

Conservation des grands arbres: le suivi hydrique des sols est-il une aide efficace? Cas particulier des persistants



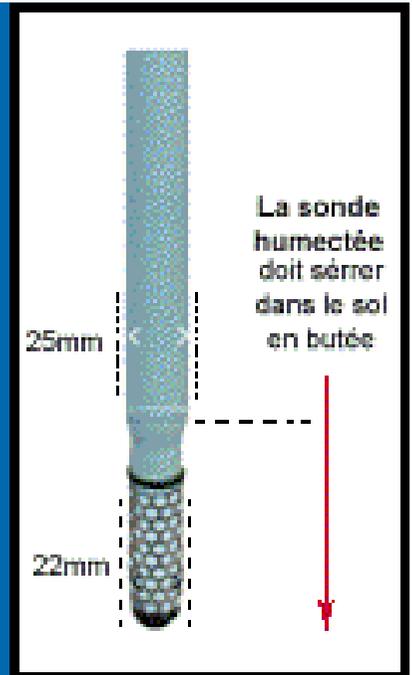
L. Chabbey, M. Schaller, P. Boivin,
Filière Agronomie Sols et substrats

Les sondes tensiométriques

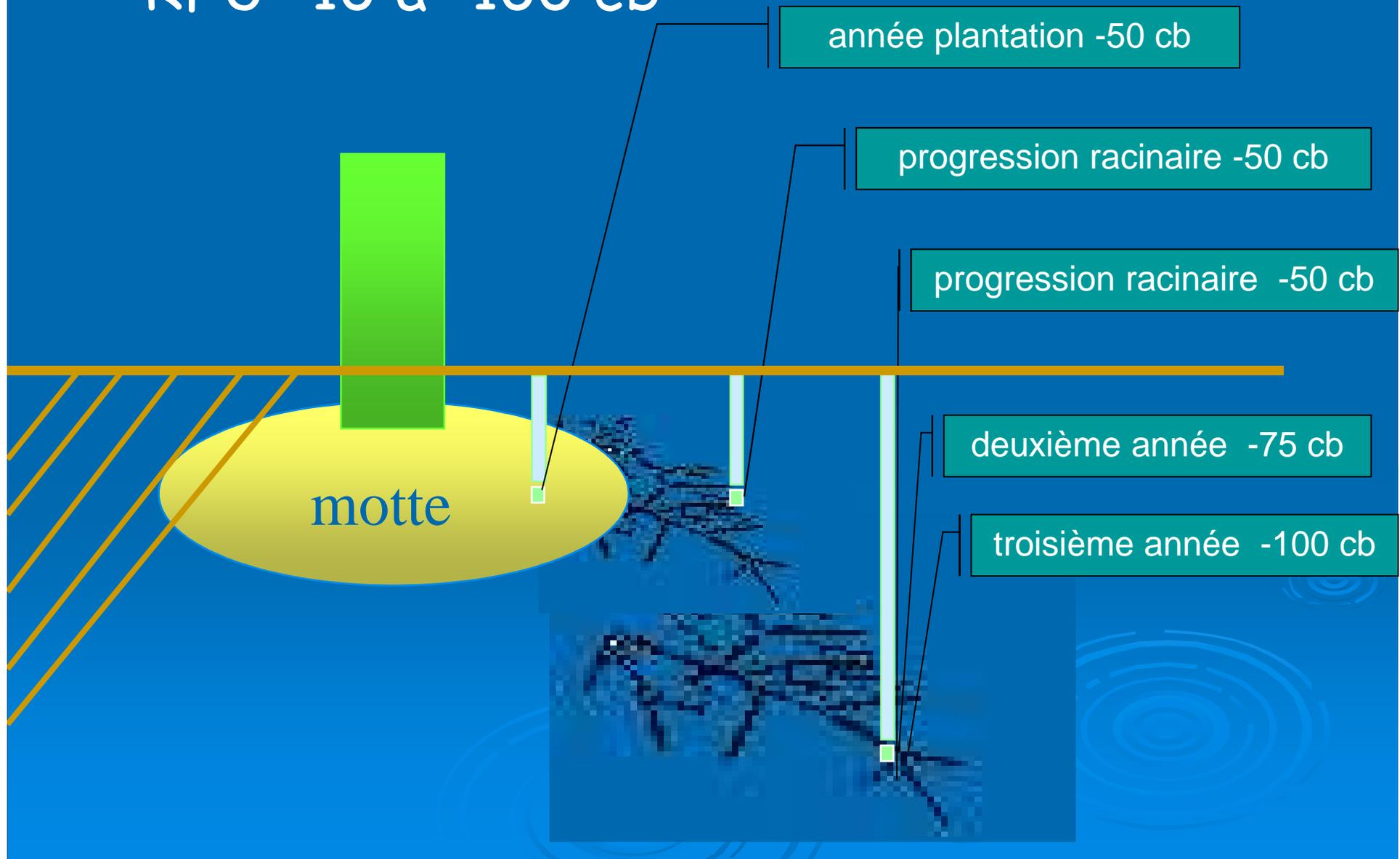
- Mesurer la disponibilité en eau du sol
 - sol humide = tension faible sol sec = tension forte
- Piloter les arrosages
 - fréquence, quantité
- Caractériser les transferts hydriques du sol
 - suivi de chantier (préservation de la fertilité physique du sol)
- Évaluer l'enracinement et suivre la progression du front racinaire

Mise en place des sondes

- Etalonnage
- Assurer un bon contact sol-sonde



Seuils de déclenchement de l'arrosage RFU -10 à -100 cb



Systeme d'arrosage



Goutteurs autorégulés

3 / mètre linéaire

Débit ~2 litre/h

Installation de 5 à 12 m selon la
grosseur de la motte

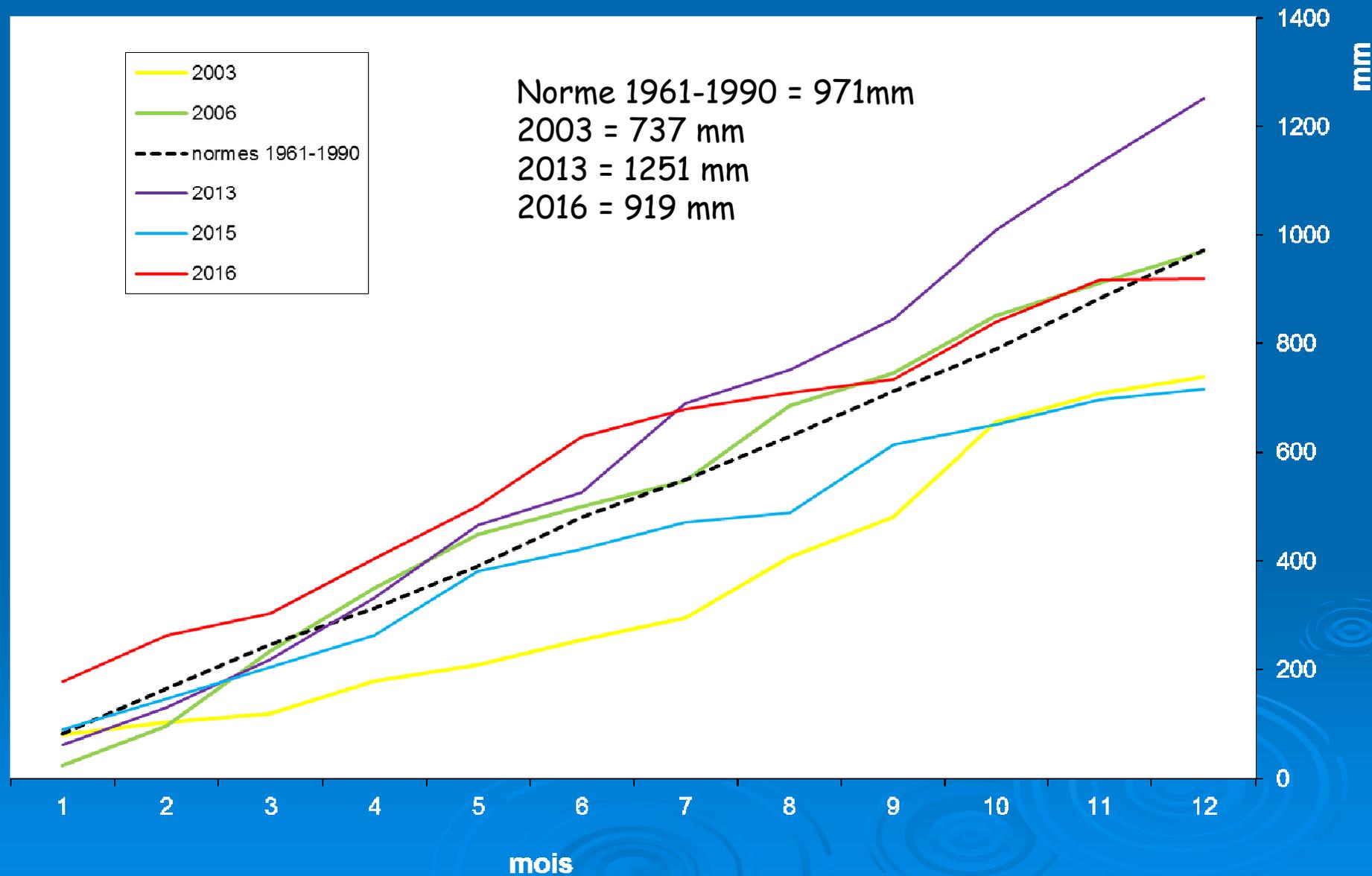
Simulation de l'infiltration d'une
pluie

