

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

Hes·SO GENÈVE
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Rapport annuel du suivi hydrique

Celtis australis – Rue Joseph Girard

Année 2022, première année de plantation



Laboratoire des sciences du sol

Table des matières

1. Plan de situation	2
2. Suivi tensiométrique des arbres.....	3
3. Grossissements	5
4. Développement.....	6
5. Perspectives pour 2023	7
Annexe 1	8

1. Plan de situation

À l'automne 2021, trois *Celtis australis* ont été plantés derrière le théâtre de Carouge rue Joseph Girard. Deux des trois arbres ont été équipés de sondes tensiométriques type Wattermark®, respectivement le n° 1 et 3 présentés en Figure 1. Le laboratoire des Sols de l'Hepia n'est intervenu ni dans la conception ni dans la réalisation des fosses. Elles ont été inspirées du modèle de fosse de Stockholm. La plantation a été effectuée dans une fosse continue composée d'un mélange Pierre/biochar-compost recouvert d'une couche de terre végétale dans laquelle les arbres ont été plantés. Le système mis en place permet la récupération des eaux de trottoir directement infiltrées ainsi que d'une partie des eaux de chaussée qui elles, sont réparties dans la fosse par un drain diffuseur.

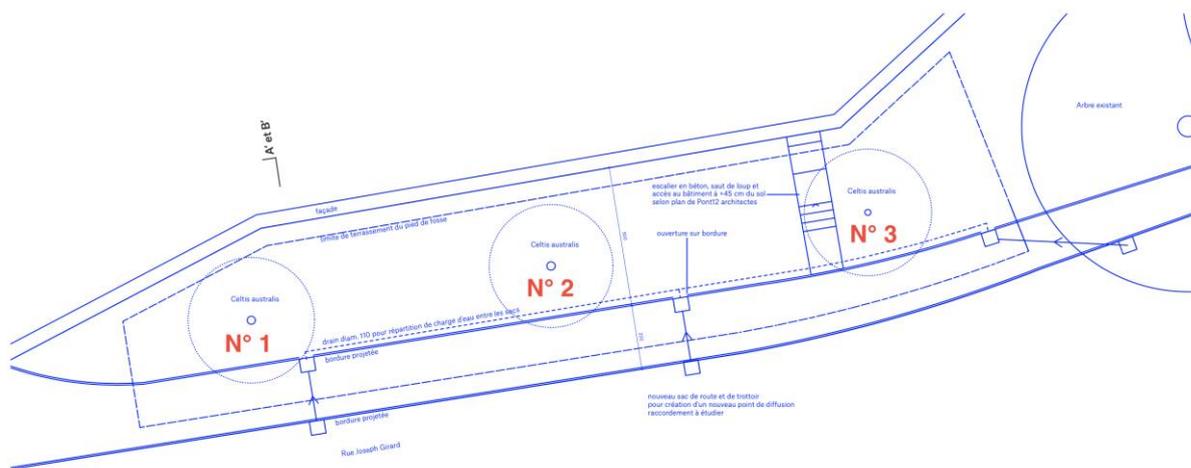


Figure 1: Plan des deux arbres équipés pour le suivi tensiométrique rue Joseph Girard.

Sur chaque arbre équipé, trois sondes ont été installées comme détaillé dans le Tableau 1.

Tableau 1: Distances et profondeurs des sondes installées pour le suivi tensiométrique des plantes.

Sondes	Distance du tronc [cm]	Profondeur [cm]
Rouge	30	28
Noire	50	28
Vert-jaune	80	50

2. Suivi tensiométrique des arbres

N'ayant été contacté qu'en juin pour l'installation des sondes, le suivi de cette plantation a débuté en semaine 24, à la mi-juin. Les relevés ont été effectués par le service des espaces verts de la commune de Carouge. L'arrosage a, quant à lui, été fait manuellement par l'entreprise de paysage Truchet Jardinier SA. Une consigne globale a été faite pour l'ensemble de la plantation.

L'année 2022 a connu des conditions météorologiques extrêmes avec des températures caniculaires et un déficit hydrique important durant la période estivale qui a nécessité des apports hydriques importants. Le bilan climatique de la période de végétation 2022 est disponible en Annexe 1.

