

Approches spatiales et temporelles des capacités de restauration du terroir du Défens (Meyrieul) par *Spartium junceum*

FOLZER Hélène^{1,2}, SALDUCCI Marie-Dominique¹, MIGNAN Maxime³, VERLANDE Maxime³, VASSALO Laurent³,
PRUDENT Pascale³, RABIER Jacques¹, LAFFONT-SCHWOB Isabelle^{2,4}

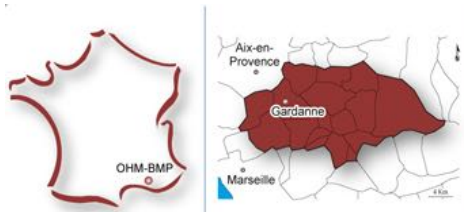
¹ Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, Avignon Université, IMBE, campus St Charles, 13331, Marseille cedex 3 ; ² OHM BMP, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, Aix en Provence ; ³ Aix Marseille Univ, CNRS, LCE, campus St Charles, 13331, Marseille cedex 3 ; ⁴ Aix Marseille Univ, IRD, LPED, campus St Charles, 13331, Marseille cedex 3.

Mardi 10 octobre 2017

Salle des Fêtes du Complexe des Terres Blanches 36

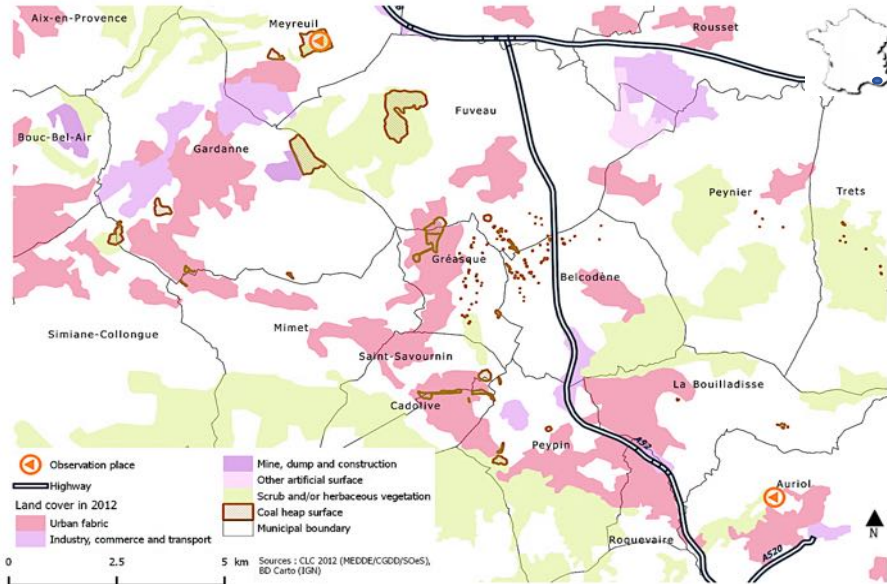
Lotissement Terre Blanche

13320 Bouc-Bel-Air



Un territoire et des paysages marqués par des activités minières

Le terril du Défens : plusieurs usages passés et présents



Territory of coal mining in Provence (Maxime Maignan, 2016)

Des utilisations passées :

- Décharge de gravois (matériaux de démolition de la centrale thermique, ect...)
- Zone de pâturage de moutons et de brebis
- Dépôt de terre provenant de Plan de Campagne

Aménagements :

- Chemin DFCl, évacuation des eaux de ruissèlement
- Enherbement : Fétuque élevée, Dactyle, Sainfoin
- Végétalisation : Pins d'Alep 50%, Micocouliers 20%, Amandiers 10%, Pins parasol 20%



Cartographie aérienne du terril du Défens (Google earth)

Terril du Défens :

311 mètres, pente de 25%
52 hectares
Commune de Meyreuil

Couches de 1,50m de stériles compactés alternées avec 40cm de chaux éteinte

Recouvert de 1m de terre

Des utilisations présentes :



Distance totale : 4.973 km
Montée : 240 m
Descente : 240 m
Y Minimum : 175 m
Y Moyen : 237 m
Y Maximum : 306 m

