

**Végétalisation de carrière basée sur
une ingénierie écologique innovante**

Banquettes de la carrière de Bagard (30)

Suivi à 18 mois - Mai 2019

Réalisation des travaux : Automne 2017



Principes généraux des suivis écologiques

But global du suivi écologique :

- Connaitre la réussite du développement de la végétation herbacée et ligneuse ;
- Évaluer le degré de recouvrement du sol et la performance de chaque espèce ;
- Surveiller les indices d'érosion ou d'instabilité du terrain;
- Vérifier la mise en place d'un sol fonctionnel.

❖ Objectifs du suivi à 6 mois

- Appréhender les **paramètres microclimatiques et stationnels** les plus marquants vis-à-vis des végétaux ;
- Analyser **la structure et la composition** de la végétation herbacée, grimpante, ou arbustive et arborescente;
- Évaluer la part occupée par la flore spontanée;
- Mesurer le **taux de survie** des plantations.

❖ Objectifs du suivi à 18 mois

- Évaluer quantitativement et qualitativement **le niveau d'implantation de la végétation** introduite sous forme de semis et/ou de plantation ;
- Prise en compte de paramètres supplémentaires rendant compte de l'évolution de la **couverture végétale** et de la **biodiversité** ;
- Analyser l'amélioration des **propriétés organo-biologiques du sol** (structure, taux de matière organique, vie microbienne, Réserve Utile...);
- Vérifier que les plantations montrent une croissance de façon significative ;
- S'assurer du résultat en terme **d'intégration paysagère** du site.

Contexte d'intervention en milieu à fortes contraintes & solutions innovantes

❖ Problématiques

La mise en place spontanée d'une végétation apparaît très lente et incertaine au vu des contraintes environnementales du site (sol et climat). Les placettes « témoin » (sans intervention) laissées les années précédentes en sont la meilleure preuve.



❖ Contraintes initiales du site

- Zone Natura 2000 « Falaises d'Anduze »;
- Substrat stérile marno-calcaire majoritaire (gonflement /retrait) avec charge importante en éléments grossiers;
- Quasi-absence de matière organique et de vie microbienne;
- Climat de l'étage méso-méditerranéen avec phénomène de vents chauds ascendants et localement desséchants;

❖ Solutions spécifiques mises en œuvre

Sélection optimale de la palette végétale : 15 espèces ligneuses et 19 espèces herbacées, choisies pour leur caractère indigène, leur résistance à la sécheresse, leur tolérance aux terrains calcaires, ainsi que leur rôle actif dans la restauration des sols.

Activation microbiologique des sols : les techniques innovantes d'ingénierie de la rhizosphère sont ici déployées afin de faciliter l'établissement et la croissance d'une végétation adaptée. Cela concerne l'inoculation de bactéries locales fixatrices d'azote (symbiontes des légumineuses), de bactéries stimulants la croissance racinaire (PGPR), ainsi que de champignons mycorhiziens.



Image aérienne 2017 (source : Géoportail)

❖ Calendrier des interventions

Date	Nature des travaux de végétalisation
Novembre 2017	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Plantation et ensemencement de 4 banquettes sur le front 2, altitudes 256/364/272 et 280m NGF. ➤ Plantation et ensemencement d'une banquette sur le front 3, altitude 325m NGF (moitié plantée seulement; elle sera complétée à l'automne suivant).
Juin 2018	Suivi après 6 mois après travaux de végétalisation
Mai 2019	Suivi après 18 mois

Suivi des aménagements réalisés sur le front 3 (banquette F3-2)