Le sol est humidifier de façon
homogène

Cumul mensuel et norme annuel de la pluviométrie

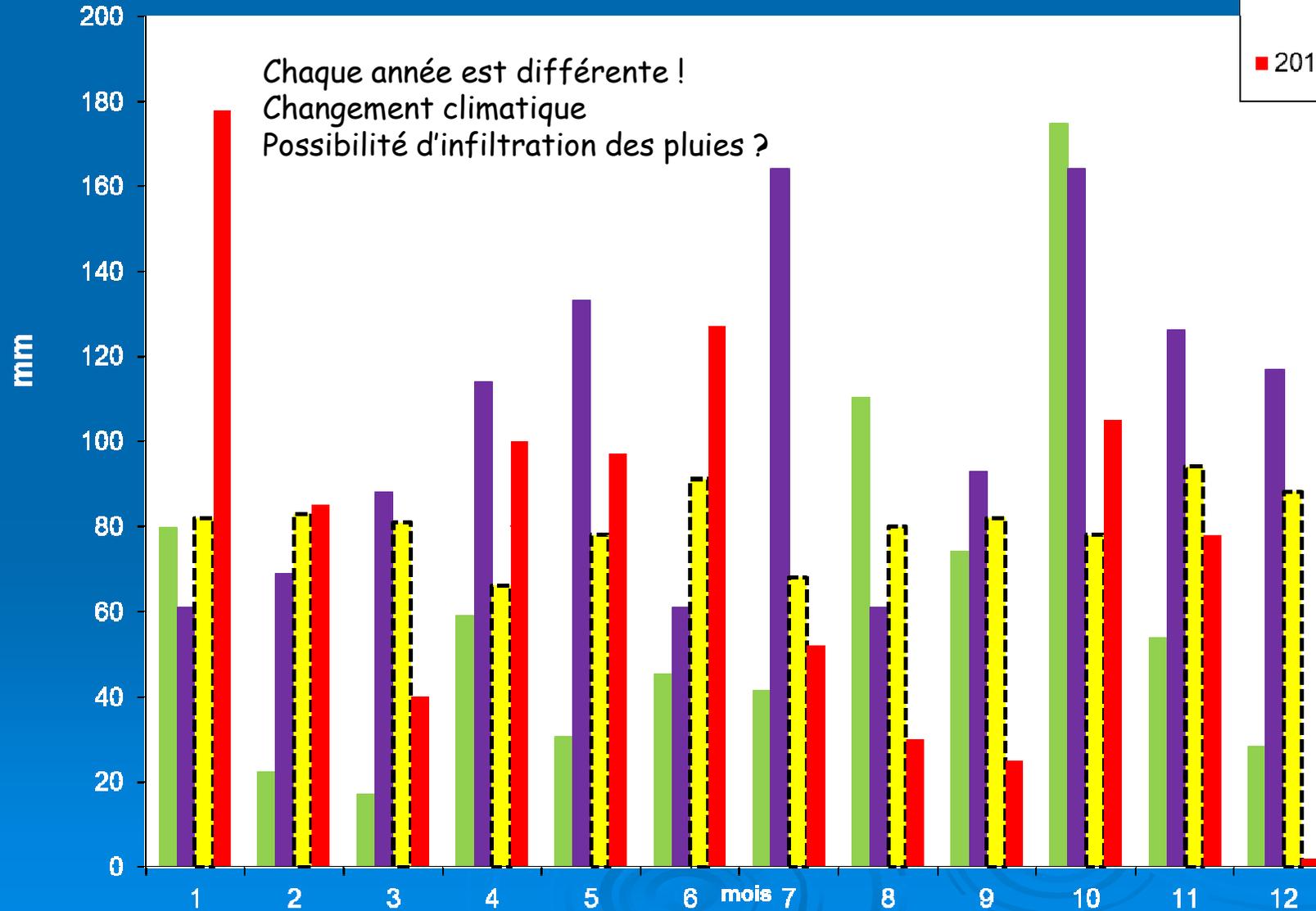
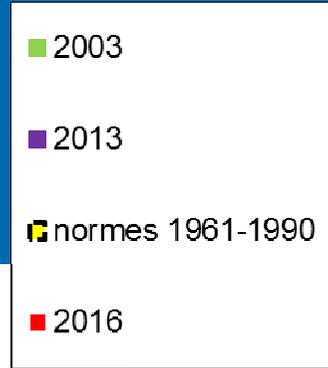
(moyenne de 9 stations Genevoise)

ANIERES-BERNEX-DARDAGNY-LA-PLAINE-LULLIER-LULLY-MEINIER-PEISSY-SATIGNY-



pluviométrie mensuelle (moyenne de 9 stations Genevoise)

ANIERES-BERNEX-DARDAGNY-LA-PLAINE-LULLIER-LULLY-MEINIER-PEISSY-SATIGNY



Changement climatique ? les faits !

En ville tout est amplifié, infiltration limitée et îlot de chaleur

- D'après l'Organisation météorologique mondiale (OMM) l'année 2016, à l'échelle globale, s'apprête à devenir l'année la plus chaude depuis le début des mesures. 1.2 °C plus élevée par rapport à la période préindustrielle.
- Décembre 2015 a été anormalement doux avec un écart à la norme 1981-2010 de près de 4 degrés.
- Janvier a été copieusement arrosé au Nord des Alpes. Certains postes de mesures ouverts depuis plus de 100 ans ont comptabilisé la somme pluviométrique la plus élevée pour un mois de janvier.
- le premier semestre 2016 s'est régionalement terminé au Nord des Alpes avec les sommes de précipitations les plus élevées depuis le début des mesures en 1864.
- Le 27 août, il a fait jusqu'à 33.5 degrés à Genève et 33.8 degrés à Bâle. Pour Genève, il s'agit très nettement de la valeur la plus élevée pour une fin août depuis le début des mesures en 1864.
- Novembre 108h la plus longue période de foehn sans interruption depuis le début des mesures automatiques en 1981 record de vitesse 135 km/h.
- Pour la Suisse, 2016 fait partie des 10 années les plus chaudes depuis le début des mesures en 1864.

Cèdres pleureur de l'OMPI



2001

Massif
d'annuelle



2005



2009



2011



Cuvette?
Analyses de sol
Pose de sonde Watermark
Installation gouteur 130m
390 gouteurs à 1,9 litres/h
Surface arrosée 80 m²
Vanne volumétrique
8m³ = 100 l/m²

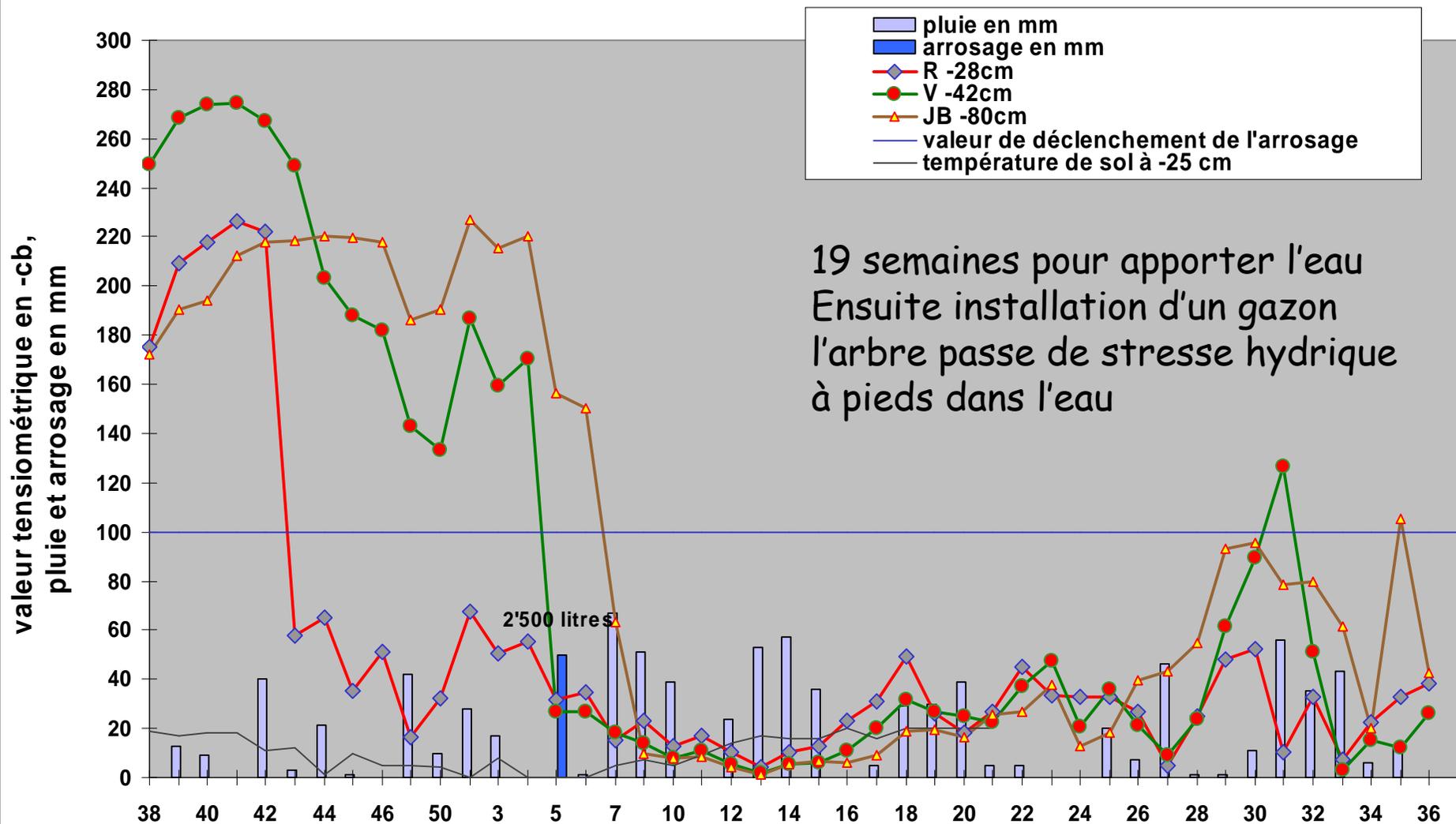
Cèdre de L'OMPI (organisation mondiale de la propriété intellectuelle)

