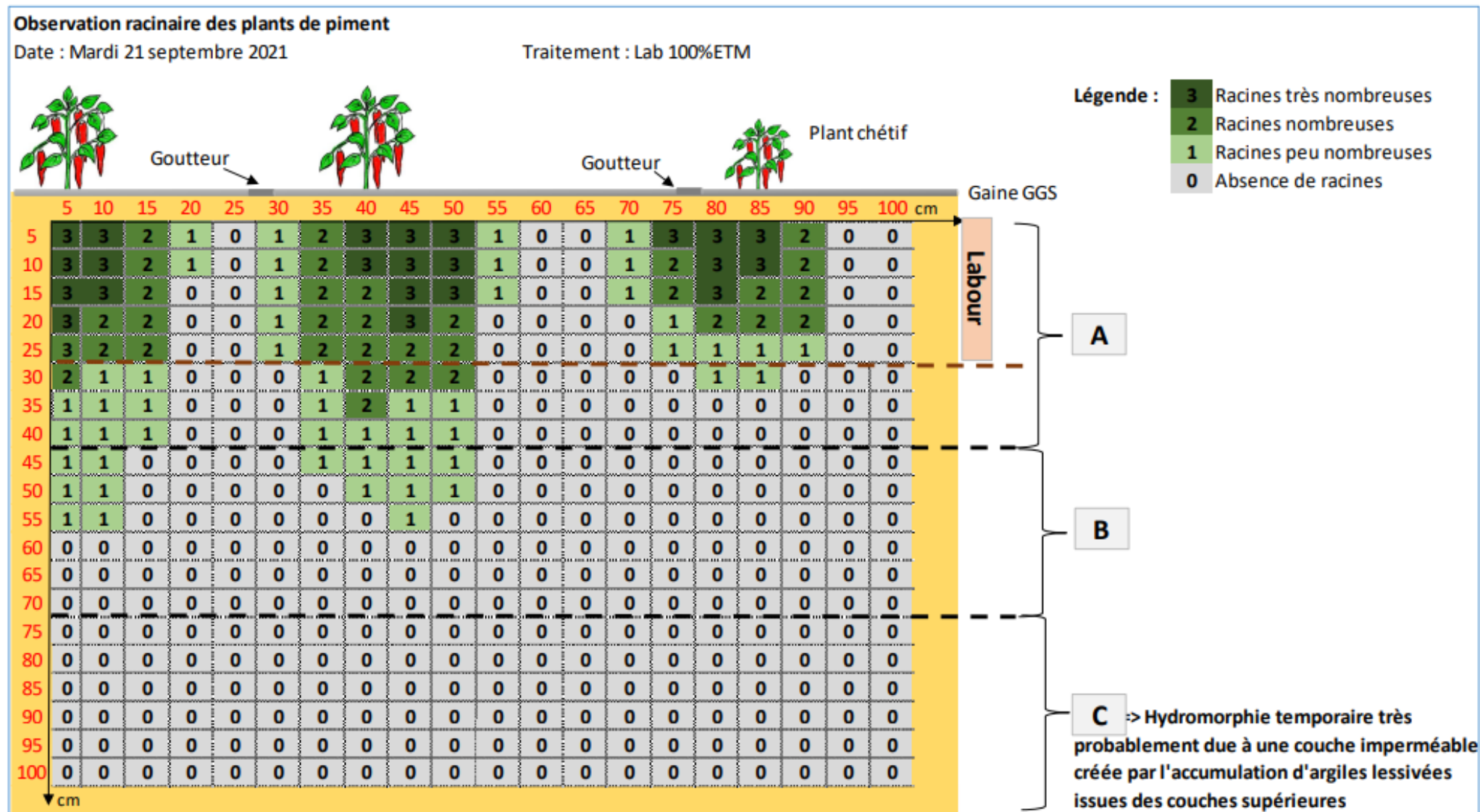
=> Conditions pluviométriques enregistrées au cours des différentes campagnes de suivi



=> Pluie 2022 < Normales (1997-2022)

=> Malgré les cumuls pluviométriques importants, on notera l'irrégularité de la pluviométrie très marquée laissant apparaître des périodes sèches pouvant impacter le développement et la production des plants si l'irrigation de complément n'est pas systématiquement pratiquée !

=> Caractérisation du développement racinaire de la culture



=> La profondeur maximale des racines n'a pas dépassé les 55 cm de profondeur

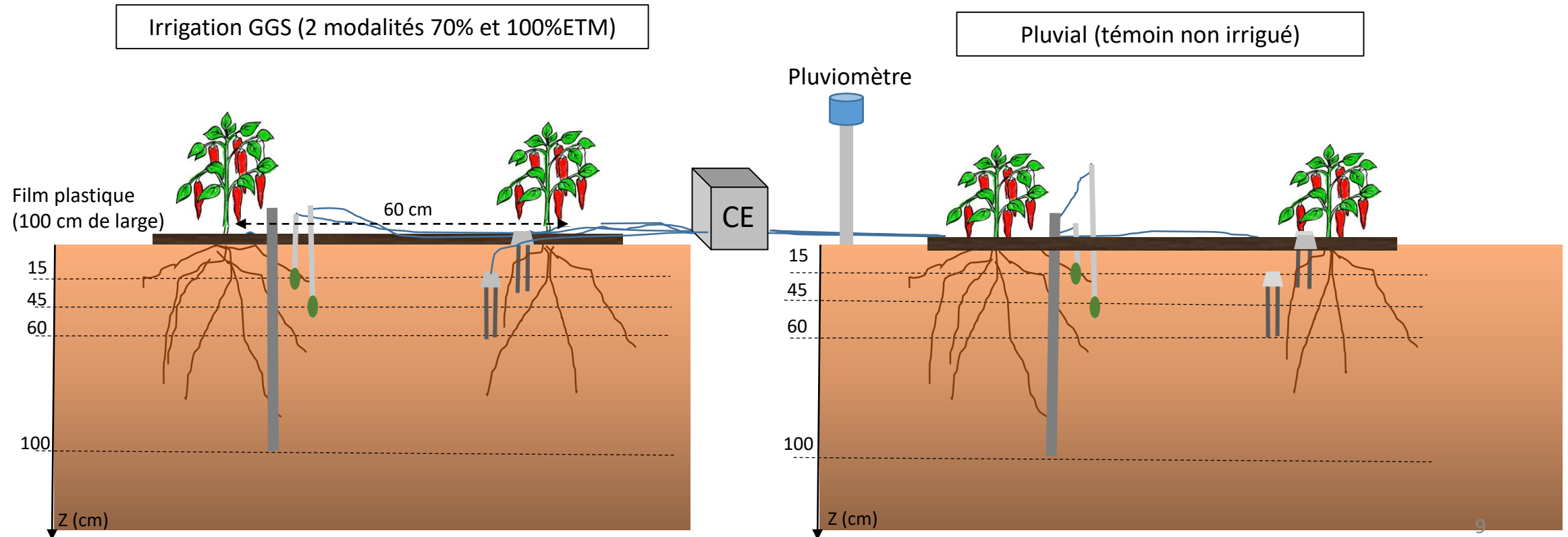
B1 - Méthode : Humidité et tension en eau du sol => conditions d'alimentation hydrique de la culture