Sur le graphique présenté en Figure 2, les colonnes bleu clair représentent les pluies (en mm ou l/m²) et les colonnes bleues foncé représentent les arrosages (en mm). La courbe rouge indique l'état d'humidité du sol dans la motte, la courbe noire représente l'état d'humidité du sol à l'extérieur de la motte et la courbe verte, l'état d'humidité du sol à 50 cm de profondeur. La ligne bleu ciel indique le seuil d'arrosage fixé à -50 cb en première année.

Les données ci-dessous sont basées sur les informations fournies au laboratoire durant la période de suivi. De plus il s'agit ici de moyenne entre les deux arbres équipés. Les valeurs individuelles, parfois plus extrême, ont également été prises en compte pour établir les consignes.

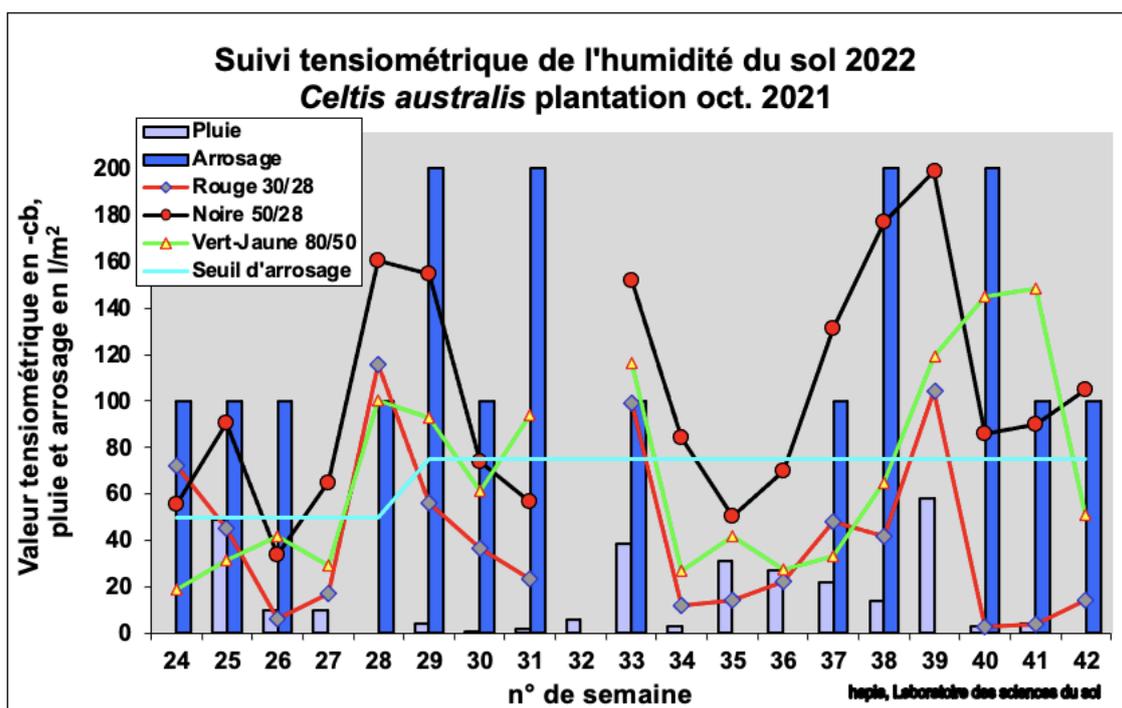


Figure 2 : Graphique de suivi tensiométrique 2022 des Celtis austrslis de la rue Joseph Girard.

- Seuil d'arrosage : -50 cb puis -75 cb
- Nombre d'arrosage : 13
- Quantité d'eau recommandée : 5.1 m³

Observations 2022 :

Dès la première semaine de suivi les valeurs tensiométriques dans la motte montre que la demande en eau est déjà très élevée et que les arbres se trouvent en déficit hydrique.

L'enracinement en dehors de la motte (sonde noire), bien que la sonde réagisse déjà en semaine 24, est attesté pour tous les arbres en semaine 29 et le seuil d'irrigation monte donc à -75 cb.