n=4

profondeur : 28 cm - 42 cm - 80 cm

circonférence septembre 2005 - 250 cm

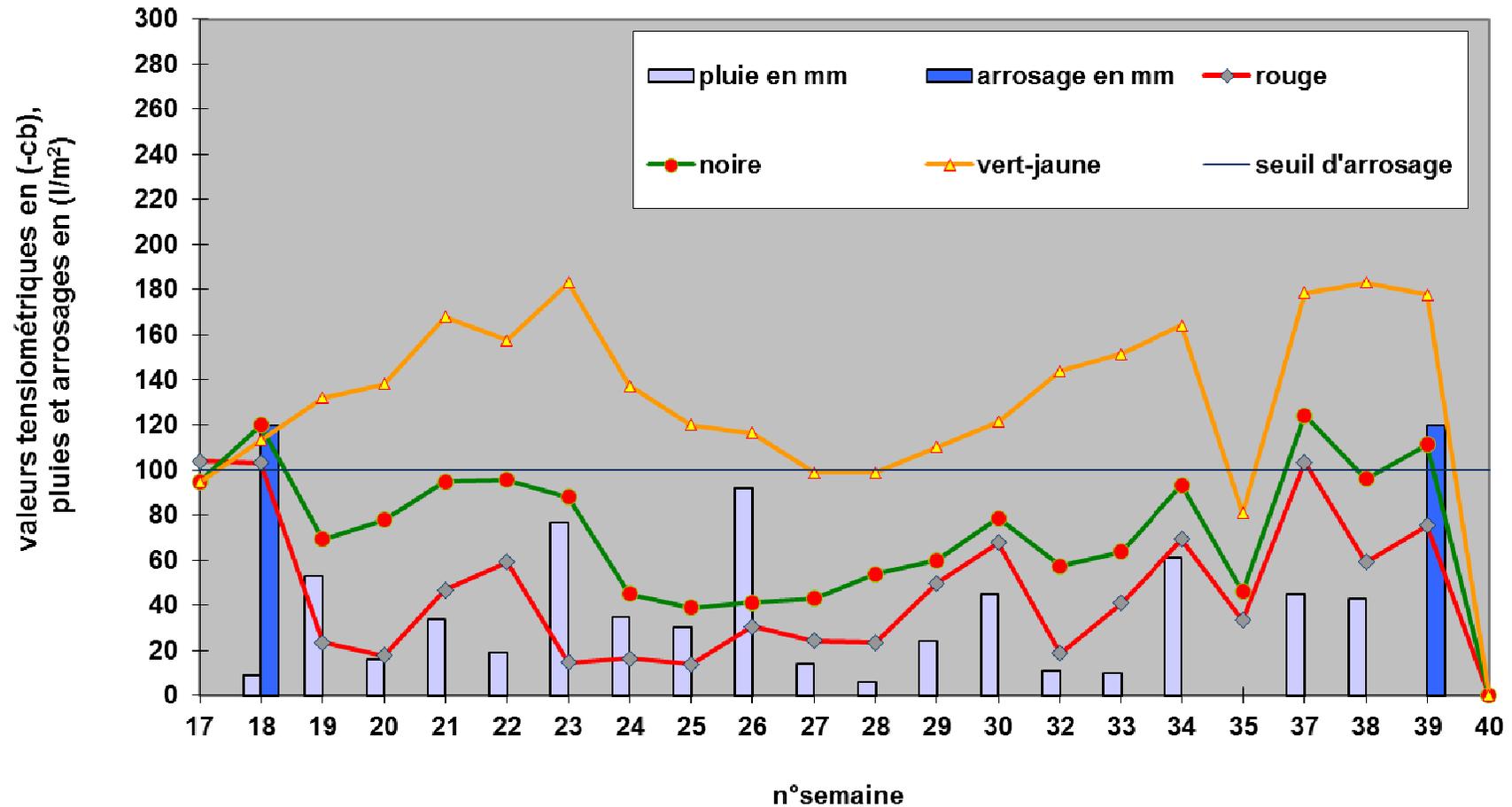
Suivi tensiométrique de l'humidité du sol Cèdre de l'OMPI (2005-2006)



mi-septembre

5 février 2500 litres

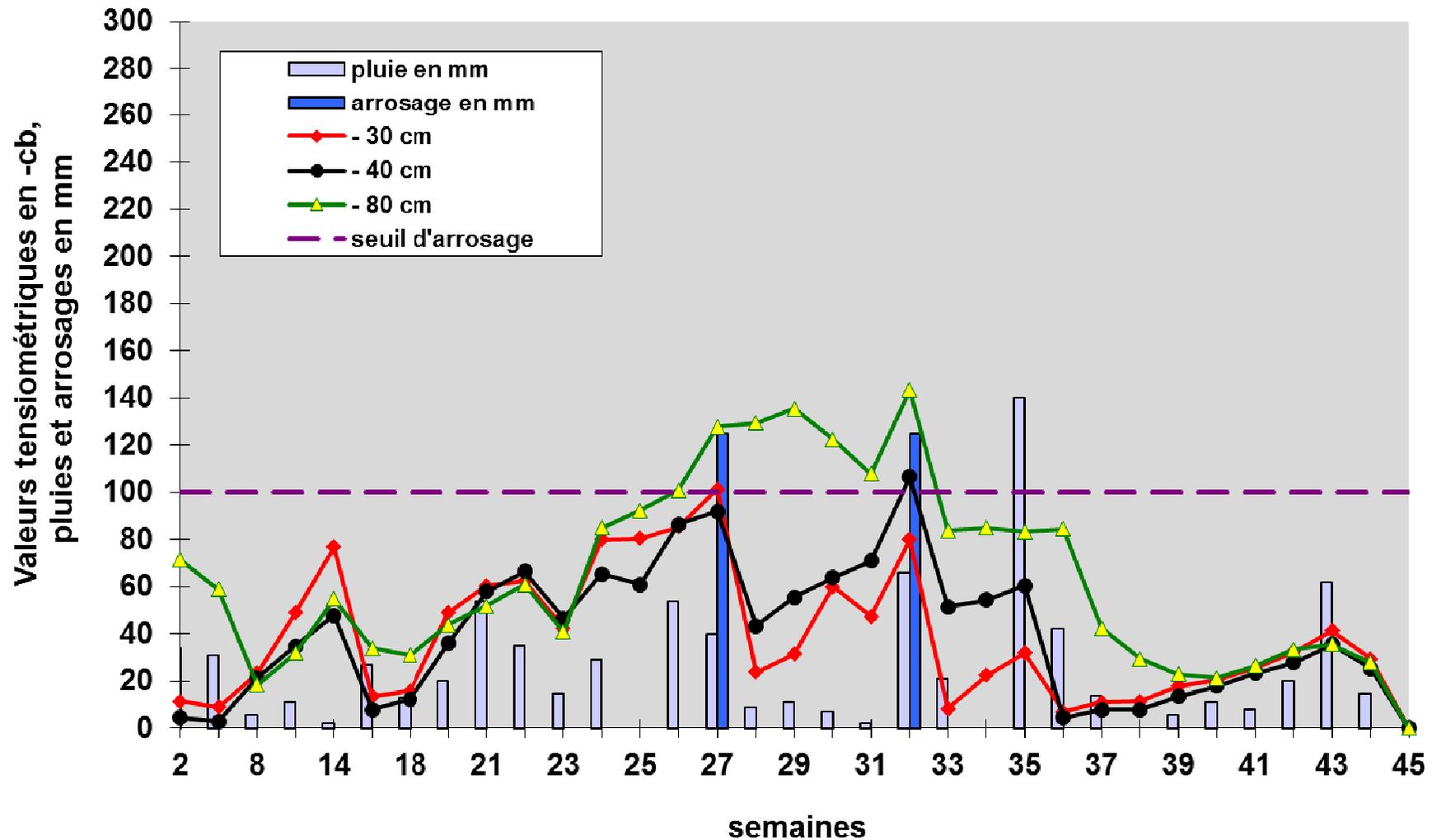
Suivi tensiométrique de l'humidité du sol Cèdre de l'OMPI (2007)



EIL, Laboratoire des sciences du sol

En 2007, deux arrosages ont été effectués en début et fin d'année.