Placette instrumentée par Geau

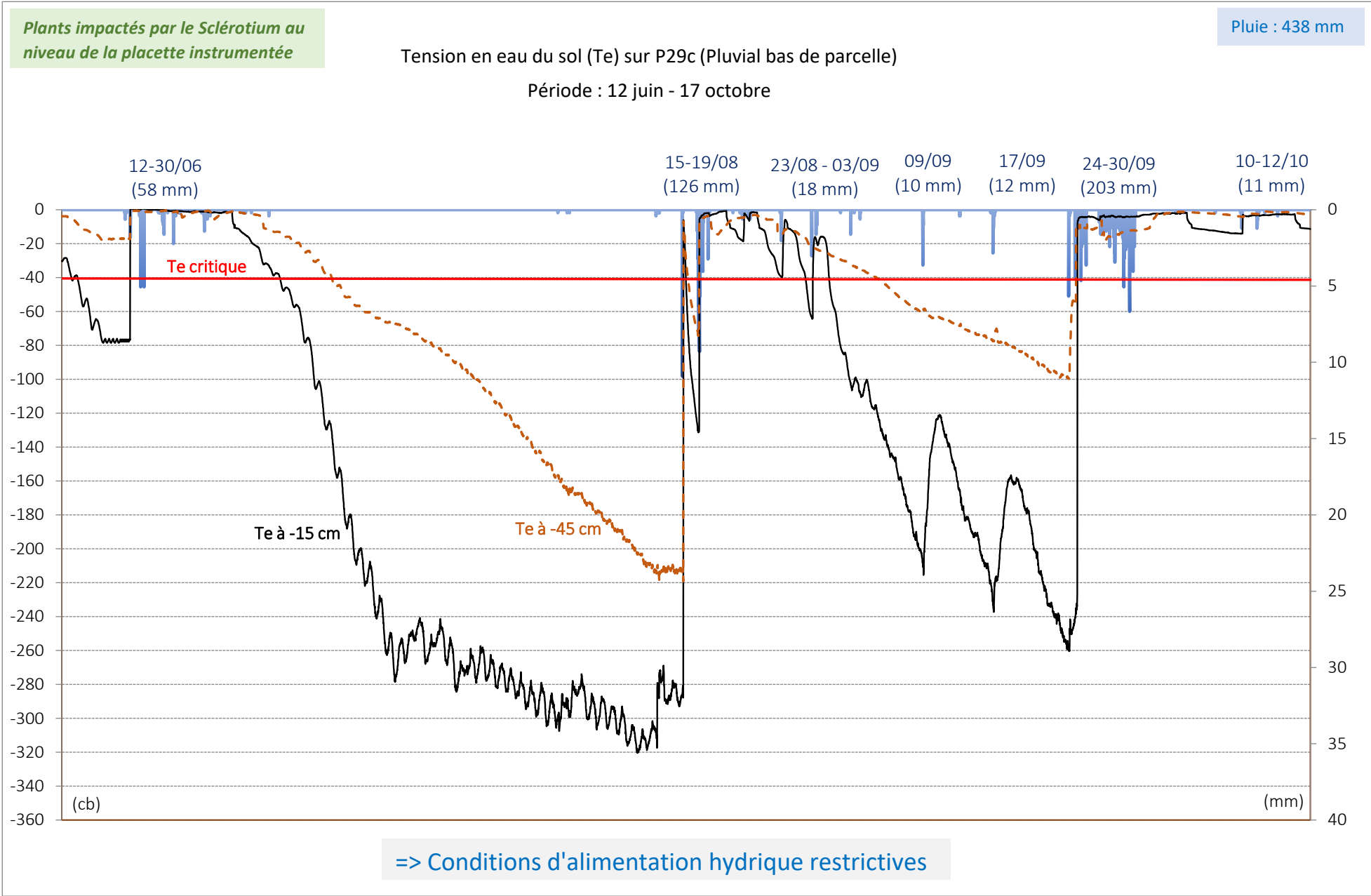
- 1 tube pour sonde à neutrons (0-100 cm) => Un relevé manuel d'humidité neutronique toutes les 3-4 semaines
- 2 tensiomètres Watermark (15 et 45 cm) => Tension en eau relevée en continu (accessibilité de l'eau aux racines et pilotage de l'irrigation)
- 2 sondes FDR CS-650 (0-30 et 30-60 cm) => Humidité volumique relevée en continu (pas de temps de 20')

Pour les 6 placettes instrumentées par Geau

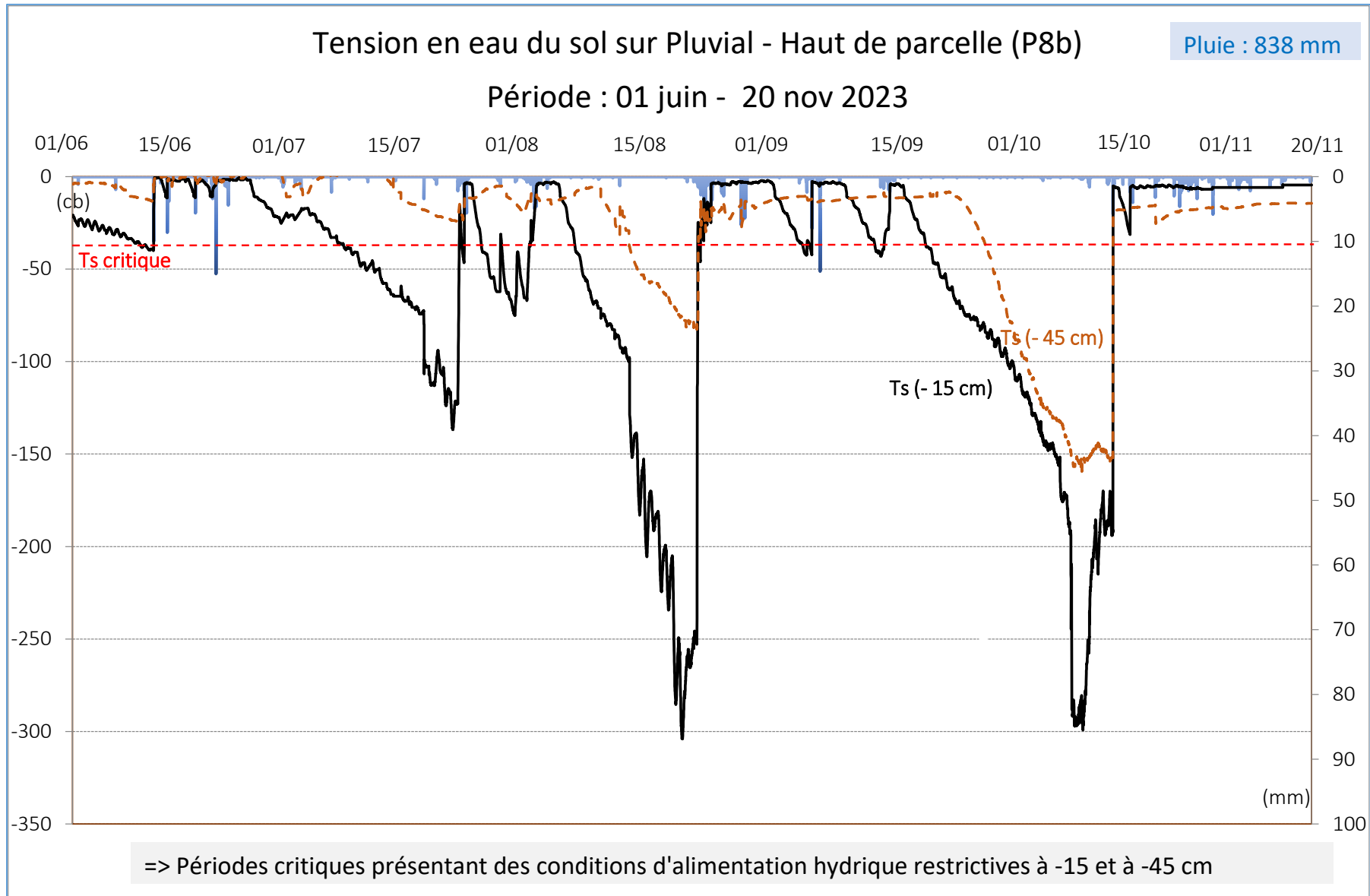
- 1 centrale d'enregistrement (CE) Campbell => Stockage des données hydro-tensio et d'arrosage toutes les 20'
- 1 station pluviométrique => Données relevées en continu (pas de temps de 20') et 1 station climato située à Espelette (pas de temps de 20')



