



Urbasense[®]

La Ville, la Nature, l'Homme

CONTRÔLE AGRONOMIQUE DES PLANTATIONS, DE L'ARROSAGE ET DE LA REPRISE RACINAIRE

GUIDE D'AIDE À LA PRESCRIPTION

Dans sa forme contractuelle actuelle, la garantie de reprise des plantations est insatisfaisante :

- Elle fait appel au seul constat aérien sans intégrer la croissance des systèmes racinaires, la qualité des arrosages et l'absence de stress hydrique par manque ou excès à l'évaluation des végétaux.
- Elle risque de produire des arbres pas morts à deux ou trois ans et non des arbres en santé pour trente ans.

Le service rendu par Urbasense est approuvé par la quasi unanimité des gestionnaires utilisateurs pour son efficacité.

La performance produite permet d'étendre la garantie de reprise aux système racinaire.

Le présent guide cherche à apporter les clauses contractuelles pour y arriver.

Mise à jour du 06/09/2018



contact@urbasense.fr



01 78 14 07 00



25 rue du Maréchal Foch 78000 VERSAILLES

SARL au capital de 30 000€ RCS Versailles SIRET 81094060100034 TVA FR26810940601 Code APE 7490B



Préambule - Contexte et objet de ce document

Jusqu'en 2015, aucun outil ne permettait un contrôle simple, fiable et peu coûteux des besoins en eau, de la qualité des arrosages et de la qualité du développement racinaire d'un végétal.

Depuis 2015 avec l'arrivée d'Urbasense, environ 200 projets ont bénéficié de son suivi agronomique qui vise à :

- Un apport hydrique au bon moment \Leftrightarrow analyse prédictive à 2 semaines des besoins d'arrosage
- Une dose adaptée à la capacité des racines de l'arbre \Leftrightarrow suivi temps réel du développement racinaire des arbres

Vitaux dans les premières années, la qualité des arrosages et le développement racinaire des jeunes plantations déterminent :

- La capacité des végétaux à croître pendant plusieurs décennies : impacts sur les coût de gestion du patrimoine arboré
- La capacité du projet à délivrer les bénéfices écosystémiques attendus par les habitants et contribuables

De même, il ne faut plus que le remplacement d'un arbre coûte moins cher aux opérateurs qu'un arrosage en bonne et due forme.

Le présent guide propose des outils techniques et contractuels simples pour permettre une transition des pratiques d'arrosage et de suivi des jeunes plantation, à travers :

- Des explications, sur fond blanc : elles précisent le rôle de chaque module pour le suivi des jeunes plantations
- Des descriptifs, sur fond coloré : ils peuvent être insérés dans les pièces contractuelles pour permettre la mise en œuvre de pratiques adaptées aux besoin des végétaux

Trois modules sont proposés pour prise en compte :

1. Matériel : la station de mesure Minisense ®
2. Pilotage et contrôle tensiométrique de l'arrosage
3. Constat tensiométrique de développement racinaire et bilan de fin de saison

Chacun de ces modules peut être souscrit via le contrat de travaux sous-traitance de l'entreprise de travaux ou via une mission d'assistant à maîtrise d'ouvrage.



1 Matériel : stations de mesure Minisense ®

Paragraphe sur fond bleu à insérer dans la partie "Accessoires de plantation" du CCTP de plantation.

La performance des stations est déterminante pour la qualité du service de suivi agronomique des plantations, notamment à travers :

- Sa résistance à la corrosion à un fonctionnement dans le sol
- Son autonomie pour un suivi fiable dans le temps
- Sa capacité de télécommunication : éviter toute contrainte de branchement / dépendance avec un réseau
- L'utilisation de capteurs de tension hydrique du sol, pour une mesure fiable de l'eau disponible aux racines

A l'issue de la période de garantie de l'arbre, il est recommandé de prévoir une rétrocession des stations, au même titre que l'arbre lui-même et que les autres accessoires de plantations.

L'échantillonnage et l'implantation des stations sont un point clé pour la qualité du suivi. Des outils d'aide à la décision devront être disponibles.