Il y a eu 13 arrosages recommandés sur la saison, avec des arrosages de 300 L/arbre hebdomadaires qui ont été efficaces pour la plupart. La sonde en profondeur a déjà commencé à réagir en semaine 28. Elle est attestée pour tous les arbres en semaine 40. Si les mesures se confirment, le seuil passera à -100 cb en 2023.

Concernant les arrosages de 600 L, ils ont été recommandés lorsque les arrosages de la semaine précédente n'ont pas permis de redescendre en dessous des valeurs seuil.

Aucune donnée n'a été transmise en semaine 32.

Commentaires :

De notre part, les consignes ont été établies en fonction des données reçues chaque semaine.

Après discussion lors de la séance du 10 novembre avec chaque intervenant, il est apparu que deux systèmes de suivi étaient mis en place, les sondes Urbasence et les nôtres.

Cet état de fait a perturbé l'application des consignes, malheureusement certaines fois des moyennes ont été faites par l'entreprise chargée de l'arrosage sans nous en informer, après notre demande les quantités réelles apportées ne sont plus connues.

Il est donc probable que certaines données transmises au laboratoire aient été erronées biaisant ainsi l'interprétation de celles-ci.

Un manque de communication ainsi que de clarté dans le rôle de chaque intervenant sont probablement les causes de ce dysfonctionnement.

3. Grossissements

La circonférence des troncs des arbres est mesurée lors de la plantation puis chaque année en fin de saison (novembre). Cette mesure est un bon indicateur de la vigueur et de la reprise des arbres, elle est fiable à 0,5 cm.

Le Tableau 2 présente les résultats de grossissement pour les arbres de première année. Les circonférences sont mesurées à 1 m du sol et sont indiquées en centimètre.

En général en première année les grossissements sont faibles, les arbres utilisant principalement leur énergie pour rétablir un équilibre entre les parties aériennes et les parties souterraines.

Tableau 2: Mesures de grossissement des arbres suivis à la rue Joseph Girard.

Arbre N°	Jun 2022	Nov. 2022	Gross. 2022
1	29	30	1
2	28.5	29.5	1
3	28	30	2
Moyenne	28.5	29.5	1.3

En 2022, le grossissement annuel moyen est de 1.3 cm. La première mesure ayant été faite en juin lors de l'installation des sondes.

Ces valeurs sous-estiment probablement le grossissement réel de l'année.

Malgré cela, ces dernières sont tout à fait représentatives des dynamiques de grossissement pour les *Celtis australis* sur le canton de Genève que l'on retrouve en Tableau 3.

Tableau 3 : Mesures de grossissement des *Celtis australis* genevois.

	Date de plantation	Genre/espèce/variété	Nb	Circonférence à la plantation ⁽¹⁾	G1 ⁽²⁾	G2 ⁽²⁾	G3 ⁽²⁾	G4 ⁽²⁾	G5 ⁽²⁾
Carouge Joseph Girard	oct.21	<i>Celtis australis</i>	3	28,5	1,3				
CO Sécheron	mars.22	<i>Celtis australis</i>	1	29,5	0,5				
Les Sciers Plan les ouates	automne 2021	<i>Celtis australis</i>	1	69	1,5				
Place du Cirque	mars.11	<i>Celtis australis</i>	4	25,1	2,0	6,0	5,7	4,6	
TCOB 2020	avr.19	<i>Celtis australis</i>	25	35,2	1,8	5,6	5,0		
TCOB 2021	déc.20	<i>Celtis australis</i>	47	23,3	1,5	5,7			
TCOB 2022	déc.21	<i>Celtis australis</i>	34	25,5	1,2				
Plainpalais C. australis	avr.10	<i>Celtis australis</i>	4	54,3	0,1	1,6	4,3	3,0	5,6
Pt Saconnex	déc.20	<i>Celtis australis</i>	4	42	3,0	2,0			
Plainpalais et.3 mars	mars.12	<i>Celtis australis</i>	8	59,6	0,8	2,3	2,2	2,6	
Plainpalais étape 3 décembre	déc.12	<i>Celtis australis</i>	6	58,6	0,8	2,6	1,4		
Plainpalais étape 4	déc.17	<i>Celtis australis</i>	24	53,7	1,2	2,8	3,4	4,6	4,4
Plainpalais étape 5	déc.18	<i>Celtis australis</i>	8	48,5	1,5	4,0	4,8	4,6	
Ceva Pont-Rouge	nov.18	<i>Celtis australis</i>	17	42,1	0,5	5,2	6,0		
Ceva Pont-Rouge	nov.19	<i>Celtis australis</i>	6	37,4	1,0	2,3	2,7		
trèfle blanc	déc.17	<i>Celtis australis</i> TV	4	26,3	0,9	3,3	5,0	5,0	
trèfle blanc	déc.17	<i>Celtis australis</i> biochar	4	26,8	0,6	2,9	5,6	5,6	
				Moyenne	1,2				