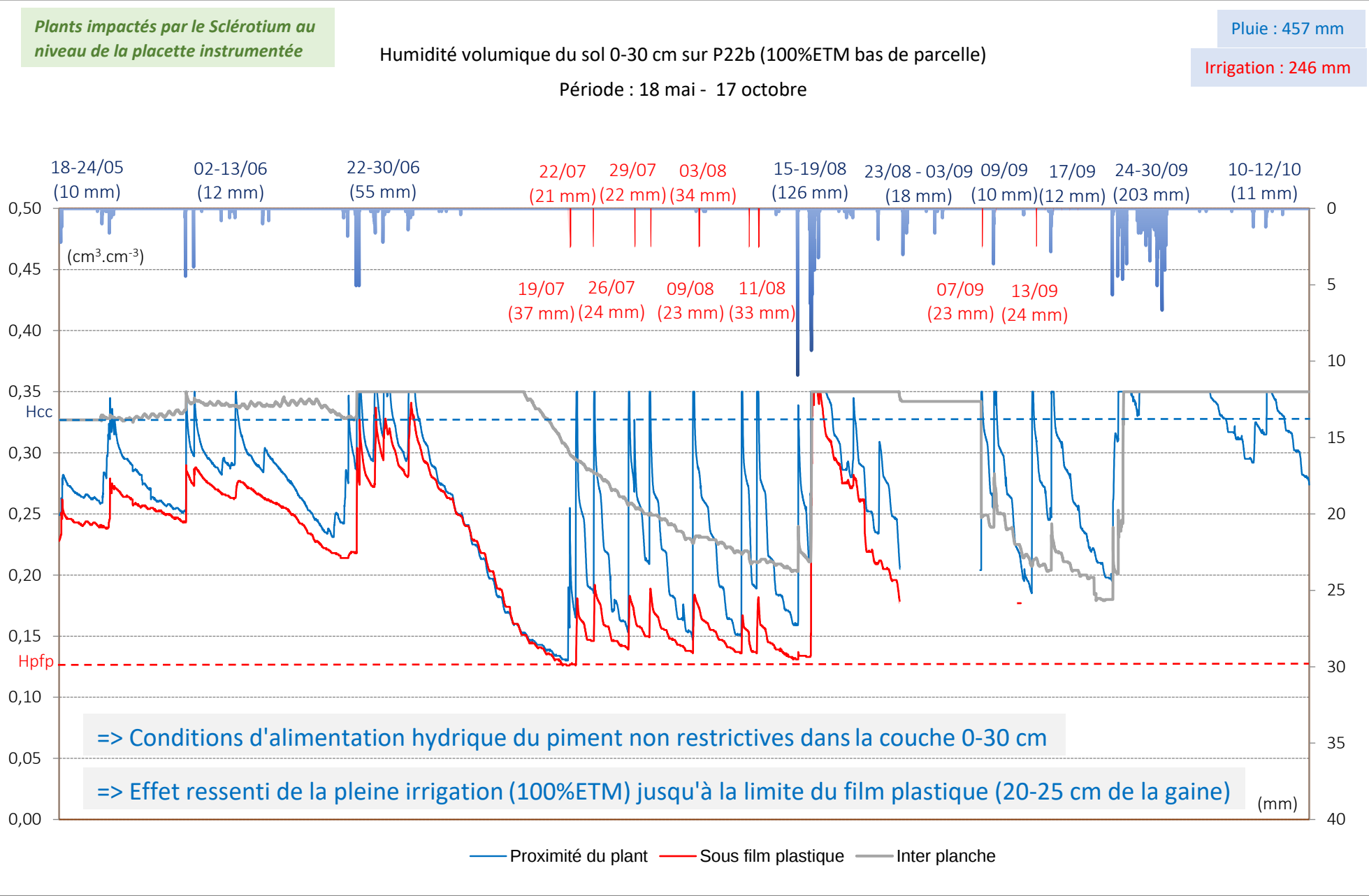
=> Conditions d'alimentation hydrique de la culture sur le traitement témoin conduit en pluvial (12 juin - 17 octobre 2022)



=> Illustration par les tensions en eau du sol des conditions d'alimentation hydrique de la culture sur le traitement conduit en pluvial (1 juin – 20 Novembre 2023)



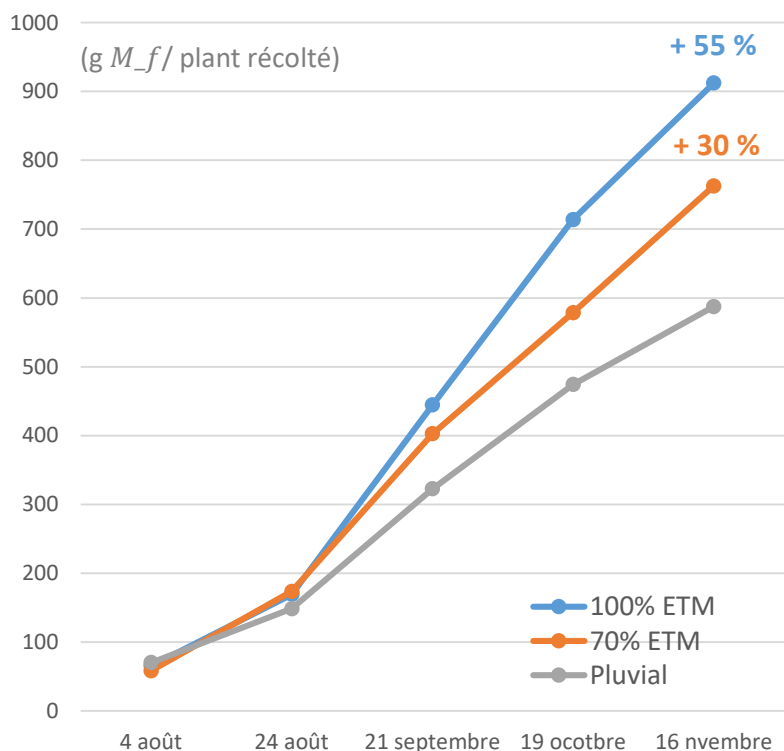
=> Conditions d'alimentation hydrique de la culture sur le traitement conduit avec un objectif d'irrigation à 100%ETM (18 mai - 17 octobre 2022)



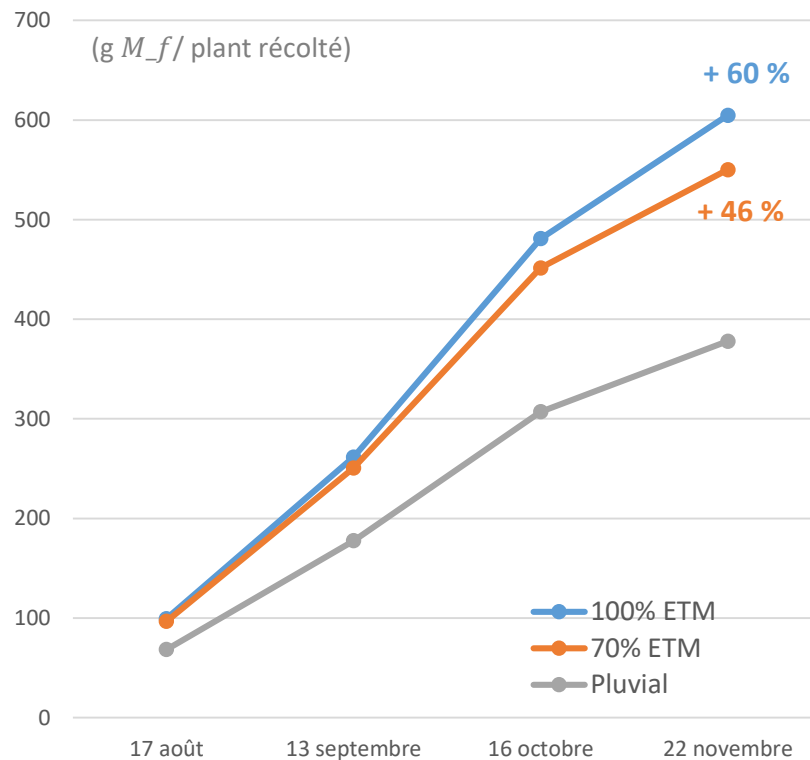
B2a- Résultat : Indicateurs de performance agronomique

❖ Biomasse de fruit frais produite par plant récolté (*Sources : récoltes effectuées à l'échelle des traitements*)

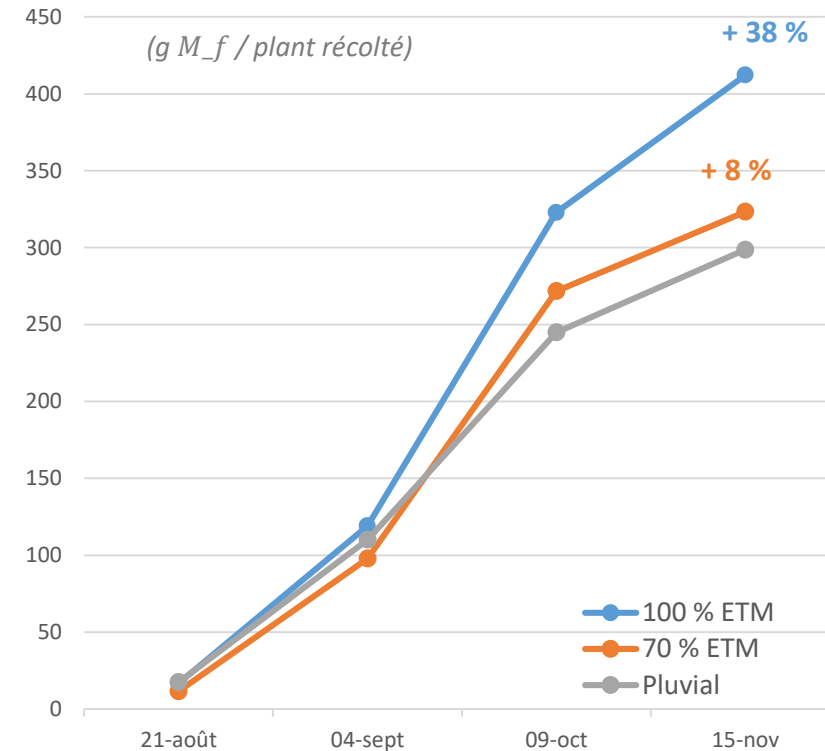
=> 2022



=> 2023



=> 2024



=> Les résultats enregistrés au cours des 3 campagnes soulignent la sensibilité du piment d'Espelette au stress hydrique ainsi que sa capacité à valoriser efficacement l'eau