Suivi tensiométrique Cèdre de l'OMPI (2008)



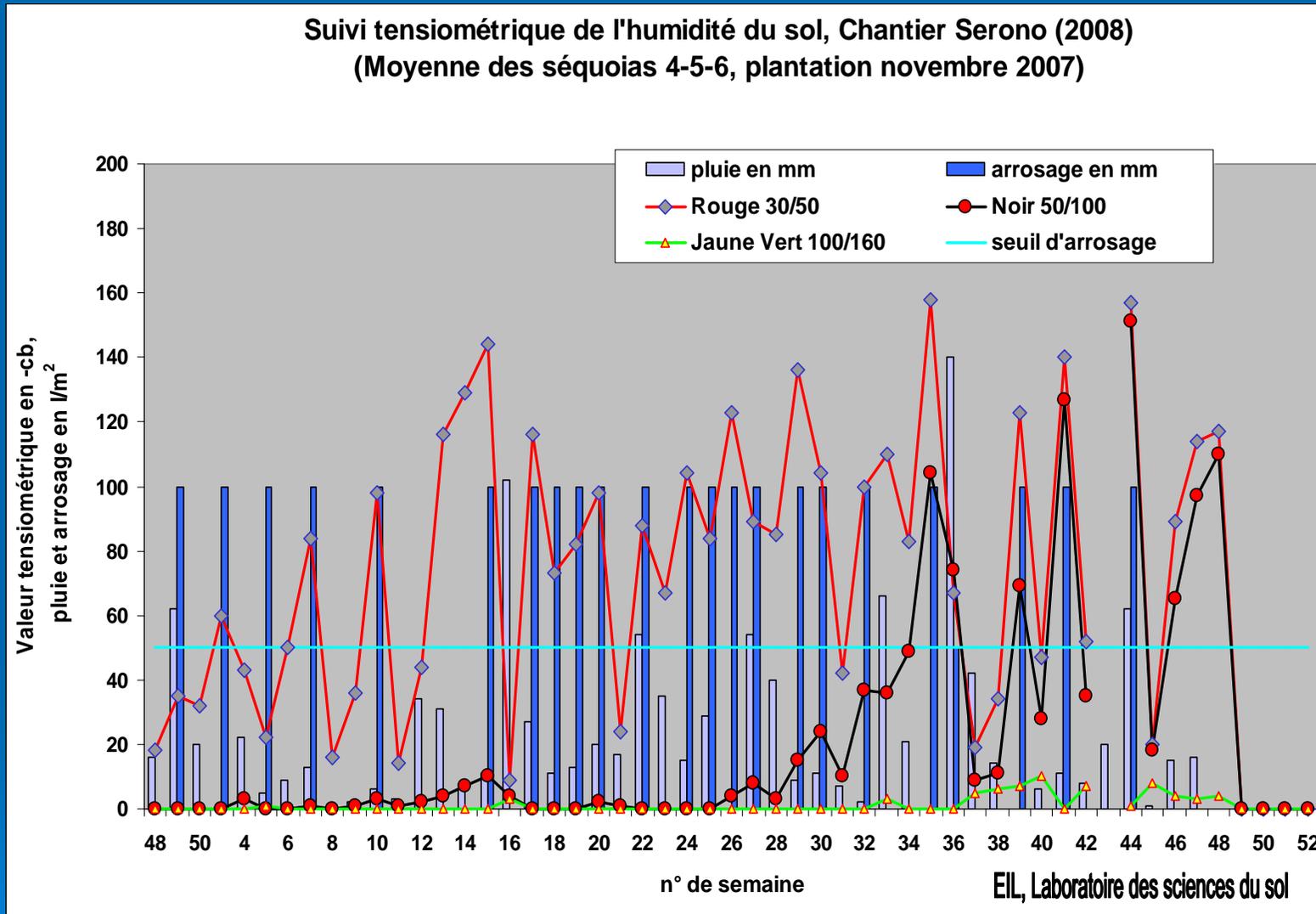
En 2008, deux arrosages ont été nécessaires en semaine 27 (fin juin) et 32 (début août). En dehors de la période estivale, les valeurs sont restées basses, en dessous de -100 cb.
Actuellement plus de nouvelles, bonne nouvelles

Merck Serono Sequoiadendron giganteum



Plantation de gros sujets circonférence à 1m 90 à 133 cm

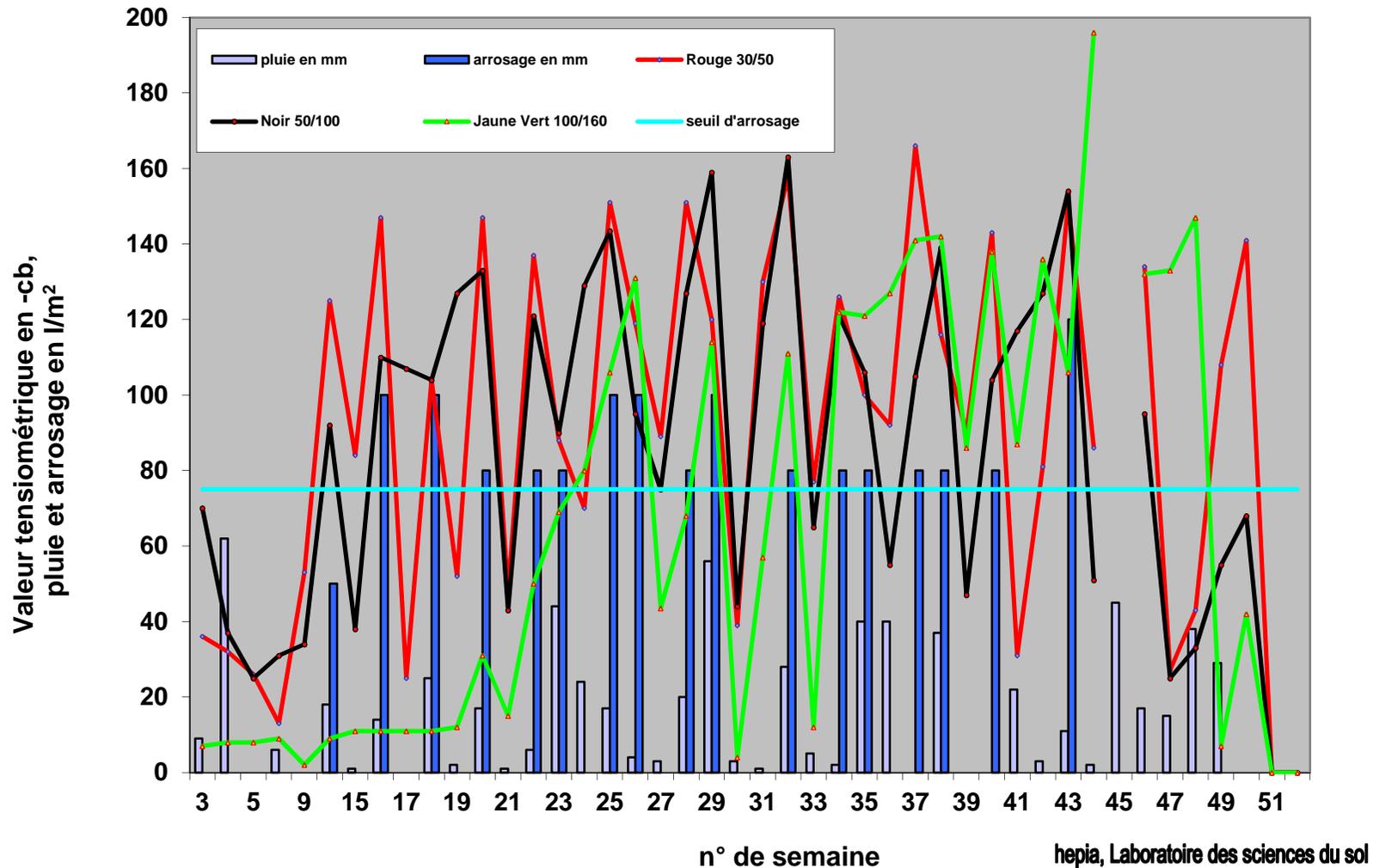
Persistant = besoin en eau même si réseau hors gel