4. Développement

Des photos ont été prises à l'installation des sondes et se poursuivrons toutes les années au mois d'août afin de pouvoir suivre le développement foliaire et aérien ainsi que d'identifier d'éventuels dommages sur la plantation.



Figure 3 : Arbre n° 1 juin 2022.



Figure 4 : Arbre n° 1 août 2022.



Figure 5 : Arbre n° 2 juin 2022.



Figure 6 : Arbre n° 2 août 2022.



Figure 7: Arbre n° 3 juin 2022.



Figure 8: Arbre n°3 août 2022.

5. Perspectives pour 2023

Le suivi tensiométrique pourra se poursuivre pour l'année 2023 si les différents partenaires le souhaitent et que les consignes sont appliquées.

Afin d'éviter tout malentendu, un soin particulier sera apporté pour améliorer la communication et la compréhension des tâches et responsabilités de chaque intervenant.

Lionel Chabbey
Chargé d'enseignement HES
Filière Agronomie
Laboratoire des sciences du sol

Martin Secretan
Assistant HES
Filière Agronomie
Laboratoire des sciences du sol

Annexe 1

Bilan climatique 2022 : période de végétation, basée sur les données de MétéoSuisse (MétéoSuisse, 2022a; b; c; d)

Après une année 2021 plutôt fraîche et pluvieuse, l'année 2022 a battu des records de chaleur, de sécheresse et d'ensoleillement. L'hiver avait déjà été relativement sec et plus doux qu'attendu sur l'ensemble du pays. Il s'était d'ailleurs terminé avec un mois de février plus chaud de presque deux degrés au-dessus de la norme de 1991-2020.

Printemps 2022

Ce printemps a été le quatrième plus doux depuis le début des mesures. Les températures ont dépassé la norme de 1.2 °C en moyenne sur la saison. Pour les stations de Bern, Genève, Zurich et Bâle, mesurées depuis plus de 120 ans, on a mesuré le quatrième printemps le plus ensoleillé. De plus la pluviométrie a été déficitaire par rapport aux attentes. Ce constat a été particulièrement marqué dans les régions de Genève et Lugano avec à peine 40 % des précipitations attendues.

Tableau 4: Valeurs du printemps 2022 pour une sélection de stations MétéoSuisse en comparaison avec la norme de 1991-2020 (MétéoSuisse, 2022c).

station	altitude m	température (°C)			durée d'ensoleillement (h)			précipitations (mm)		
		moy.	norme	écart	somme	norme	%	somme	norme	%
Bern	553	10.2	9.1	1.1	722	528	137	134	255	52
Zürich	556	10.8	9.7	1.1	686	513	134	184	280	66
Genève	420	11.8	10.6	1.2	710	560	127	84	208	41
Basel	316	11.8	10.8	1.0	666	488	137	178	211	84
Engelberg	1036	7.6	6.4	1.2	519	422	123	217	376	58
Sion	482	12.3	11.3	1.0	737	627	118	65	123	52
Lugano	273	13.1	12.5	0.6	661	574	115	150	391	38
Samedan	1709	2.8	2.1	0.7	554	462	120	75	128	59

Indice du printemps 1954-2022 – un indicateur pour le développement de la végétation

Les observations de 2022 ont montré un développement précoce de la végétation au printemps qui a commencé avec quatre jours d'avance. La floraison des noisetiers a été très extrêmement précoce dans certaines régions comme le Tessin et par endroit au nord des Alpes. Mais de manière générale, on a tout de même observé une floraison avancée de treize jours en moyenne sur toute la Suisse. Les fruitiers ont, eux aussi, fleuri en avance avec entre cinq et huit jours d'avance. Les feuilles de hêtre se sont cependant déployées mi-avril, comme le prévoyait la norme de 1991-2020.