=> Les suivis d'humidité du sol (0-40 cm) via les sondes hydrotensiométriques ont indiqué au cours des différentes campagnes des conditions d'alimentation hydrique non restrictives des plants sous irrigation contrairement aux plants non irrigués

B2b- Résultat : Indicateurs de performance agronomique

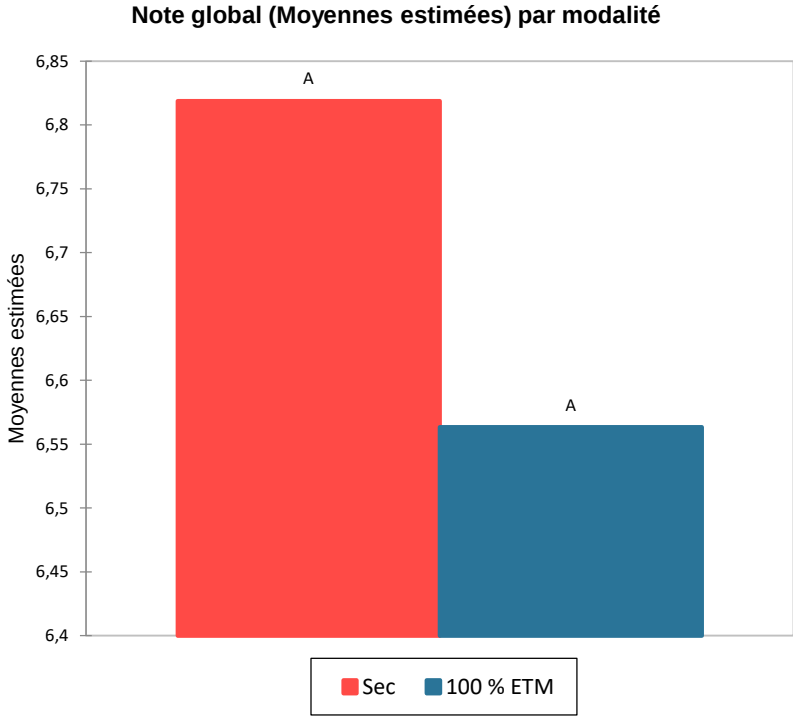
❖ Productivité de l'eau d'irrigation (PEI) => *Sources : récoltes effectuées à l'échelle des traitements*

Année	Modalité	Production		Dose appliquée		PEI	
		g Mf/pied	kg Mf/ha	l/pied	m3/ha	kg Mf/m3	kg Ms /m3
2022	PLUVIAL	587	10278	---	---	---	---
	70%ETM	763	13347	50	883	3,48	0,76
	100% ETM	912	15963	72	1261	4,51	0,99
2023	PLUVIAL	378	6615	---	---	---	---
	70%ETM	550	9629	47	818	3,69	0,81
	100% ETM	605	10584	67	1168	3,40	0,75
2024	PLUVIAL	299	5227	---	---	---	---
	70%ETM	323	5658	13	229	1,88	0,41
	100% ETM	412	7212	19	327	6,06	1,33

B2c- Qualité organoleptique en fonction de la modalité d'irrigation

- *Dégustation de 30 poudres / modalité à l'aide de la grille de dégustation habituellement employée lors des Commissions d'Examen Organoleptiques réalisées dans le cadre de l'AOP*

=> Pour l'ensemble des caractéristiques organoleptiques, ainsi que pour la note globale ($p\text{-value} = 0,383 > 0,05$), nous n'avons pas pu conclure à un effet significatif de la conduite de l'irrigation sur les caractéristiques organoleptiques des poudres



Caractéristiques	Moyennes estimées Sec	Moyenne estimées 100 % ETM	p-value (Student test)
Qualité aromatique	0.627	0.598	0.716
Intensité aromatique	0.911	0.933	0.702
Intensité du piquant	0.978	1	0.319
Qualité gustative	1.2	1.056	0.158
Qualité du piquant	1.244	1.122	0.224

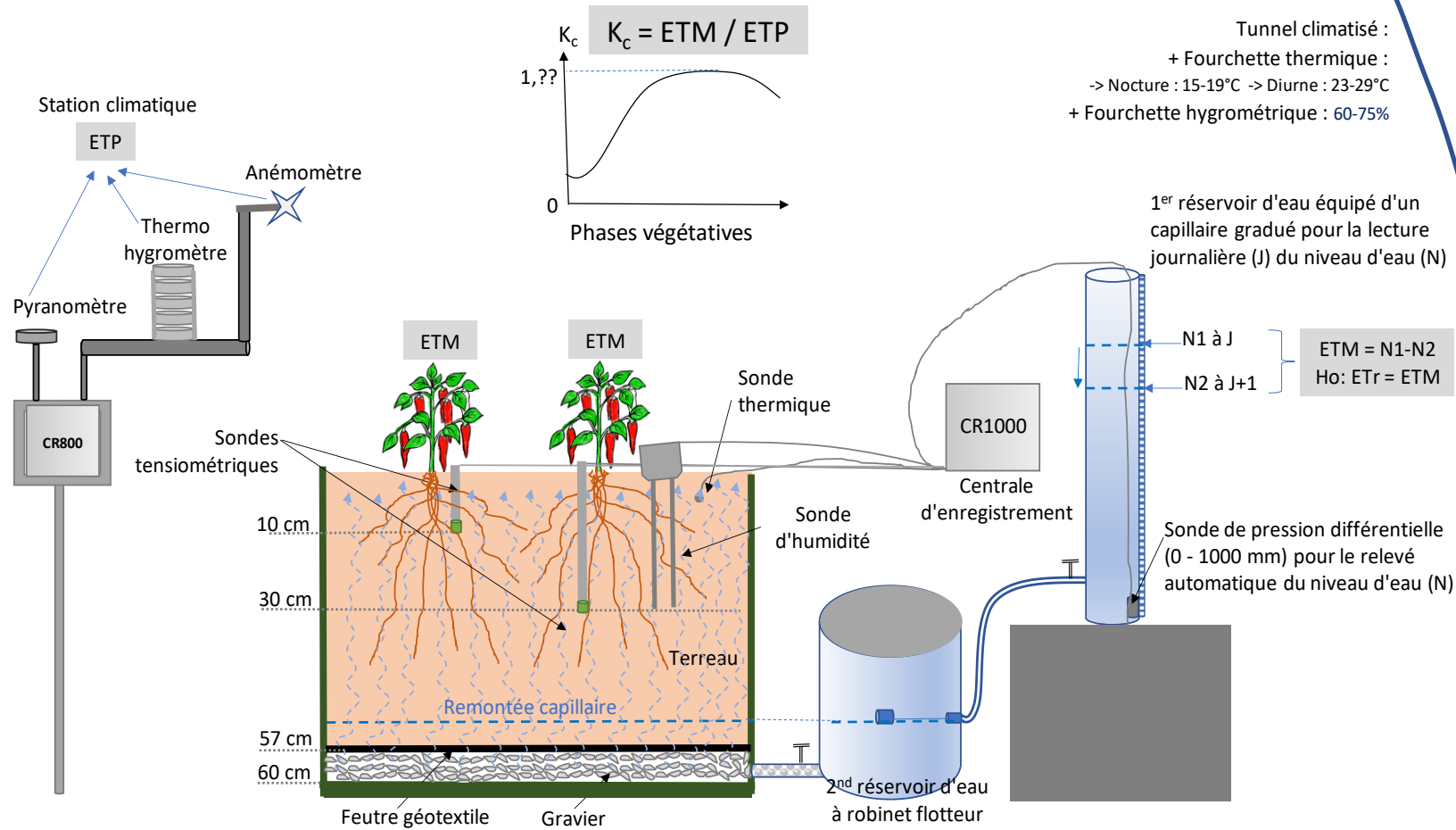
Projet pilote sur la transition agroécologique et l'adaptation au changement climatique
des systèmes de production du piment d'Espelette

C1 – C3 / Estimation de la consommation hydrique du piment (variété *Gorria*) en conditions d'alimentation non limitantes et détermination du coefficient de culture K_c