Nombre d'arrosage annuelle = 22 interventions en 2008, nombre d'arrosage de décembre à février en = 4 interventions

Persistant = besoin en eau même si réseau hors gel

Suivi tensiométrique de l'humidité du sol, Chantier Serono (2009) (Moyenne des séquoias 4-5-6, plantation novembre 2007)



Nombre d'arrosage annuel = 17 interventions en 2009

Nombre d'arrosage de janvier à avril = 2 interventions

Grossissement (plantation en moyenne 96 cm) + 6,8 cm en 2008, + 10,2 cm en 2009

Nestlé Sequoia sempervirens

Projet image de synthèse

Hüsler architectes-paysagistes sarl





La grue Petit, dessous un parking

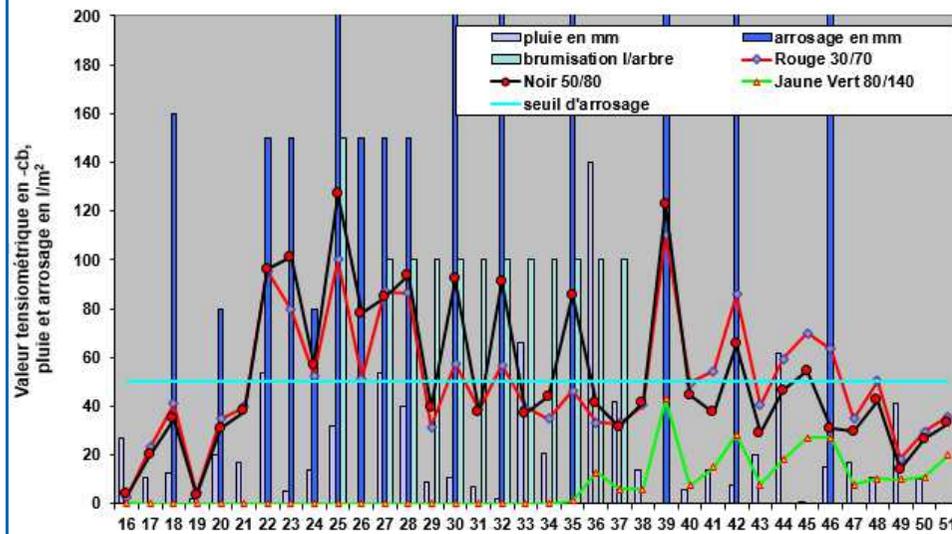
Poids de la grue = 72 t

Charge par arbre ~ 8 t

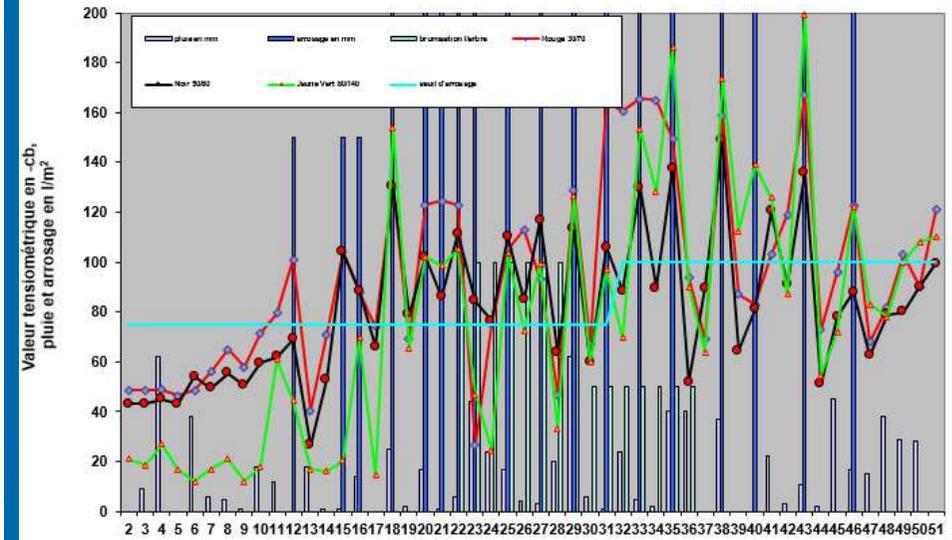
Contrepoids additionnels = 97,5 t

Portée horizontale 46 m

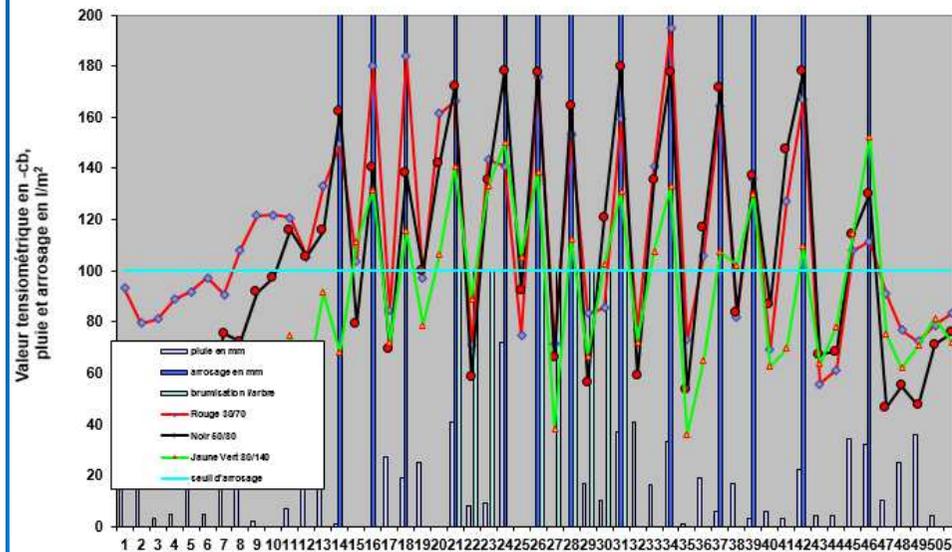
Suivi tensiométrique de l'humidité du sol, Chantier Nestlé (2008)
(Moyenne des 3 arbres, plantation 14 avril 2008)



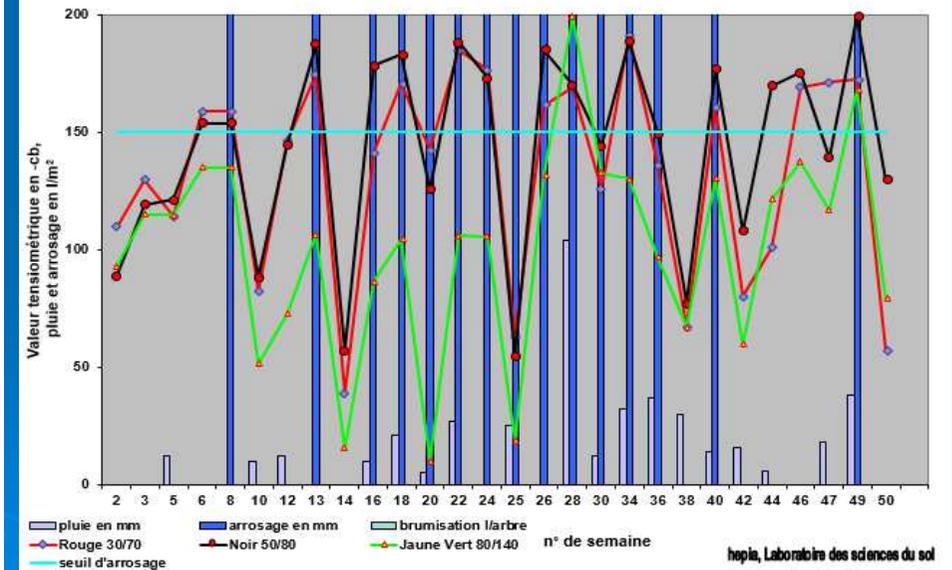
Suivi tensiométrique de l'humidité du sol, Chantier Nestlé (2009)
(Moyenne des 3 arbres, plantation 14 avril 2008)



Suivi tensiométrique de l'humidité du sol, Chantier Nestlé (2010)
(Moyenne des 3 arbres, plantation 14 avril 2008)

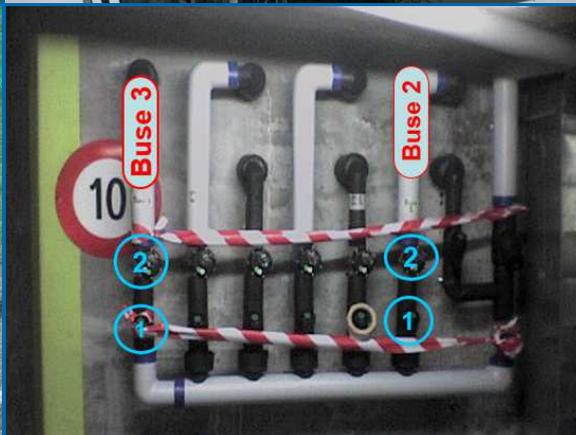


Suivi tensiométrique de l'humidité du sol, Chantier Nestlé (2011)
(Moyenne des 3 arbres, plantation 14 avril 2008)



2008 17 arrosages 20 m³
2009 17 arrosages 41 m³

2009 25 arrosages 38 m³
2010 15 arrosages 41 m³



Après 4 ans de suivi tensimétrique, cette plantation n'est pas encore autonome. Il n'y aura plus de suivi en 2012 et nous préconisons toutefois d'arroser les trois séquoias 1x/mois de janvier à avril et de septembre à décembre, mais de 2x/mois de mai à août, soit 16 arrosages par an.