L'indice du printemps présenté en Figure 9 prend en compte les dix premières phases phénologiques se produisant entre janvier et mai de l'année en cours. Il montre l'écart en jours de l'avancement de la végétation par rapport à la norme.

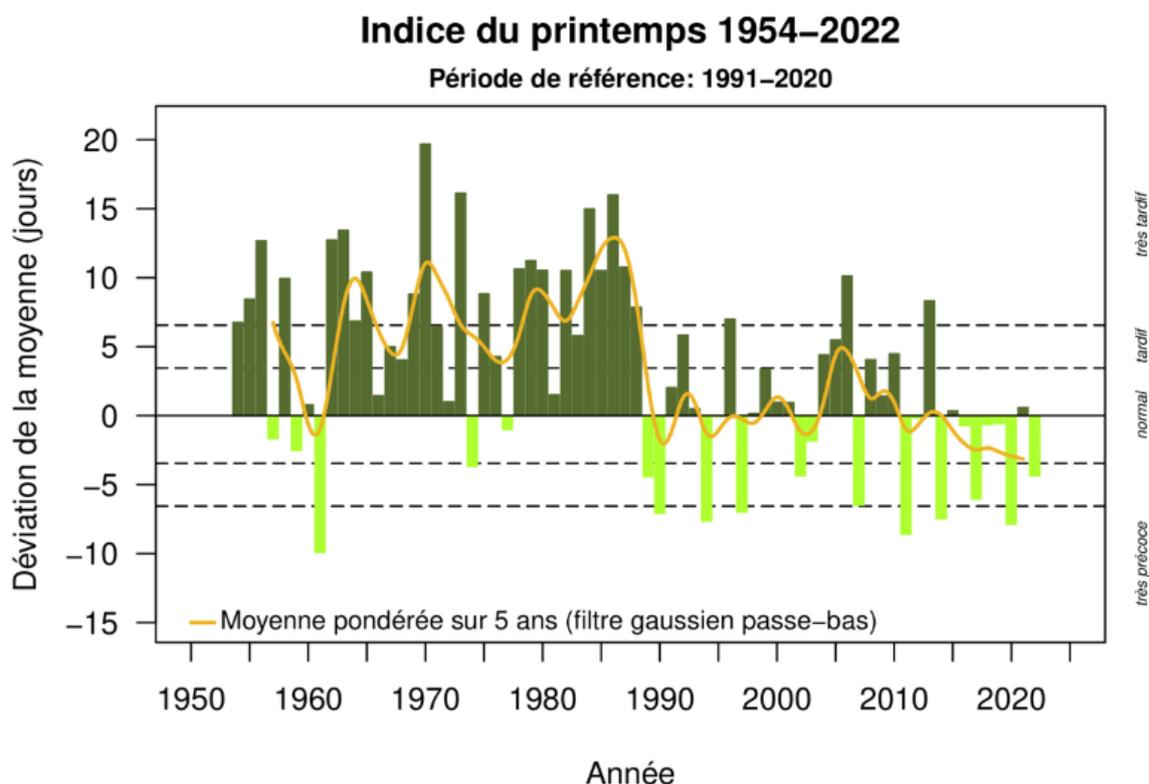


Figure 9: Indice du printemps 1954-2022, indicateur de développement de la végétation Suisse comparé à la norme de référence 1991-2020 (MétéoSuisse, 2022c).

Été 2022

L'été 2022 a été le deuxième plus chaud depuis les premières mesures de 1864. La Suisse a subi trois vagues de forte chaleur portant la moyenne nationale pour la saison 2.3 °C au-dessus de la norme. Ces températures élevées ont de plus débuté de manière anormalement précoce, dès le mois de juin. Ce dernier a en effet fait monter le mercure au-dessus de 36 °C dans le nord du pays. D'autres épisodes plus chauds et durables avaient cependant déjà été observés auparavant en 2003 et 2015 notamment.