Dispositif lysimétrique sous tunnel climatisé (INRAE-Montpellier)
Résultats enregistrés du 01/06 – 31/07

C1- Méthode : Schéma du dispositif lysimétrique sous tunnel climatisé (INRAE-Montpellier)

Bâche plastique recouverte d'ombraline

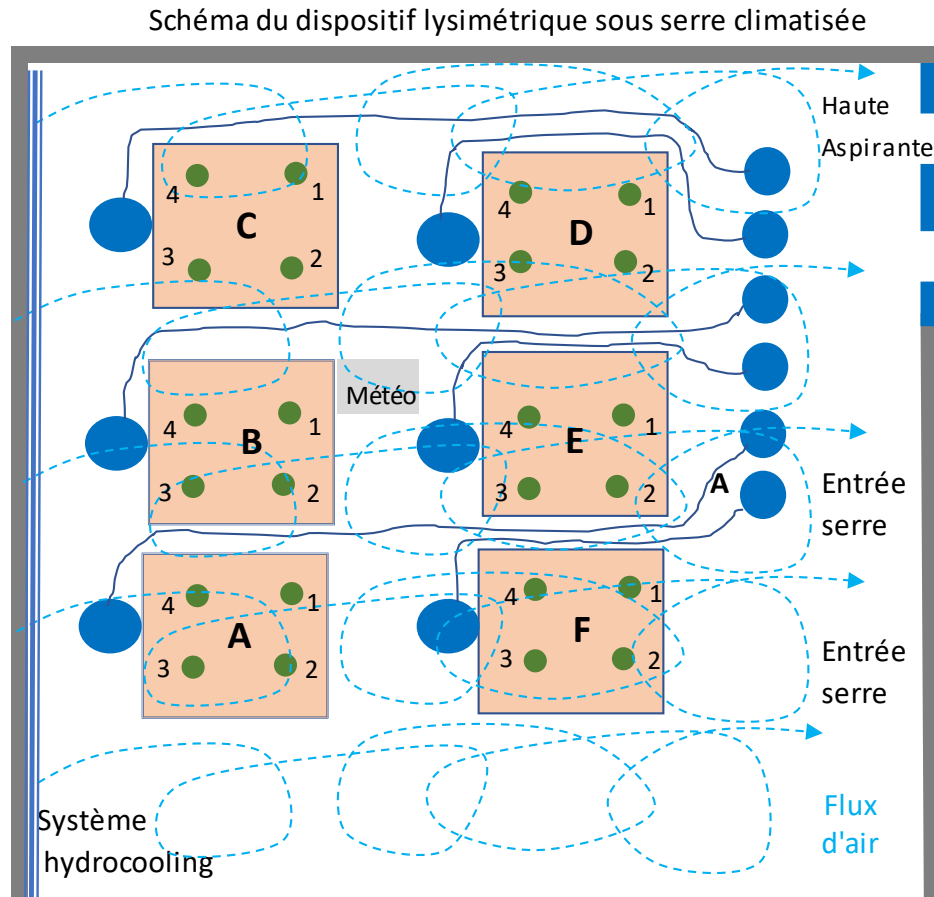


Composition du terreau mis dans les cuves plastiques :

- + Terreau Tref Go Formit V2-P3 Universel
- + Terreau Jiffy Substrates Cyclamen Poinsetia N°48
- + Terreau Jiffy Riz Cirad (tourbe blonde fine + tourbe blonde moyenne + Coco + Perlite + Sable + Argile à pH4.5 et EC0.2)

C1 - Méthode : Schéma du dispositif lysimétrique sous tunnel climatisé (INRAE-Montpellier) (vue de haut : 6 unités indépendantes soit 6 répétitions)

- Colonne d'eau équipée de sonde de pression
- Plant de piment 1, 2, 3 et 4
- Lysimètre instrumenté A, B, C, D, E et F



C1 – Méthode : Protocole de suivi

- Relevé automatique toutes les 20 minutes des données météo dans la serre climatisée, de pression hydrostatique dans les colonnes d'alimentation en eau, de tension en eau (-10 et -30 cm) et d'humidité volumique dans le terreau (0-30 cm)
- Relevé manuel hebdomadaire des indices foliaires des plants (I_f en m^2 foliaire/ m^2 de terreau) au LAI mètre (Licor 2000)



C1 – Méthode : Illustration du dispositif lysimétrique sous tunnel climatisé (INRAE-Montpellier)

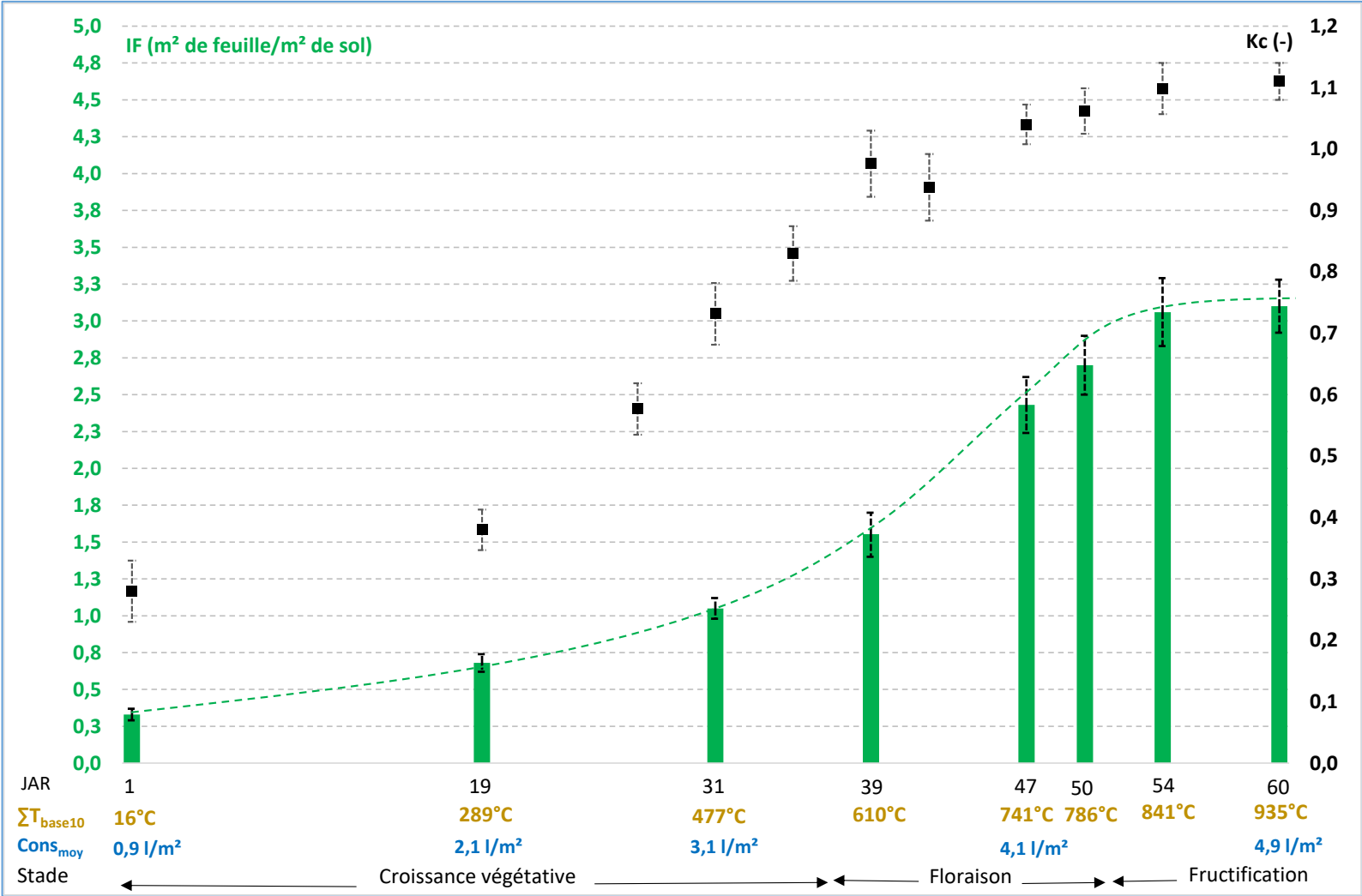


Colonnes d'alimentation en eau avec sondes de pression, bacs de terreau avec plants de piment, bacs à robinet flotteur, station météo



Sondes d'humidité et de tension en eau au droit d'un plant

C2 – Résultats : 1^{er} essai (01/06 – 31/07/2023)



=> Sous hypothèse de fonctionnement correct du dispositif lysimétrique, les évolutions journalières des hauteurs d'eau au niveau des colonnes d'alimentation des bacs cultivés ont indiqué des consommations variant de 0,9 à 4,9 mm/j pour des ETo variant de 1,2 à 4,8 mm/j. Conséquemment, les valeurs estimées des Kc ont varié, en moyenne, de 0,30 à 1,12 entre le 1^{er} et le 60^{ème} JAR (pleine fructification)

Projet pilote sur la transition agroécologique et l'adaptation au changement climatique
des systèmes de production du piment d'Espelette

D1 – D2 / Impact de pratiques alternatives sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le rendement.