Les apports seront de 300l/m^2 c'est-à-dire $2\text{m}^3/\text{arbre}$.

Si les grossissements mesurés en novembre 2012 suivent la même tendance on considère la plantation autonome.

Cèdre de l'hôpital CMU





Cèdre de l'hôpital CMU
2005



2016

Pose de sondes Watermark 3 groupes de 3 à l'aplomb de la couronne -30cm, -50cm -80cm.

L'arrosage est assuré par un tuyau de 146m de long, composé de 438 goutteurs. Ce dernier est posé sur un rayon de 5m autour de l'arbre, ce qui représente une surface irriguée de 80m².

La longueur du tuyau goutte à goutte est doublée en 2012.

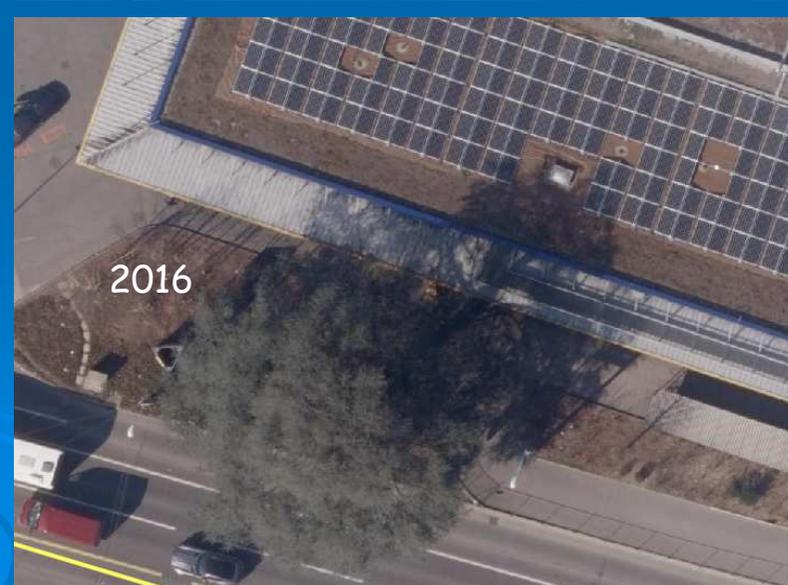
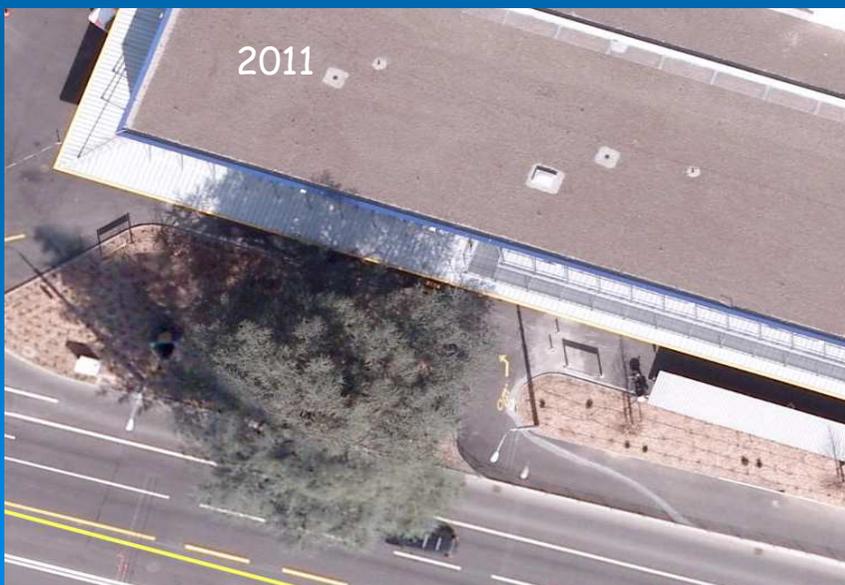
Suivi sur 4 ans

année	Nombre d'arrosage	Nombre de m ³
2011	10	146
2012	7	94
2013	6	72
2014	8	70

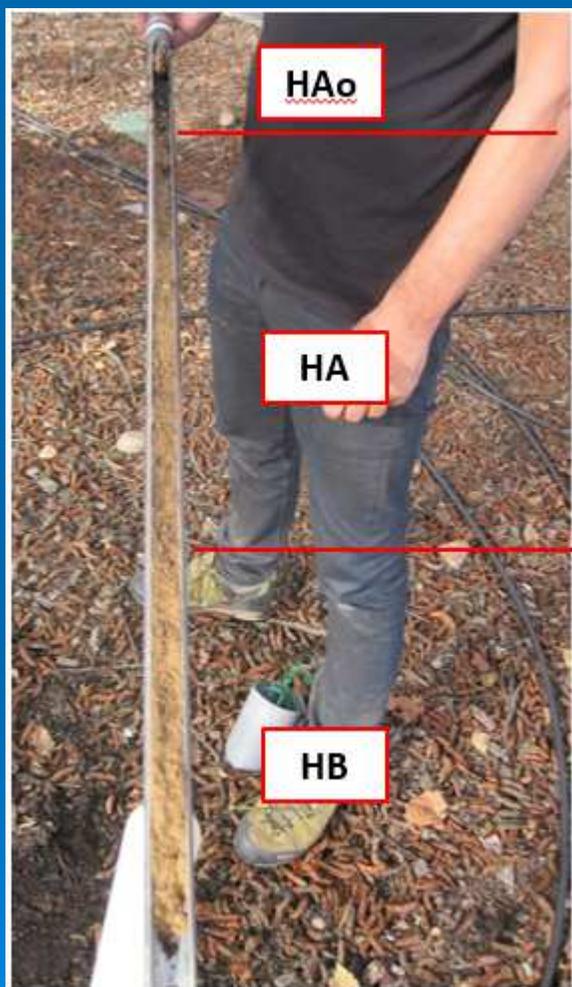
Fin du suivi 2014

Consignes 2015 et après: 8m³/mois en fonction de la pluviométrie et des réseaux (hors gel ou pas)

Cèdre IKEA



Echantillons	pH	Texture (%)			M.O. (%)	Extraits H ₂ O (mg/kg)				Extraits AAEDTA (mg/kg)			
		A	U	S		P	K	Mg	Ca	P	K	Mg	Ca
Sol	7.5	20.6	35.4	44	5.3	Moy. élevé	Très élevé	Elevé	Elevé	Moy. élevé	Très élevé	Correct	Correct
Sous-sol	7.5	17.1	34.1	48.9	4.9	Correct	Très élevé	Correct	Elevé	Correct	Elevé	Correct	Correct



Préparation	
CARACTERISTIQUES	
Conductivité (H ₂ O 1:10) (mS)	7.5
pH (H ₂ O 1:2.5)	
CaCO ₃ total %	5.3
Matière organique % (Corg% x1 725)	
► Texture Argiles %	
	Sable %
	Sables %
	Totaux
	Fins
	Grossiers
	Totaux
	Fins
	Grossiers
	Totaux
► Test tactile	
► CEC (cobalthexamine) (cmolc/kg) ou (méq/100g)	
► CEC (AcOH, pH 7.0) (cmolc/kg) ou (méq.100g)	
► Taux de saturation	
CEC %	Ca %
► Humidité (105°C)	
ELEMENTS MAJEURS (mg/kg poids sec)	
Extraction H ₂ O 1:10 p/v 60' (INTENSITE)	
► N-NO ₃	
► N-NH ₄	
Phosphore P	7.5
Potassium K	158.8
Magnésium Mg	19.4
Calcium Ca	217
Extraction AA-EDTA (pH 4.65) 1:10 p/v 60' (QUANTITE)	
Phosphore P	108
Potassium K	462
Magnésium Mg	286
Calcium Ca	15336
Bore	
ELEMENTS TRACES (mg/kg poids sec)	
Extraction HNO ₃ 2M 1:10 p/v 120'	
Cadmium	
Chrome	
Cuivre	
Nickel	
Plomb	
Zinc	
Prix: 85,- TVA non comprise	

Les analyses précédées du signe * ne font pas partie du domaine d'accréditation.
La méthode NORMA est préconisée pour le calcul du facteur de correction sur la base de deux extraits, intensité et quantité.