Le mois de juillet a quant à lui apporté une deuxième vague de chaleur bien plus marquée. Ce n'est pas tant la température maximale, entre 33 et 35 °C, qui a été exceptionnelle mais la durée de cette vague de chaleur qui s'est étalée sur près de quatorze jours. Genève et Lugano ont ainsi connu leur deuxième période de quatorze jours la plus chaude depuis 1864.

Le mois d'août a finalement apporté une troisième vague et avec elle les températures ont battu des records. Le 4 août, Genève a affiché une température de 38.3 °C, soit la valeur la plus élevée de l'été sur toute la Suisse.

Malheureusement cette période estivale a également montré un déficit hydrique important. Bien que le mois de juin ait été relativement humide apportant 80 à 120 % des précipitations attendues, les deux mois suivants ont été nettement plus secs. Juillet a apporté en moyenne 30 % des précipitations attendues. Genève a d'ailleurs subi un des mois de juillet les plus secs mesurés. Le mois d'août quant à lui a amené en 40 et 70 % de la norme, excepté entre le lac de Constance et Schaffhouse les précipitations étaient plus proches des 150 %.

Pour accentuer encore cette période extrême, les mesures d'ensoleillement ont enregistré les valeurs les plus élevées de ces cent dernières années notamment à Genève et à Bâle.

Tableau 5: Valeurs du printemps 2022 pour une sélection de stations MétéoSuisse en comparaison avec la norme de 1991-2020 (MétéoSuisse, 2022b).

station	altitude m	température (°C)			durée d'ensoleillement (h)			précipitations (mm)		
		moy.	norme	écart	somme	norme	%	somme	norme	%
Bern	553	20.0	18.1	1.9	820	696	118	238	322	74
Zürich	556	20.4	18.3	2.1	854	652	131	247	373	66
Genève	420	22.4	19.7	2.7	929	757	123	117	244	48
Basel	316	21.6	19.4	2.2	875	663	132	248	264	94
Engelberg	1036	16.8	14.8	2.0	600	479	125	453	573	79
Sion	482	22.3	19.9	2.4	907	775	117	118	170	69
Lugano	273	23.9	21.7	2.2	871	734	119	339	488	69
Samedan	1709	13.3	11.6	1.7	673	566	119	216	278	78

Automne 2022

L'automne 2022 bien qu'un peu plus doux notamment en septembre et novembre, a tout de même nettement dépassé la norme 1991-2020. Le mois d'octobre a été particulièrement chaud marquant un nouveau record avec une température moyenne du pays dépassant de 3.8 °C les valeurs attendues.

Les précipitations ont été plus proche de la moyenne avec un apport moyen de 130 % et l'ensoleillement de son côté n'a pas montré de particularités.

Tableau 6: Valeurs du printemps 2022 pour une sélection de stations MétéoSuisse en comparaison avec la norme de 1991-2020 (MétéoSuisse, 2022d).

station	altitude m	température (°C)			durée d'ensoleillement (h)			précipitations (mm)		
		moy.	norme	écart	somme	norme	%	somme	norme	%
Bern	553	11.3	9.3	2.0	315	360	87	338	250	135
Zürich	556	11.8	9.8	2.0	345	333	104	257	249	103
Genève	420	13.0	11.0	2.0	406	366	111	303	276	110
Basel	316	12.8	10.8	2.0	343	333	103	246	210	117
Engelberg	1036	9.2	7.2	2.0	292	305	96	301	340	88
Sion	482	12.1	10.5	1.6	450	463	97	176	131	134
Lugano	273	14.5	13.2	1.3	512	439	117	509	481	106
Samedan	1709	4.3	3.1	1.2	405	396	102	215	220	98

Bibliographie

MétéoSuisse. 2022a. Bulletin climatologique hiver 2021/22. Genève.

MétéoSuisse. 2022b. Bulletin climatologique été 2022. Genève.

MétéoSuisse. 2022c. Bulletin climatologique printemps 2022. Genève.

MétéoSuisse. 2022d. Bulletin climatologique automne 2022. Genève.