Réseau d'essais satellites et parcelle d'expérimentation



D1 – Etude de paillages alternatifs au plastique : Protocole d'expérimentation

- 2 à 3 parcelles par an, répartis dans la zone AOP avec des situations différentes de sol et de pente
- 8 modalités étudiées : plastique polyéthylène, papiers crépon, fibre de pin enduit, chanvre, toile tissé, fougère, paille, polymères biodégradables
- Suivi tensiométrique à 15 et 40 cm et thermique à 10 cm de profondeur.
- Facteurs étudiés : facilité de pose et de plantation, dégradation des paillages, enherbement, rendement

Parcelle 1

Parcelle en plaine alluvial
avec un sol limono-
sableux et sans pente



Parcelle 2

Parcelle de coteaux avec
un sol limono-argileux et
une pente intermédiaire.



Parcelle 3

Parcelle de coteaux avec
un sol limono-argileux et
une forte pente.



D1 – Observations concernant l’efficacité des paillages

Paillage	Pose du paillage	Plantation	Dégradation du paillage	Développement des adventices	Coût (TTC)	Rendement commercial
Chanvre	--	-	++	++	1,3 € / m ²	-
Toile tissée	-	--	++	++	0,43 € / m ²	-
Fibre de pin enduit	--	--	--	-	0,22 € / m ²	--
Papier crépon	--	--	--	--	0,27 € / m ²	--
Fougère	-	++	++	++	?	--
Paille	-	++	++	+	?	-
Polymères biodégradable (18 µm)	++	++	++	+	0,15 € / m ²	++
Plastique polyéthylène (50 µm)	++	++	Non concerné	Référence	0,15 € / m ²	Référence

❖ Détails des notes : « ++ » = très satisfaisant, « + » = satisfaisant, « - » = encourageant à améliorer, « -- » = décevant.

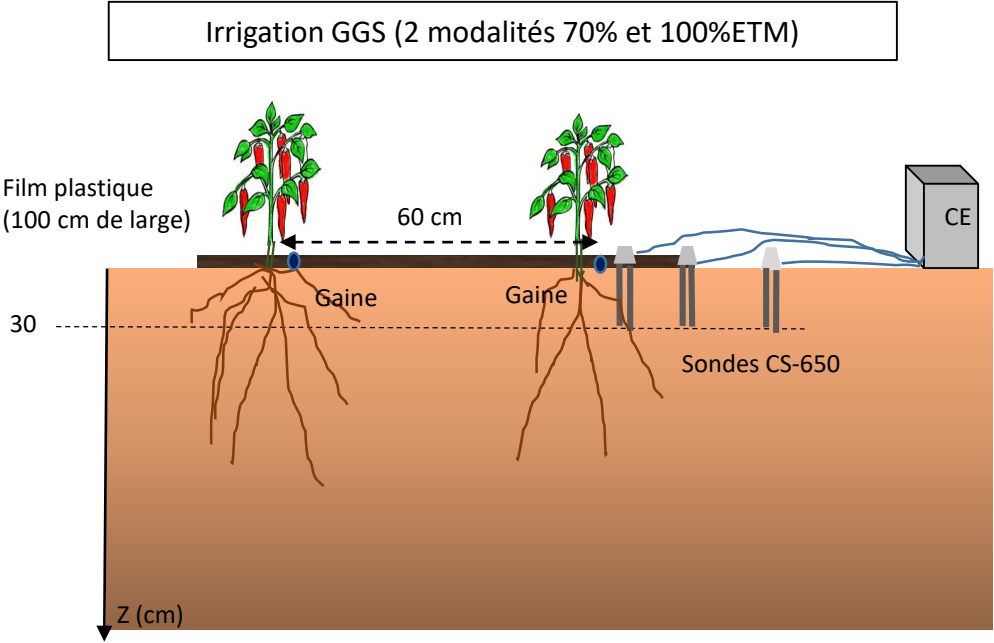
- ✓ Après 4 années d’étude, la fougère pourrait constituer une alternative au paillage plastique adaptée à un nombre restreint de producteurs (accès à la ressource variable, maintenance importante à l’installation du paillage,)
- ✓ Le paillage polymère biodégradable 18 micron est l’alternative la plus adaptée à notre itinéraire de culture.
- ✓ On observe des comportements hydriques et thermiques différents entre la fougère et le plastique sans pouvoir tirer de conclusions concernant leurs conséquences sur les piments, l’évapotranspiration, les maladies...

D1 – Influence de l’inter-planche sur l’efficacité de l’utilisation de l’eau et le rendement du piment

- 2022- Détermination de la limite d’humectation du sol sous film plastique par les goutteurs et, *à contrario*, de son assèchement par les racines du piment.

2 placettes instrumentées par Geau

- 3 sondes FDR CS-650 (0-30 cm) par placette => Humidité volumique relevée en continu (pas de temps de 20 minutes)



=> Observation : La limite de l’humectation se situe au niveau de la bordure du plastique.

- Etude de l’influence de la conduite de l’inter-planche sur le rendement du piment

Développement des couverts en 2023 :



Spontané



Trèfle

Développement des couverts en 2024 :



Nu & travaillé



Trèfles & Ray Grass

=> Observation : Il n’y a pas eu d’effet significatif du mode de conduite de l’inter-planche sur le rendement du piment 2022, 2023 et en 2024
Le couvert doit être semé dès que possible après la plantation pour limiter l’érosion.

- F / Conclusion (2022-2024)

Enseignements au terme du projet :

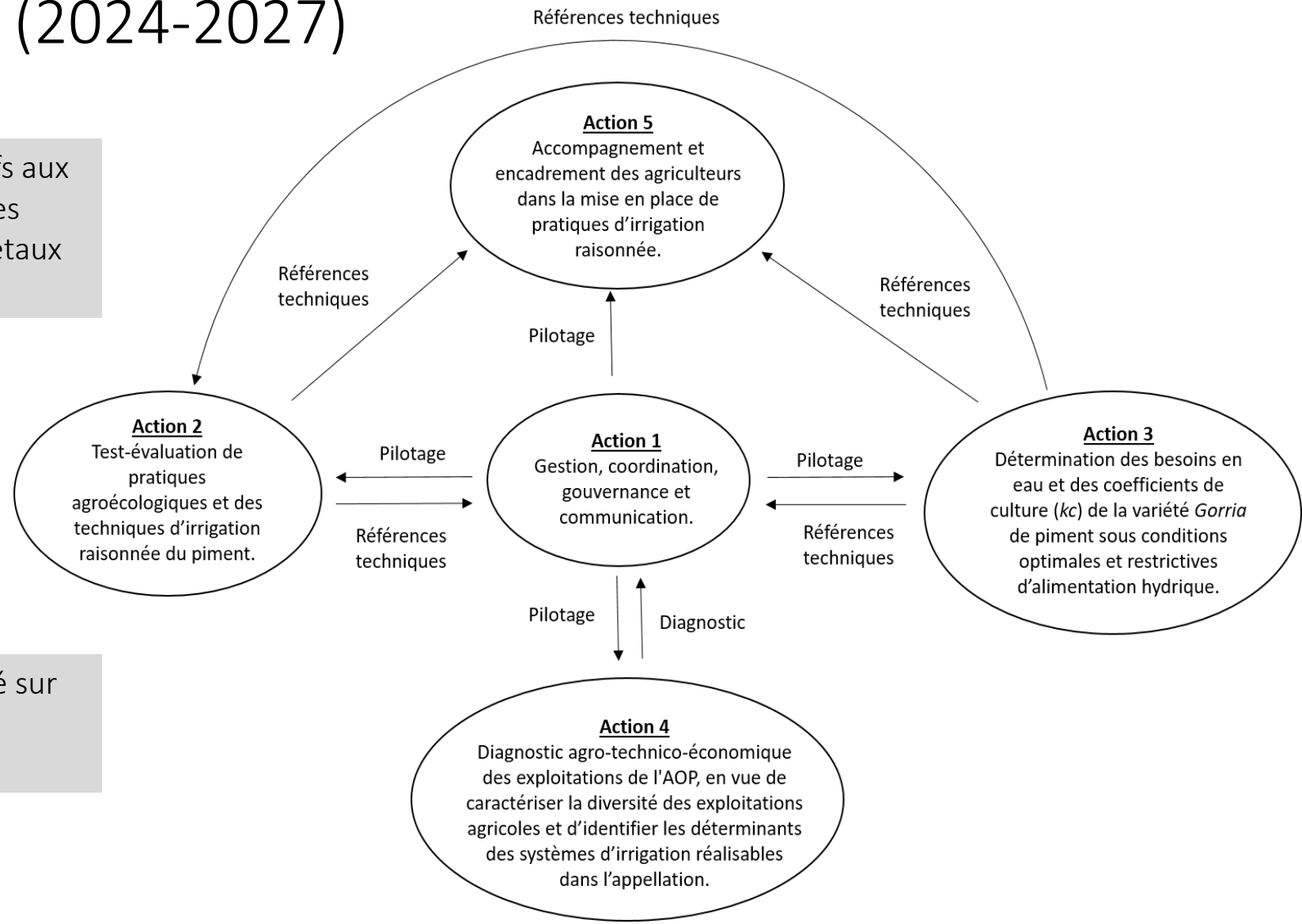
- ✓ Une irrigation en GGS, raisonnée et adaptée aux besoins des plants, permet de sécuriser significativement le rendement tout en préservant les caractéristiques organoleptiques de la poudre de piment d'Espelette, comme l'a reconnu l'INAO.
- ✓ Une 1ère estimation des besoins en eau maximaux et des coefficients k_c de la culture a été réalisée sous tunnel climatisé
- ✓ Le paillage plastique biodégradable constitue l'alternative la plus adaptée à notre système de production.
- ✓ La culture de couverts végétaux en inter-planche est possible sans concurrence significative avec le piment.