§ §1 - Stations de mesures tensiométriques Minisense ®

➤ Fourniture et installation

Les équipements de mesures tensiométriques sont composés de tous les éléments nécessaires à la mesure performante de la tension hydrique du sol et en particulier :

- Station de mesure connectée (type Minisense ® ou équivalent) permettant la télétransmission quotidienne des données
- 3 sondes tensiométriques (de type Watermark ® ou équivalent)²
- Équipements de protection adaptés

La mise en œuvre permettra le suivi continu du développement racinaire des plantations équipées. Les stations sont mises déployées selon un protocole proposé par le prestataire et soumis à la validation de la Maîtrise d'Oeuvre. Ce protocole pourra être adapté à la typologie de végétal équipé (arbre, arbuste, vivace, gazon, sujet remarquable).

Les stations assurent *a minima* trois mesures quotidiennes de la tension hydrique du sol et la transmission de ces valeurs sur un serveur dédié sécurisé.

Les équipements tensiométriques sont installés par le prestataire dès la plantation et jusqu'à la fin de la durée du contrat. La propriété des stations est transférée en même temps que celle des plantations, au profit de leur gestionnaire ultime.

➤ Garantie de fonctionnement et maintenance des dispositifs

La prestation comprend la garantie de fonctionnement, l'ensemble de la maintenance nécessaire à ce bon fonctionnement pendant toute la durée de contrat. Elle comprend également le cas échéant la dépose, le repli et le recyclage des accessoires en fin de période de garantie des végétaux.

➤ Sélection des arbres témoins

Le prestataire proposera une méthode d'échantillonnage optimisée permettant le suivi de xx³ arbres témoins. Ils sont représentatifs des groupes d'arbres constitués pour un arrosage homogène. La sélection des arbres témoins est justifiée par une analyse agronomique du projet de plantation. La liste des arbres retenus est impérativement soumise à la validation par la Maîtrise d'Œuvre avant réalisation des installations.

2 - Le nombre de sondes par dispositif peut-être adapté en cas de force supérieure à 30/35. Pour préciser les modalités d'équipement sur votre projet : consultations@urbasense.fr

3 - Nous recommandons de préciser ici le nombre de groupes d'arbres suivis. Pour connaître le nombre de groupes pertinent pour votre projet : consultations@urbasense.fr, en joignant votre plan de plantation, quantitatif des végétaux et en précisant un éventuel phasage des plantations.



2 Pilotage et contrôle tensiométrique de l'arrosage : pilotage, mode opératoire, contrôle qualité

Ce qu'il faut éviter ou supprimer du CCTP actuel de plantation

Pour permettre un arrosage agronomique des jeunes plantations, il est indispensable de retirer toute mention d'un nombre d'arrosage, d'une quantité d'eau, ou d'une fréquence fixe. Voici quelques exemples que nous recommandons vivement de supprimer :

- 10 à 12 arrosages seront réalisés sur la saison
- Un arrosage toutes les deux semaines
- Un arrosage de 100 litres sera à prévoir...

L'objet du pilotage agronomique de l'arrosage est précisément d'adapter les apports en fonction des circonstances. C'est cette adaptation des apports en eau qui conduit l'arbre à tendre vers l'autonomie hydrique le plus rapidement possible.

Paragraphe sur fond bleu à insérer dans la partie relative à "l'entretien de parachèvement et de confortement" ou "opérations d'arrosage" du CCTP de plantation.

Le paragraphe suivant propose une description du mode opératoire des arrosages. Les informations suivantes sont détaillées :

- Description de l'opération d'arrosage (complément à la description des opérations d'entretien)
- Description du pilotage de l'arrosage

NB : Pour le paragraphe relatif au « Service d'information agronomique pour le pilotage des arrosages », merci d'employer le cas n°1 ou le cas n°2 en selon le rôle d'Urbasense (AMO ou SST) choisi par le maître d'ouvrage.