Etude de sol
Où sont les racines ?
Volume du sol ?
Fertilités:
chimique
physique
biologique

Pose de sondes Watermark 4 groupes de 4 à l'aplomb de la couronne -30cm, -50cm -80cm.

L'arrosage est assuré par un tuyau de 150m de long, composé de 450 goutteurs 2 l/h. Ce dernier est posé sur un rayon de 5m autour de l'arbre, ce qui représente une surface irriguée de 80m².

année	Nombre d'arrosage	Nombre de m ³
2010	3	32
2011	3	31
2012	6	58
2013	6	45
2014	8	77
2015	8	77
2016	6	41

Poursuite des mesures en 2017, fréquence deux fois par mois

Soins racinaire 7 au 9 novembre 2016, entreprise ABDF



Radicelle bien présente sous le mulch
Épaisseur trop importante 25 cm
Réduit à 5 à 10 cm et substrat
adéquat dans les tranchées



2010



2012



2014



2016

Comment estimé ça vigueur ?
Visuelle ?
Circonférence à 1m 2010 366 cm

Route de Vandoeuvre et le chemin de la Tulette

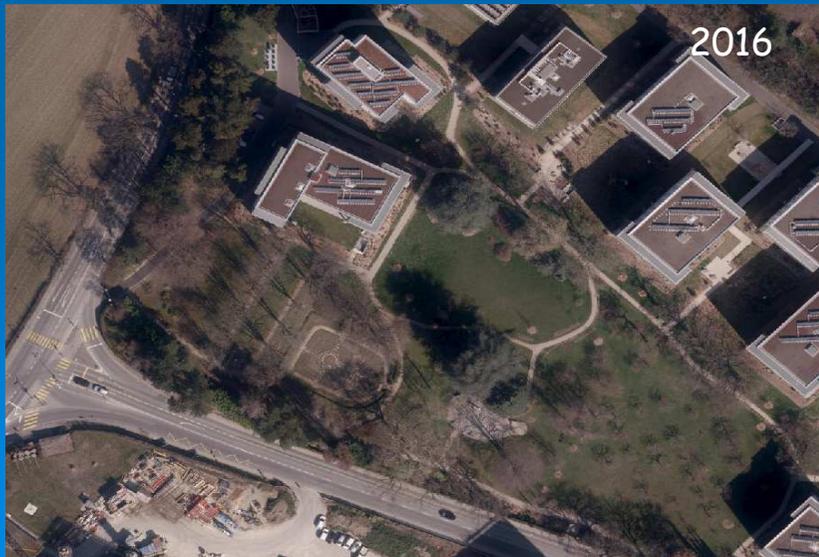
2009



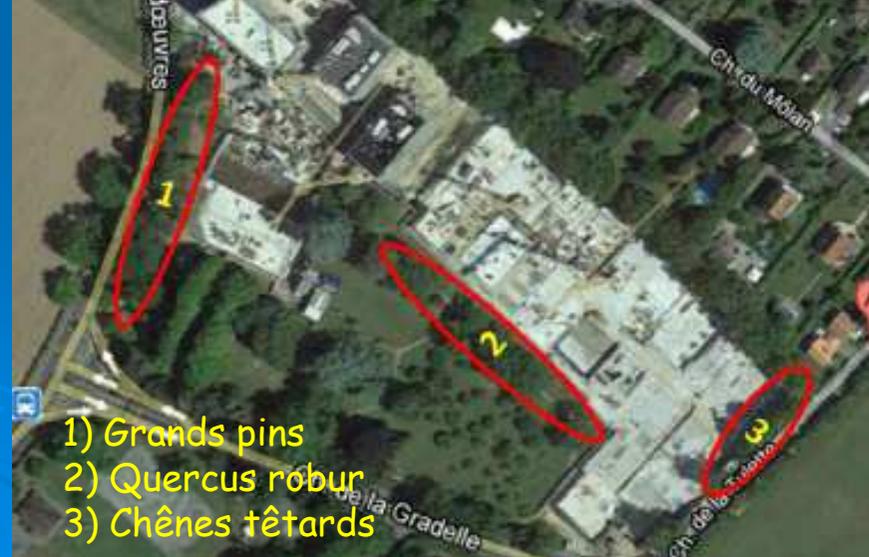
2012



2016



- 1) Grands pins
- 2) Quercus robur
- 3) Chênes têtards



Pour assurer le suivi hydrique des arbres, chaque secteur est équipé de deux lots de trois sondes Watermark®.

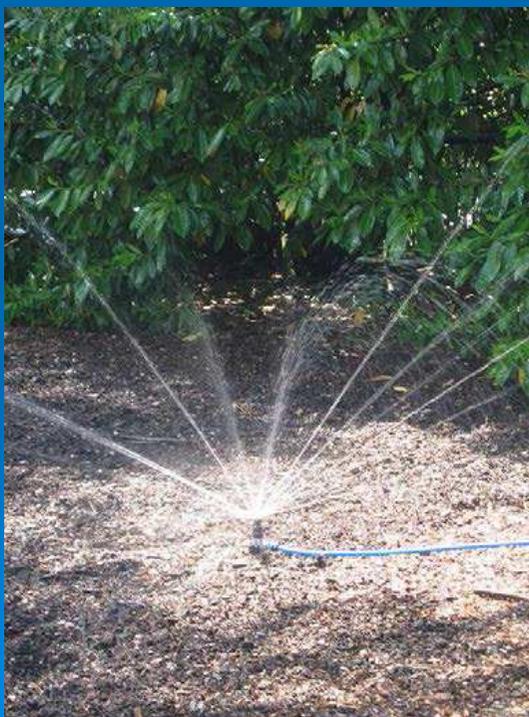
Les sondes sont placées à -30cm, -50cm et -80cm de profondeur.

L'arrosage des arbres se fait au moyen d'asperseurs.

Malheureusement le débit des arroseurs n'est pas déterminé de façon précise.

Les consignes d'arrosages sont données en fonction de l'efficacité des arrosages confirmée grâce aux sondes.

Le but est d'assurer un confort hydrique pour les vieux arbres



En trois ans de suivi les fréquences d'arrosage on été de 2 à 3 interventions par an.

En 2013, l'accès aux tensiomètres devient impossible à cause de la construction des immeubles très proches. Deux chênes têtards sont abattus car trop proches de la construction. Par la suite l'entreprise nous a interdit l'entrée sur le chantier.

L'année 2014 révèle la difficulté d'effectuer les relevés sur ce chantier.

L'établissement d'un badge d'entrée sur le chantier est nécessaire, le port du casque obligatoire, le parking à l'opposé des accès au chantier.