2018 - Suivi à 6 mois



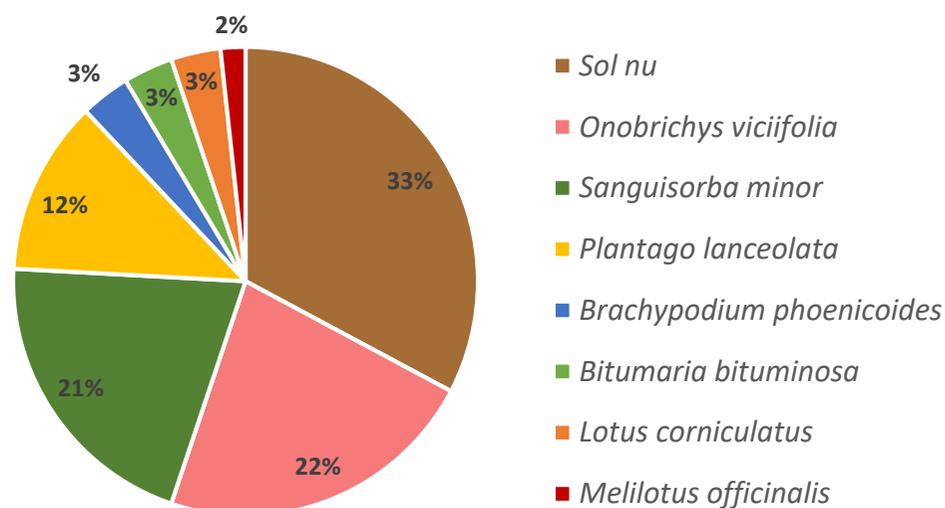
2019 – Suivi à 18 mois



Résultats du suivi des semis (Front 3)

- L'ensemencement a permis la mise en place d'un couvert herbacé qui atteint 67 % de recouvrement.
- Ce couvert herbacé modérément dense présente pour autant une composition variée, et garantit un niveau de fonctionnalité satisfaisant (maintien du sol, relance des activités biologiques, amélioration de la fertilité...).

Recouvrement et expression des espèces herbacées à 18 mois



Observation du couvert herbacé (Front 3, mai 2019)



Résultats du suivi des plantations (Front 3)

- Taux de survie **global des plants de 70 %**, 18 mois après leur plantation.
- Les essences suivantes montrent - en particulier - une bonne reprise :
 - *Alnus cordata*
 - *Cercis siliquastrum*
 - *Coronilla juncea*
 - *Pistachia terebenthus*
 - *Prunus mahaleb*
 - *Sorbus domestica*
 - *Vitex agnus-castus*
- D'importantes chutes de blocs et pierres s'observent sur le front 3. La banquette F3-2 végétalisée apparaît particulièrement enclin aux chutes de pierres, responsables de la mortalité d'une partie significative des plants. Le piège à cailloux apparaît peu fonctionnelle ici, le sommet du front 3 montrant une morphologie irrégulière.

Observation des plantations (Mai 2019, Front 3)