§ §2 - Pilotage et contrôle tensiométrique de l'arrosage

➤ Service d'information agronomique pour le pilotage des arrosages

Les apports en eau sont adaptés aux besoins effectifs des végétaux tout au long de la période d'entretien et veillent à :

- Éviter toute condition de déficit hydrique
- Éviter toute condition d'excès d'eau
- Maximiser la croissance racinaire des végétaux en capitalisant sur les cycles d'assèchement

ou

Cas n°1 : Si le service de suivi de l'arrosage est mis à disposition par le maître d'ouvrage (si Urbasense est AMO)

Le Maître d'Ouvrage dispose d'un service d'information agronomique compatible avec les stations tensiométriques Minisense ® et le met à disposition du prestataire. Ce service est assuré par l'assistant à Maîtrise d'Ouvrage et permet de :



- Produire et diffuser la prévisions des besoins en eau des végétaux (dose et fréquence)
- Réaliser une évaluation quotidienne du développement racinaire
- Contrôler la qualité des arrosages effectués et des périodes de non arrosage nécessaires
- Mesurer l'impact des précipitations sur les besoins d'arrosage

Le prestataire proposera un accès numérique sécurisé par identifiant et mot de passe individuels aux informations et indicateurs désignés ci-dessus, depuis un ordinateur, et, tablette / mobile compatible Android et ios.

Pour permettre un ancrage racinaire accéléré, le prestataire fondera l'organisation de ses arrosage sur les besoins hydriques des végétaux transmis par le service d'information agronomique. Le prestataire veillera à répondre en dose et en fréquence à ces besoins à travers :

- La dose d'arrosage optimum : elle est généralement comprise entre 50 et 200 litres par apport pour un arbre de force usuelle. La dose optimum sera indiquée par le service d'information agronomique pour l'arrosage
- La fréquence d'arrosage adaptée : l'intervention d'arrosage est à programmer pour des périodes favorisant le développement rapide du système racinaire tel qu'indiqué par le service d'information agronomique pour l'arrosage

Dans des conditions normales, le nombre total d'arrosages pourra varier :

- de 5 à 8 arrosages pour la saison de parachèvement
- de 2 à 6 arrosages pour la saison de confortement 1
- de 0 à 5 arrosages pour la saison de confortement 2

ou

Cas n°2 : Si le service de suivi de l'arrosage est inclus au marché de travaux (si Urbasense est co/sous-traitant de l'entreprise de travaux)

Le prestataire devra se doter d'un service d'information agronomique compatible avec les stations tensiométriques Minisense ® permettant de :

- Produire et diffuser la prévisions des besoins en eau des végétaux (dose et fréquence)
- Réaliser une évaluation quotidienne du développement racinaire
- Contrôler la qualité des arrosages effectués et des périodes de non arrosage nécessaires
- Mesurer l'impact des précipitations sur les besoins d'arrosage

Le prestataire proposera un accès numérique sécurisé par identifiant et mot de passe individuels aux informations et indicateurs désignés ci-dessus, depuis un ordinateur, et, tablette / mobile compatible Android et ios.

Le service d'information agronomique et la production de données concernant le besoin en eau des plantations repose sur l'analyse des données tensiométriques par un docteur en agronomie / science du sol.

Ces informations sont transmises à la liste de diffusion et selon le mode de communication validé par le maître d'œuvre. Le système d'information devra permettre de différencier les informations transmises aux équipes en charge de l'arrosage, au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage.

Pour permettre un ancrage racinaire accéléré, le prestataire fondera l'organisation de ses arrosage sur les besoins hydriques des végétaux transmis par le service d'information agronomique. Le prestataire veillera à répondre en dose et en fréquence à ces besoins à travers :

- La dose d'arrosage optimum : elle est généralement comprise entre 50 et 200 litres par apport pour un arbre de force usuelle. La dose optimum sera indiquée par le service d'information agronomique pour l'arrosage



- La fréquence d'arrosage adaptée : l'intervention d'arrosage est à programmer pour des périodes favorisant le développement rapide du système racinaire tel qu'indiqué par le service d'information agronomique pour l'arrosage
Dans des conditions normales, le nombre total d'arrosages pourra varier :
 - de 5 à 8 arrosages pour la saison de parachèvement
 - de 2 à 6 arrosages pour la saison de confortement 1
 - de 0 à 5 arrosages pour la saison de confortement 2

➤ Mode opératoire

Les opérations d'arrosage sont effectuées selon les besoins du végétal, mis en évidence par le service d'information agronomique.