G / Les actions futures (2024-2027)

- ✓ Consolidation et transfert des acquis relatifs aux besoins en eau de la culture, au pilotage des arrosages et à la conduite de couverts végétaux en inter-planche.

- ✓ Etat des lieux des exploitations de l'AOP axé sur les déterminants des systèmes d'irrigation (captage et distribution)

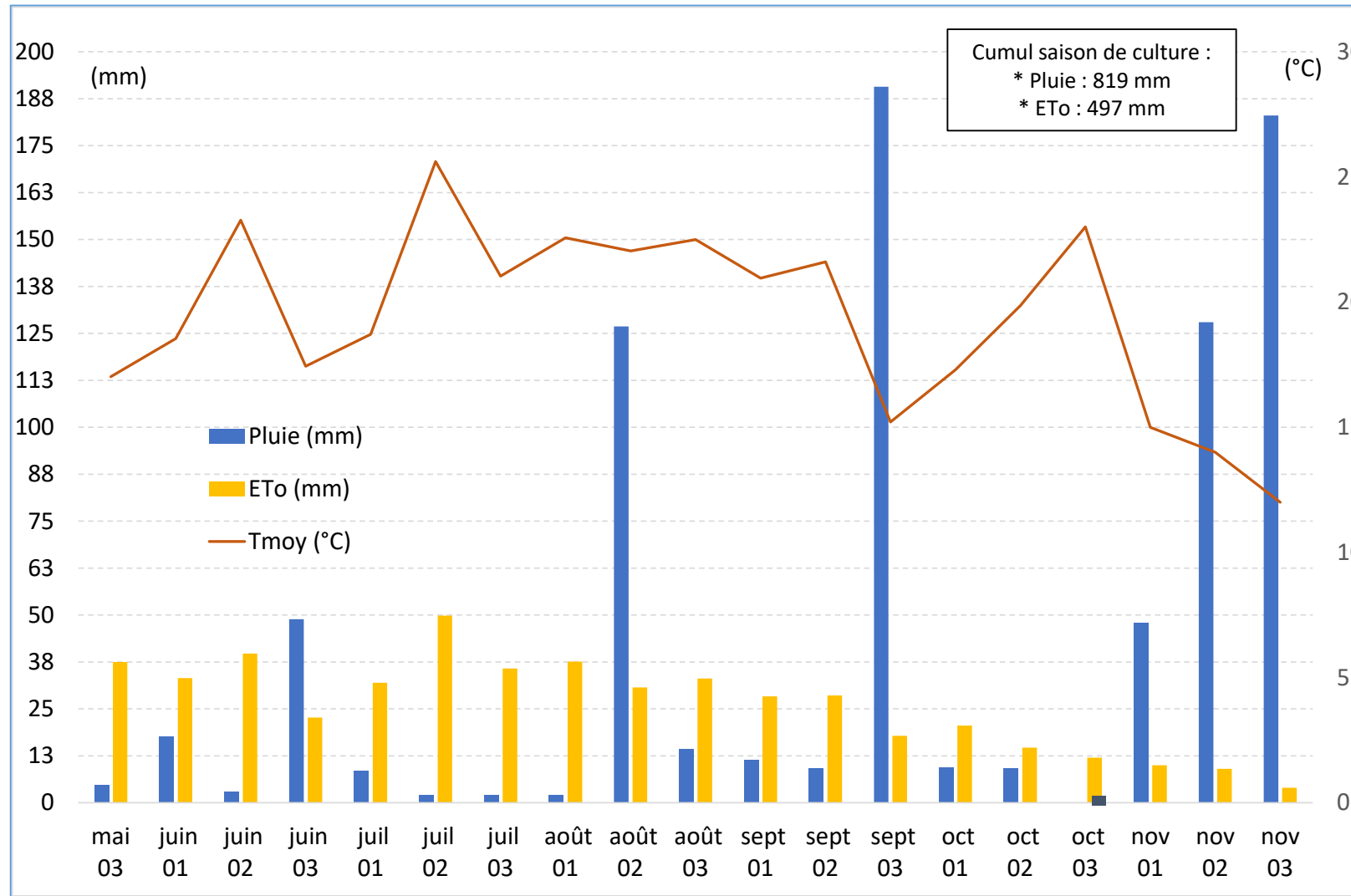


- Perspectives : Montage d'un projet sur la quantification des ressources en eau de surface mobilisable pour l'agriculture

ANNEXES

=> Pluies, demande en eau du climat et température moyenne de l'air (20 mai - 30 novembre 2022)

(Pas de temps : décade)