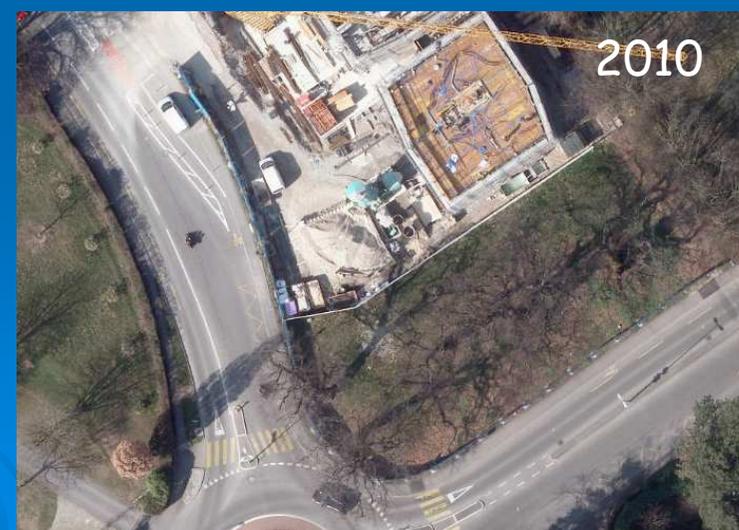
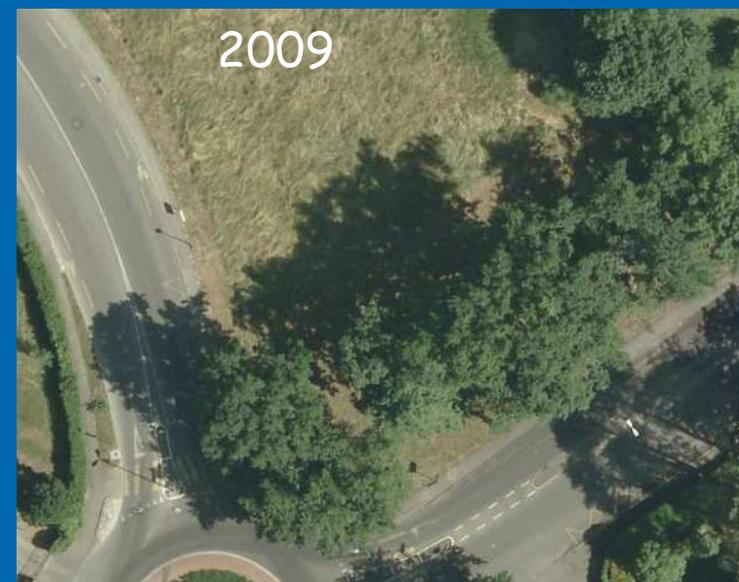
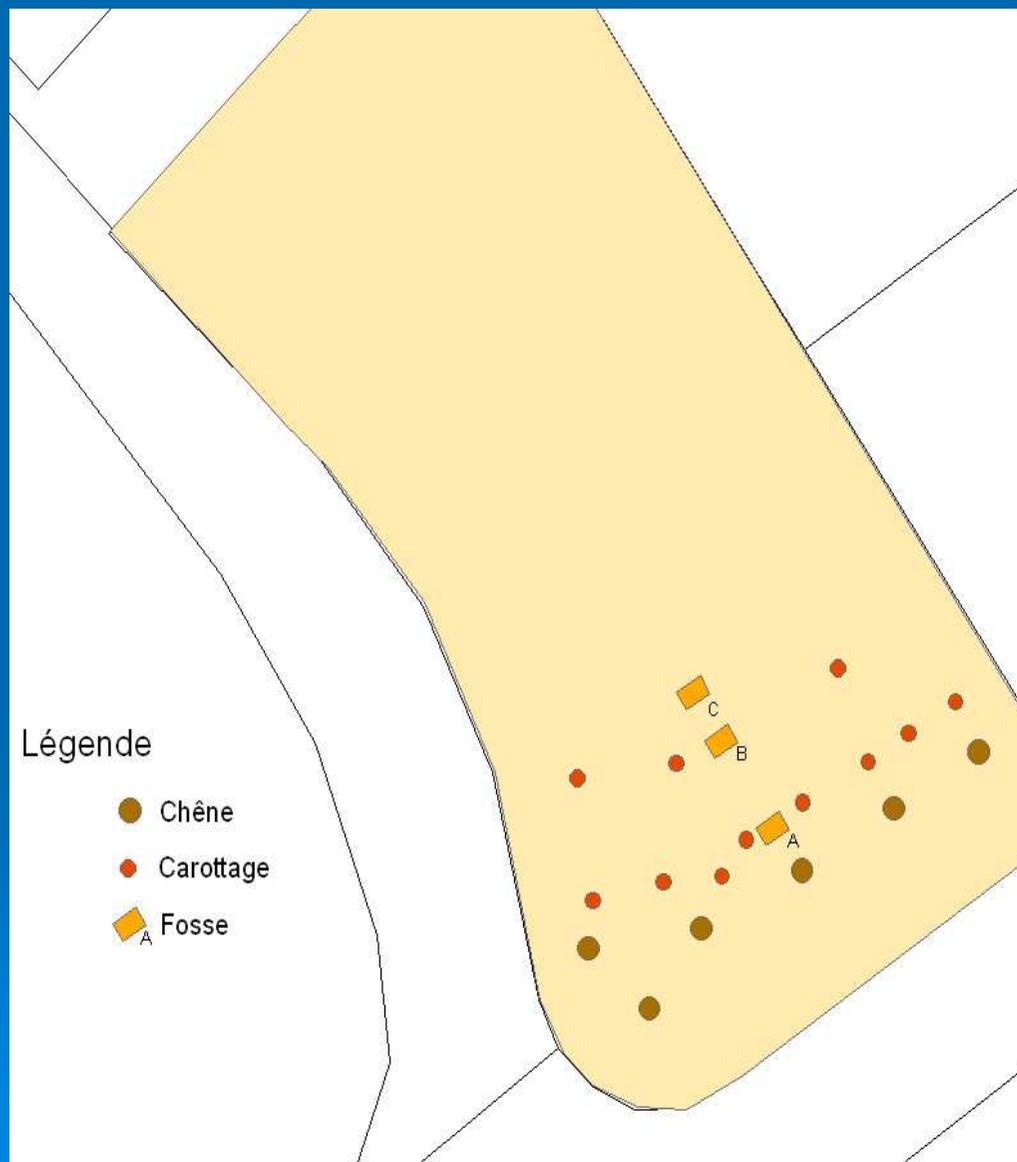
Les actions ont de la peine à être coordonnées, les informations et la communication sur les actions menées sur le chantier (arrosages, élagages, plantations ou tous autres travaux) nous sont absentes.

Un constat peut tout de même être fait quant à la santé des sujets suivis.

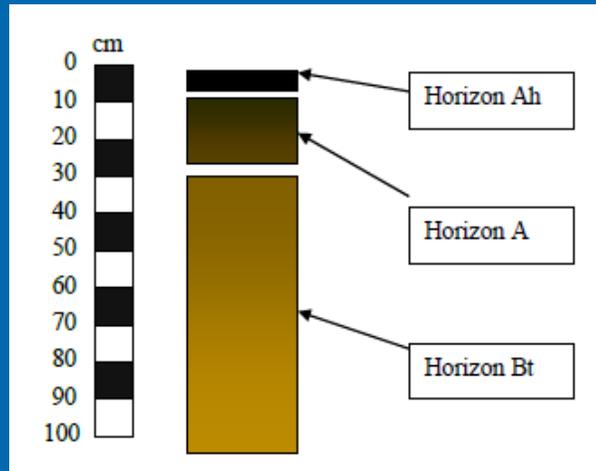
En 2014, les dessèchements sont de plus en plus importants sur le groupe de chênes ainsi que sur le chêne isolé. Le groupe de pins ainsi que le grand pin isolé semblent bien se porter, aucun dessèchement n'est constaté.



➤ Vieux chênes, parcelle n° 1905 commune de Cologny



Type de sol et distribution des racines F de distance et profondeur



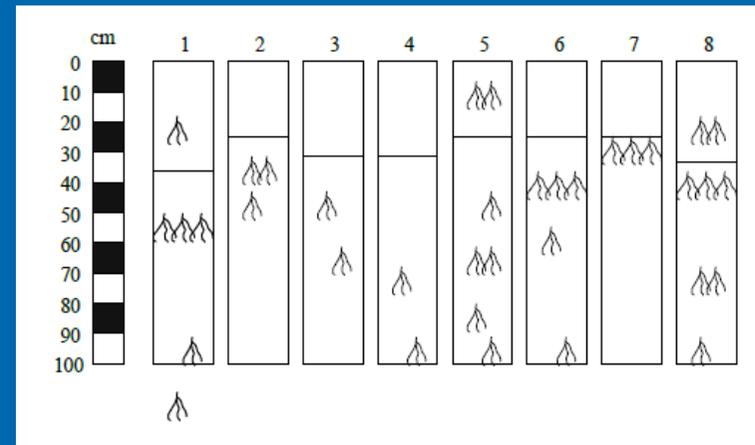
zone de terres à texture fine et fortement argileuse.

Sols bruns calcaire.

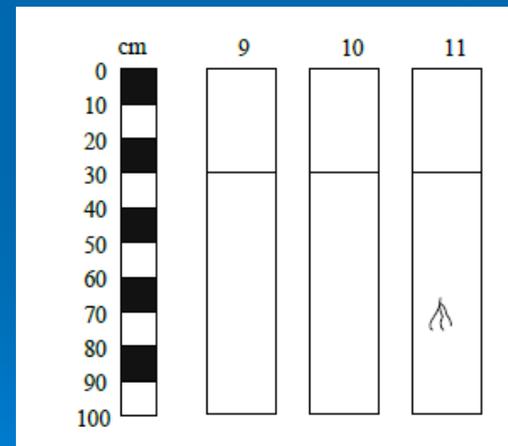
L'activité lombricienne est bien marquée et ceci jusque dans l'horizon Bt ; les racines des chênes profitent des galeries permanentes pour pénétrer en profondeur.

l'horizon de surface (0 - 30) à 15 mètres était plus meuble et moins foncé que celui présent à 5 mètres des arbres, laissant supposer un travail du sol (ancien labour).

À 5 mètres de l'alignement



À 15 mètres de l'alignement



À 20 mètres de l'alignement
Aucunes racines

Etude de sol 2006 la construction début 2010.
L'hypothèse est que cette nouvelle construction couperait l'alimentation naturelle de ces arbres venant d'une source en amont.
Pas de mandat en 2009 avant les travaux dommage.
Suivi 3 ans pour assurer le confort hydrique des chênes

Sondes	Distance du tronc (cm)	Profondeur (cm)
Rouge	800	30
Noire	800	50
Vert-jaune	800	80



2010 1 arrosages 1,5 m³
2011 2 arrosages 1,4 m³
2012 3 arrosages 2,1 m³

Consigne après 2012 sur l'été 3 arrosages de 100 l/m²



➤ Conclusions

- L'idéal serai de ne pas perturber l'espace racinaire des vieux arbres
- L'étude de sol est nécessaire pour bien choisir l'emplacement des sondes et contrôler les fertilités du sol en place
- Le suivi tensiométrique de 3 ou 4 ans permet d'appréhender la demande hydrique du peuplement et par la même d'estimer sa vigueur
- de proposer des fréquences et quantité d'arrosage en fin de suivi des teneurs en eau du sol