Avant l'opération d'arrosage, il sera procédé à la suppression des adventices sur l'ensemble du pied d'arbre, ainsi qu'à la reformation de la cuvette et le cas échéant au bêchage du sol nu ou à la reconstitution de l'épaisseur de paillage. Ces opérations font partie intégrante du coût de la prestation et seront exécutées à chaque opération d'arrosage.

Les cuvettes d'arrosage sont réalisées de manière à assurer une humidification optimale de la motte de l'arbre. En règle générale, le diamètre intérieur de la cuvette ne devra pas excéder deux fois la circonférence de l'arbre mesurée au collet. Les cuvettes pourront être agrandies entre le parachèvement et le confortement sur avis de la maîtrise d'œuvre et sous réserve de reprise racinaire mesurée.

Lors de la formation des cuvettes d'arrosage une attention particulière est portée à maintenir une faible épaisseur de terre (<5cm) ou de paillage (10cm) au dessus du collet. Le collet sera systématiquement dégagé pour évaluer cette épaisseur.

Les citernes et tuyaux sur bouche à clé devront être équipés d'un compteur permettant la vérification de la quantité d'eau utilisée.

➤ Contrôle qualité des apports en eau

Chaque semaine, le relevé d'information agronomique produit une évaluation de la qualité de la réhumectation du sol. Elle distingue les différents compartiments concernés par la croissance racinaire ;

- Motte
- Extérieur de la motte en surface
- Extérieur de la motte en profondeur

Cette évaluation permet le constat des conditions hydriques des arbres équipés et une vérification de l'impact des apports en eau réalisés par l'entreprise. Elle tient compte des conditions météorologiques, du type, force et espèce du végétal, du type de sol et de tout autre critère pertinent.

Les besoins hydriques mesurés sont traduits par le service d'information agronomique qui évalue chaque semaine le statut hydrique de chaque groupe d'arbre équipé selon une échelle qualitative à 4 niveaux :

- Normal : l'état hydrique mesuré du végétal est correct et ne limite pas son développement racinaire
- Vigilance : l'état hydrique mesuré du végétal est instable et s'aggrave, le végétal souffrira de manque ou d'excès d'eau dans les prochains jours, une action corrective est à mener sous 1 semaine
- Alerte : l'état hydrique mesuré du végétal est défavorable et constitue un facteur limitant majoritaire de l'activité racinaire (manque ou d'excès d'eau), une action corrective est à mener sans attendre
- Crise : le végétal souffre depuis plusieurs jours d'un état hydrique très dégradé (manque ou d'excès d'eau), le pronostic vital du végétal est engagé



Les éventuelles non conformités mineures (statut hydrique d'alerte) ou majeures (statut hydrique de crise) observées et pouvant être attribuées à un défaut des opérations d'arrosage pourront faire l'objet de pénalités tel que précisé au CCAP du contrat de travaux.

3 Garantie de reprise étendue: constat tensiométrique de développement racinaire et bilan de fin de saison

Paragraphe sur fond bleu à insérer dans la partie relative à la "garantie de reprise", "levées des réserves" ou "constat de reprise" du CCTP de plantation.

En l'absence de moyens de contrôle, le défaut d'arrosage ne peut pas être démontré. Il est alors compensé par le remplacement d'arbre en fin de période d'entretien, au titre de la garantie de reprise. Cette démarche ne correspond pas aux bonnes pratiques de gestion d'un ensemble de plantations (le gestionnaire futur doit alors assurer lui-même la reprise des plantations de remplacement). Le remplacement en fin de période d'entretien correspond parfois à l'option la moins coûteuse pour le prestataire chargé du contrat d'entretien (remplacer des arbres coûte moins cher que de les arroser correctement).

De plus, dans ce cas, le gestionnaire futur est contraint de gérer un patrimoine végétal ayant souffert (y compris pour les végétaux non morts à la fin de la garantie) et qui présenteront des signes de dépérissement significatifs à moyen terme (entre 5 et 7 ans après la plantation).