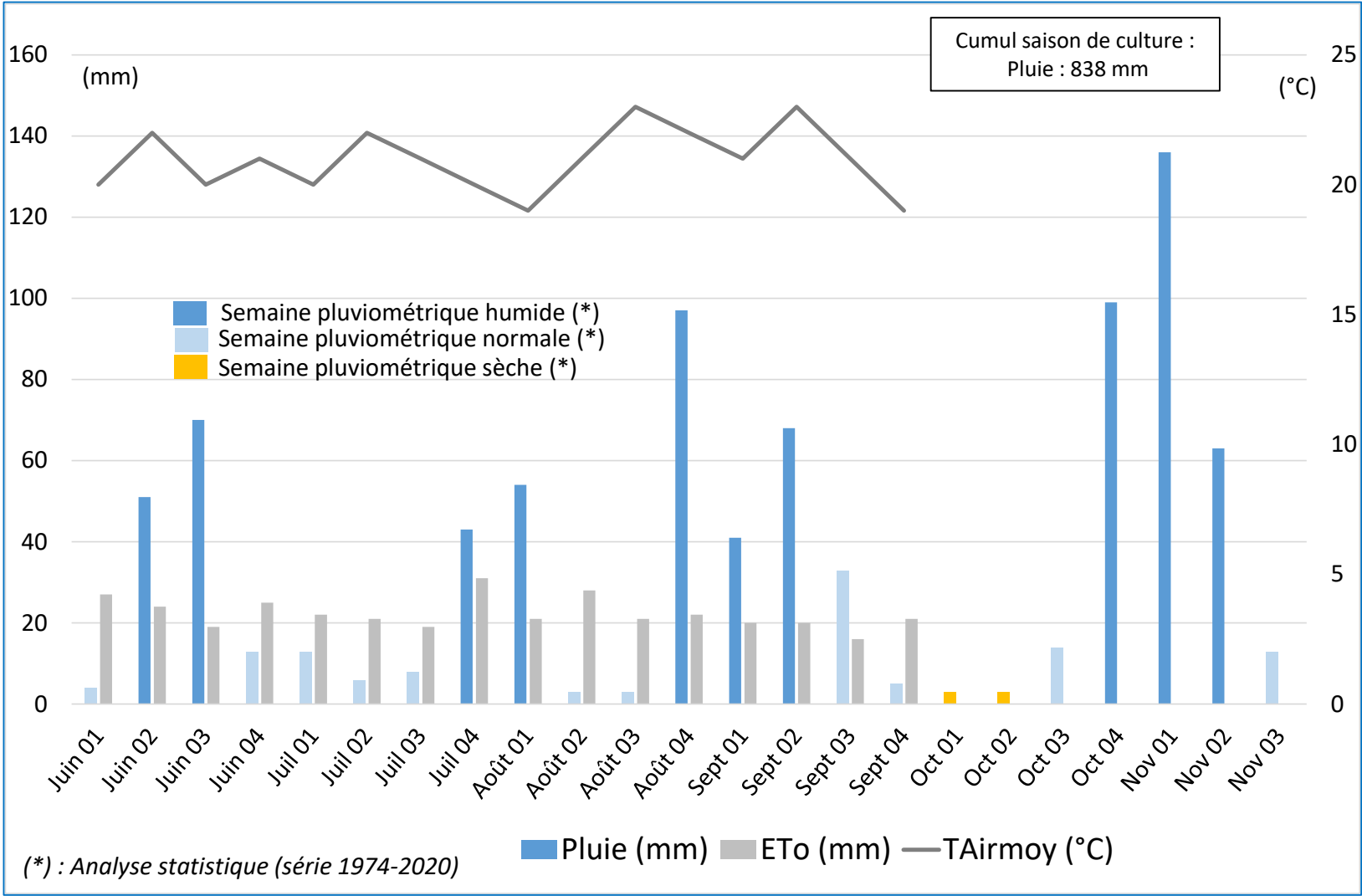


=> Irrégularité des pluies très marquée : 77% du cumul pluviométrique (629 mm) concentré sur 4 décades et sur 2 seulement (318 mm) durant la période potentielle d'irrigation (juillet - août)

=> Déficit pluviométrique particulièrement exacerbé du 01 juillet au 16 août (seulement 7 mm de pluie enregistré)

=> Des conditions thermiques anormalement élevées propices au développement du *Sclerotium rolfsii*

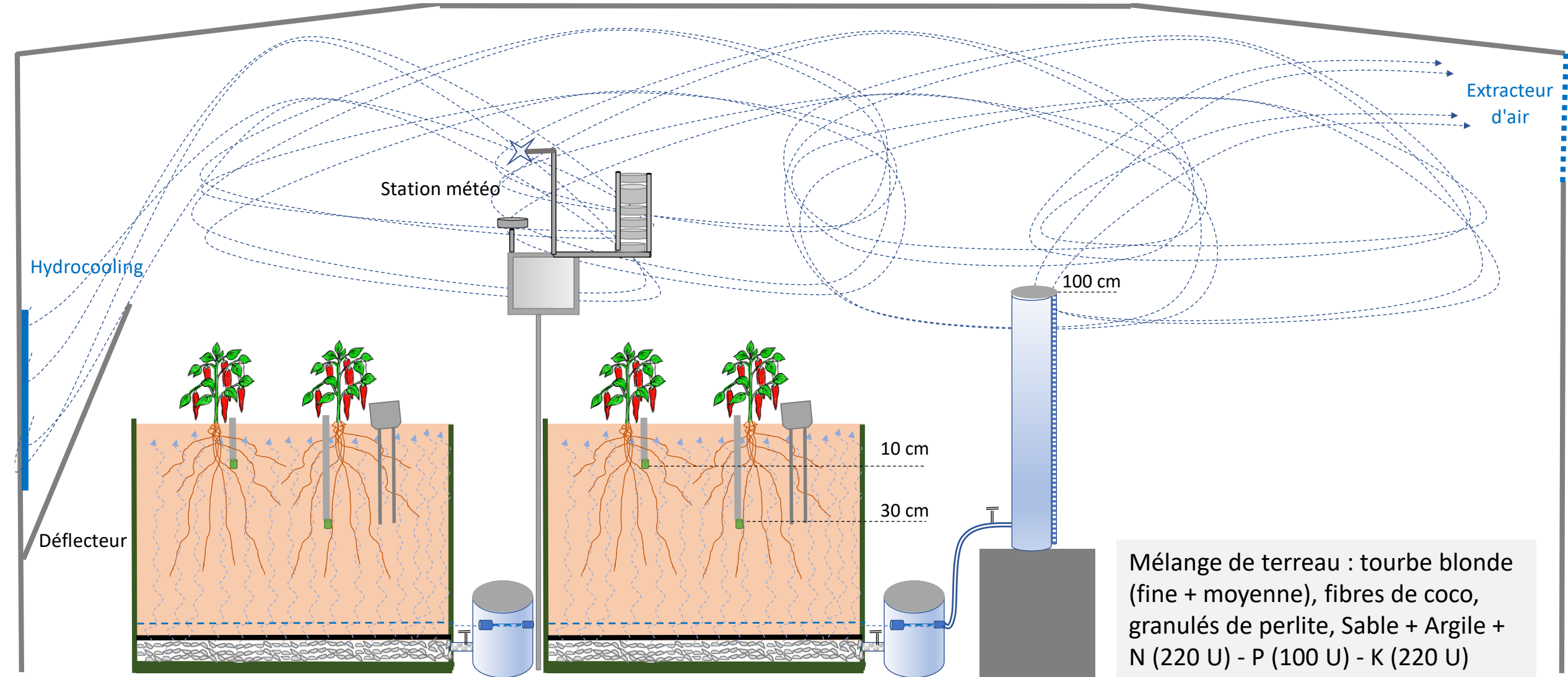
=> Conditions climatiques de la campagne expérimentale (01 juin - 20 novembre 2023)



=> Malgré un cumul de 838 mm, on notera l'irrégularité de la pluviométrie très marquée laissant apparaître des périodes sèches pouvant impacter le développement et la production des plants si l'irrigation de complément n'est pas systématiquement pratiquée !

=> Données de température et d'ETo manquantes à partir d'octobre

C1 – Méthode : Schéma du dispositif lysimétrique sous tunnel climatisé (INRAE-Montpellier)



C1 – Méthode : Conditions microclimatiques sous tunnel au cours des 2 essais conduits en 2023

	T°C min	T°C max	T°C moy	HR (%)	Rg (J/cm²/jour)	ETo (mm/jour)
01/06 - 31/07	] 15 ; 23 [	] 25 ; 39 [	] 23 ; 28 [	] 63 ; 87 [	] 350 ; 1716 [	] 1,2 ; 4,8 [
01/09 - 31/10	] 11 ; 22 [	] 20 ; 34 [	] 16 ; 26 [	] 71 ; 90 [	] 268 ; 1553 [	] 0,8 ; 3,6 [
Valeurs recherchées initialement	-	-	] 23 ; 26 [	] 60 ; 80 [	-	] 1,0 ; 5,5 [

=> Les conditions de température et d’humidité de l’air sous tunnel ont, en règle générale, été plus ou moins conformes aux conditions recherchées initialement. Seules, les valeurs de rayonnement et, conséquemment, d’ETo ont été inférieures aux valeurs escomptées notamment au cours du 2nd essai.

C1 – Méthode : Conditions hydriques du terreau au cours des 2 essais conduits en 2023

01/06 - 31/07	Lysimètre					
	A	B	C	D	E	F
Hv 0-30 cm (%)	]26 ; 38[	]28 ; 37[	]34 ; 39[	]34 ; 38[	]32 ; 40[	]31 ; 37[
Ts -10 cm (kPa)	] -4 ; 0[	] -6 ; 0[	] -3 ; 0[	] -1 ; 0[	] -2 ; 0[	] -1 ; 0[
Ts -30 cm (kPa)	] -4 ; -1[	] -2 ; 0[	] -4 ; -2[	] -4 ; 0[	] -2 ; -1[	] -4 ; -1[
01/09- 31/10	Lysimètre					
	A	B	C	D	E	F
Hv 0-30 cm (%)	]26 ; 34[	]29 ; 35[	]31 ; 41[	]32 ; 39[	]30 ; 38[	]32 ; 36[
Ts -10 cm (kPa)	] -3 ; 0[	] -2 ; 0[	] -5 ; 0[	] -4 ; 0[	] -1 ; 0[	] -6 ; 0[
Ts -30 cm (kPa)	] -3 ; -1[	] -1 ; 0[	] -3 ; -1[	] -5 ; -2[	] -3 ; -0[	] -3 ; -1[

=> Les valeurs d’humidité volumique et de tension en eau dans l’horizon 0-30 cm du terreau ont indiqué des conditions non restrictives d’alimentation en eau par remontée capillaire des plants de piment au cours des 2 essais conduits en 2023