Sorbus domestica



Vitex agnus-castus



Alnus cordata



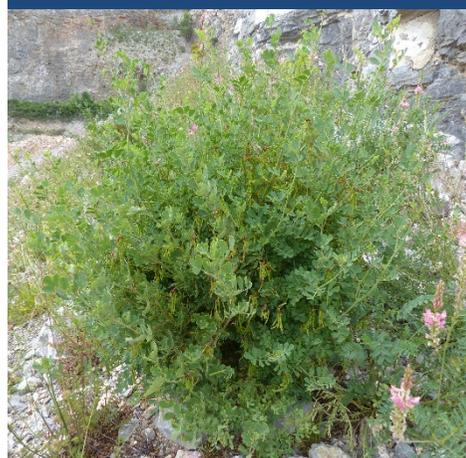
Amelanchier ovalis



Prunus mahaleb



Coronilla glauca



Pistacia terebinthus



Suivi des aménagements réalisés sur le front 2

2019 – Suivi à 18 mois

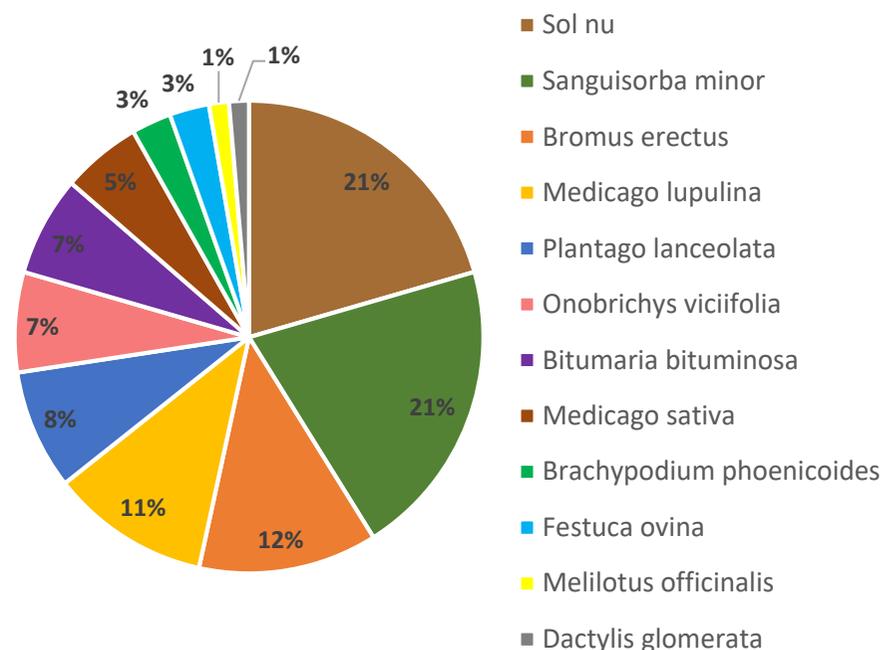


Seule banquette encore
accessible pour un suivi détaillé

Résultats du suivi des semis (Front 2)

- L'ensemencement a permis la mise en place d'un couvert herbacé qui atteint 79 % de recouvrement.
- Ce couvert herbacé est assez dense et présente un haut niveau de diversité.
- Les fonctions attendues sont ici pleinement remplies (maintien du sol, relance des activités biologiques, amélioration de la fertilité...).

Recouvrement et expression des espèces herbacées.



Observation du couvert herbacé (Front 2, mai 2019)



Résultats du suivi des plantations (Front 3)

- Taux de survie **global des plants de 78 %**, 18 mois après leur plantation.

- Les essences suivantes montrent en particulier une bonne reprise :
 - *Coronilla glauca*
 - *Pistachia terebenthus*
 - *Prunus mahaleb*
 - *Sorbus domestica*
 - *Alnus cordata*
 - *Prunus spinosa*
 - *Rhamnus alaternus*

- La piège à cailloux se révèle efficace et donc indispensable pour les végétaux qui colonisent la banquette. La chute de bloc ne pose donc ici pas problème sur la végétation implantée.

Alnus cordata



Prunus dulcis



Sorbus domestica



Coronilla glauca



Prunus mahaleb



Discussions et conclusions

Les aménagements mis en œuvre à l'automne 2017 se révèlent être satisfaisants en 2019 et participent à l'**intégration éco-paysagère du site** dans son environnement.

Le front 3 présente les plus **fortes contraintes** en termes d'exposition, de sécheresse, de pierrosité et de chute de blocs. Néanmoins, notre approche d'ingénierie écologique a permis de végétaliser une première banquette. Après 18 mois, le couvert herbacé occupe 67 % des surfaces, tandis que 70 % des arbres et arbustes plantés ont survécu.

Le front 2 offre des conditions microclimatiques plus clémentes sur sa partie basse bien que soumis aux remontées d'air asséchant, ce qui permet notamment une **meilleure expression du semis**. La strate herbacée atteint ici un recouvrement de 80 %, tandis que le taux de reprise des plantations s'élève à 78 %.

De manière transversale, **une croissance significative des plants ligneux est attendue à partir de la 3^{ème} année**, sur la base d'un développement suffisant de leurs systèmes racinaires.