Pour fiabiliser la qualité de l'entretien, la garantie de reprise aérienne peut être complétée par une évaluation de la reprise racinaire, au travers du bilan annuel du suivi tensiométrique. La mesure continue de la croissance racinaire et le suivi continu de l'état hydrique du sol permet un bilan de fin de saison précisant :

- Une évaluation du développement racinaire des végétaux suivis
- Un journal des événements majeurs de la vie du végétal : sortie racinaire de la motte, stress hydrique, arrosages inutiles ou néfastes...

Ce bilan est proposé en complément des procédures de constats de reprise aérien traditionnels pour l'étendre au système racinaire.

Les paragraphes suivants sont proposés pour une insertion dans la partie relative au constat de reprise des végétaux



§ 3 – Garantie de reprise : constat tensiométrique de développement racinaire et bilan de fin de saison

Le constat de reprise des végétaux comprend la prise en compte de l'évaluation de la croissance racinaire à travers les éléments suivants, produits par le service d'information agronomique.

Le prestataire produira un dossier de fin de saison comprenant deux parties :

➤ Constat tensiométrique de développement racinaire

Le constat de reprise racinaire présente :

- Une représentation cartographique des arbres témoins suivis
- Une représentation graphique de la croissance racinaire de la saison et de l'évaluation satisfaisante / insuffisante / critique selon des critères agronomiques et botaniques

Le constat de reprise racinaire et la synthèse annuelle des conditions hydriques constituent un complément au constat de reprise aérienne et participent à l'évaluation de la conformité des végétaux lors de la levée de réserves en fin de période de garantie.

➤ Bilan de fin de saison

Une synthèse annuelle des conditions hydriques pour chaque groupe d'arbre sous forme de frise chronologique comprenant :

- Les principaux événements agronomiques de la saison : besoins en eau mesurés, arrosages réalisés, pluies efficaces observées, reprise racinaire initiée
- L'état de confort des végétaux : normal, vigilance, alerte, crise
- Les anomalies et éventuelles non-conformités mesurées en cours de saison

En complément de l'évaluation des parties aériennes des végétaux, la conformité des végétaux est établie selon les critères suivants :

➤ Conformité racinaire des végétaux

Pour permettre une levée de réserve, les végétaux devront présenter la qualité de croissance racinaire suivante :

- o Activité racinaire significative à l'extérieur de la motte en fin de saison de parachèvement
- o Activité racinaire significative profonde (80cm) en fin de de saison de confortement

En cas de non conformité constatée sur la base de l'analyse de l'échantillon, le maître d'ouvrage se donne la possibilité :

- De refuser le groupe de végétaux rattaché aux échantillons en question
- De recourir à des investigations complémentaires pour étendre le diagnostic à davantage de sujets

➤ Conformité liée à l'absence de stress avéré ou intense

Absence de stress hydrique dommageable à la pérennité de l'arbre

- L'enregistrement des conditions hydriques auprès des végétaux équipés sur les saisons de garantie. Il sera notamment attendu :
 - o Une absence totale de stress hydrique intense (crise)
 - o Une période de stress hydrique avéré (alerte) inférieure à 14 jours consécutifs et à 21 jours cumulés sur une saison végétative

Ces éléments sont intégrés à la procédure de constat de reprise sur le terrain et permettent une évaluation complète des végétaux acceptés et refusés à l'issue de la période de garantie.



4 Clauses de défaillance

Appuyées sur un outil de contrôle fiable, les pénalités et clauses de substitution peuvent être employées comme un outil permettant d'enchérir le coût d'un arrosage inadapté, et donc de faire du remplacement de l'arbre non conforme un poste de coût plus élevé que l'arrosage adapté.

Les pistes suivantes sont proposées à titre d'exemple pour insertion au CCAP.

.§ 4 – Clauses de défaillance

➤ Pénalités pour manque ou non-conformité de l'arrosage

Lorsque le délai contractuel d'exécution ou de livraison est dépassé, par le fait du titulaire, celui-ci encourt, par jour de retard et sans mise en demeure préalable, une pénalité fixée à 1.0/1000, conformément aux stipulations de l'article 14.1 du CCAG-FCS.

Par dérogation au CCAG, il n'est prévu aucune exonération à l'application des pénalités journalières de retard.

➤ Clauses de substitution à l'opérateur défaillant chargé de l'arrosage

En cas de défaillance avérée, et pour assurer la survie et le développement des végétaux, il est proposé de substituer l'opérateur défaillant à ses frais

Pénalités	Occurrence	Valeurs	Précisions
Retard ou absence du titulaire dans la réalisation d'une opération d'arrosage ou d'entretien	Journalière	50€/arbre	Retard ou absence dans la réalisation d'un arrosage entraînant un statut hydrique d'alerte ou de crise tel qu'exigé dans le C.C.T.P. : 50€ par arbre concerné et par jour de retard
Malfaçon ou absence du titulaire dans la réalisation d'une opération d'arrosage ou d'entretien entraînant l'entrée en statut hydrique d'alerte ou de crise	Forfaitaire	400€/arbre	Malfaçon ou absence du titulaire dans la réalisation d'une opération d'arrosage ou d'entretien entraînant l'entrée en statut hydrique d'alerte ou de crise : 400€/arbre concerné, pour chaque nouvelle entrée en alerte ou crise



Exemple de cadre de BPU

DÉSIGNATION PHASE	UNITÉ	QTÉ	PRIX UNIT.	MONTANT HT
Fourniture d'une station complète type Minisense ® ou équivalent Ce poste rémunère au forfait la fourniture d'une station Minisense ® et de 1 à 6 capteurs tensiométriques compatibles, comprenant : Le dispositif électronique de télécommunication	Station			
Installation des stations type Minisense ® ou équivalent : Ce poste rémunère au forfait : - Carte des arbres témoins sélectionnés - Pose des équipements tensiométriques - Initialisation de la plateforme d'échange - Production d'un document de récolement	Station			
Pilotage et contrôle tensiométrique de l'arrosage de parachèvement Ce poste rémunère au forfait pour une saison indivisible de parachèvement : - Le relevé automatique quotidien de la tension hydrique sur les sondes qui lui sont raccordées (accès illimité aux données) et le traitement expert des données - La mise en ligne d'indicateurs mensuels et hebdomadaires précisant les besoins hydriques physiologiques des végétaux suivis (ex. jour restant en confort hydrique) Ils sont diffusés à l'ensemble des acteurs du projet : l'entreprise en charge des arrosages, et/ou de la Maîtrise d'Ouvrage / Maîtrise d'Ouvrage déléguée, et/ou de la Maîtrise d'Oeuvre, et de toute autre personne qu'il conviendra - L'envoi hebdomadaire d'un mail à l'entreprise responsable de l'arrosage avec préconisation(s) par groupe(s) d'arbres de la quantité d'eau à apporter. - Une mise à jour du statut hydrique des végétaux suivis : normal, vigilance, alerte, crise.	Station			
Pilotage et contrôle tensiométrique de l'arrosage de première année de confortement Ce poste rémunère au forfait le service décrit au poste précédent pour la saison une première saison indivisible de confortement	Station			
Constat tensiométrique de développement racinaire et bilan de fin de saison - Parachèvement Ce poste rémunère au forfait la production et la diffusion d'un bilan de fin de saison précisant : - Constat de reprise racinaire : évaluation de la qualité de la reprise racinaire pour chaque groupe suivi : allongement, homogénéité dans les groupes, atteinte des objectifs d'autonomie hydrique - Bilan de fin de saison : historique de l'état hydrique des végétaux sur l'ensemble de la saison (résolution au moins quotidienne) : normal, vigilance, alerte, crise				
Mesure tensiométrique de la reprise racinaire et bilan de fin de saison - première année de confortement Ce poste rémunère au forfait la production et la diffusion d'un bilan de fin de saison tel que décrit ci-dessus en fin de première année de confortement.	Station			

NB : Ajouter autant de lignes « Pilotage et contrôle » et « Mesure de la reprise racinaire » qu'il y a de saisons de confortement complémentaires



contact@urbasense.fr



01 78 14 07 00



25 rue du Maréchal Foch 78000 VERSAILLES

SARL au capital de 30 000€ RCS Versailles SIRET 81094060100034 TVA FR26810940601 Code APE 7490B