Durée estimée : 01:24:06
Moyenne estimée : 3.5 km/h

Sentier pédestre et patrimoine minier à Meyreuil



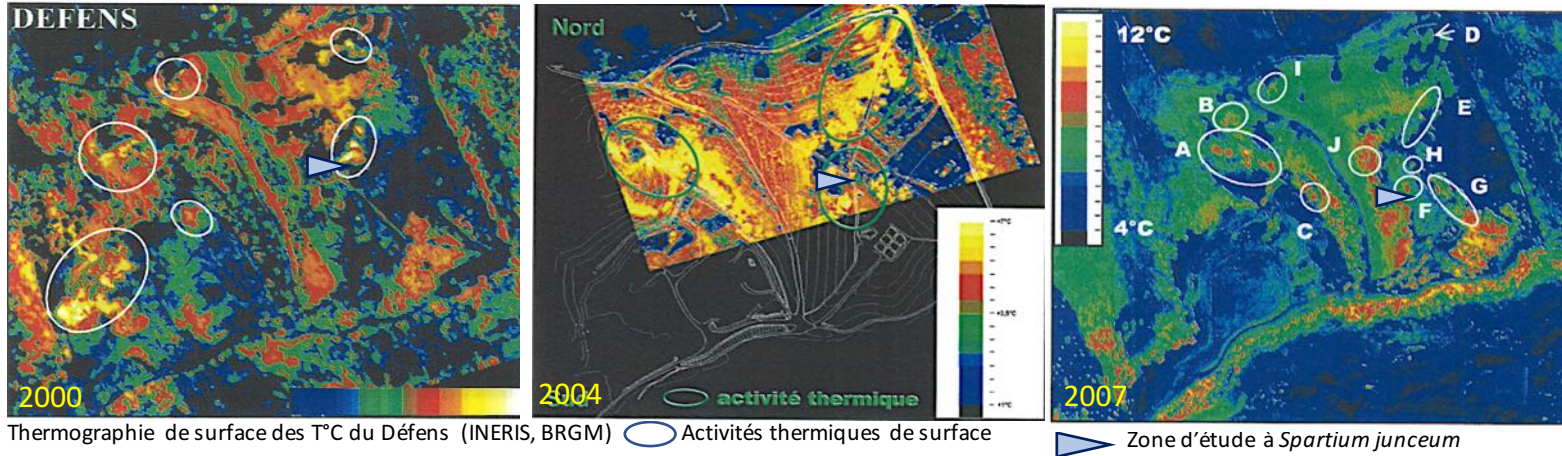
Association Pas et Repas



« Des paysages somptueux transformés par l'activité humaine liée à l'extraction et à l'exploitation du charbon »

Mais un territoire qui reste sous contraintes et qui évolue

Thermographie de surface montrant une hétérogénéité de températures sur le terril



Thermographie de surface des T°C du Défens (INERIS, BRGM) Activités thermiques de surface Zone d'étude à *Spartium junceum*

Une végétation modifiée



Présence de zones d'échauffement en surface plus de 38 ans après les dépôts

- 1995 : remontées de gaz, et fumerolles
- 1996 : feu, 2 zones de combustion
- 2001 : 70°C relevé dans des failles, ...



Résidus de lignite

Couches de sol



Dépérissement de *Pinus halepensis* sur certains points chauds

Pinus halepensis (IMBE)



Spartium junceum (IMBE)

2004 : Végétalisation avec *Spartium junceum* sur un point chaud - 50 individus plantés

2016-2017 : Survie et développement de la spartiaie depuis plus de 12 ans. 0,22 ha - plus de 350 individus, même sur point chaud.

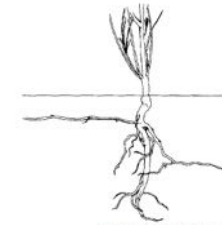
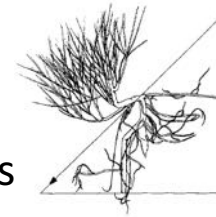
Quelle pérennité des individus de *S. junceum* sous contrainte thermique à long terme ?

Spartium junceum : une espèce « adaptée » aux températures élevées ?



Spartaie sur teruil du Défens

Plante méditerranéenne
De milieu sec
Fabacée
Capacité à réaliser des associations symbiotiques






d'après Chastant *et al.* 2003

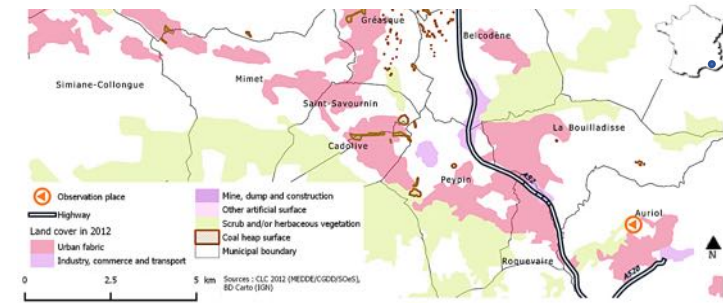
Stabilisatrice des pentes
Nanophanérophyte pionnière

Spartiaie étudiée sur teruil du Défens



-  **NRT** : *Non root T°C*
individus $20^{\circ}\text{C} < T^{\circ}\text{C}_{\text{sol}} < 22^{\circ}\text{C}$
-  **HRT** : *High Root T°C*
individus $23^{\circ}\text{C} < T^{\circ}\text{C}_{\text{sol}} < 24^{\circ}\text{C}$
-  **VHRT** : *Very High Root T°C*
individus $26^{\circ}\text{C} < T^{\circ}\text{C}_{\text{sol}} < 42^{\circ}\text{C}$

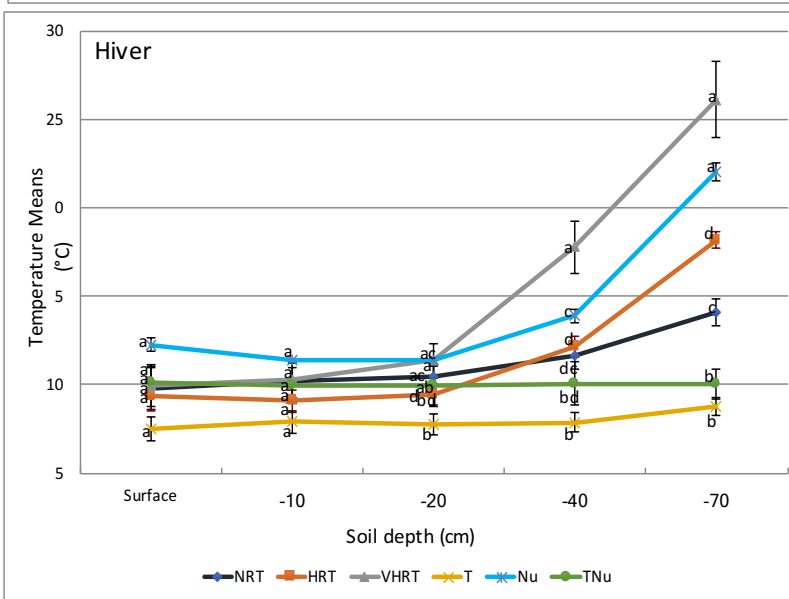
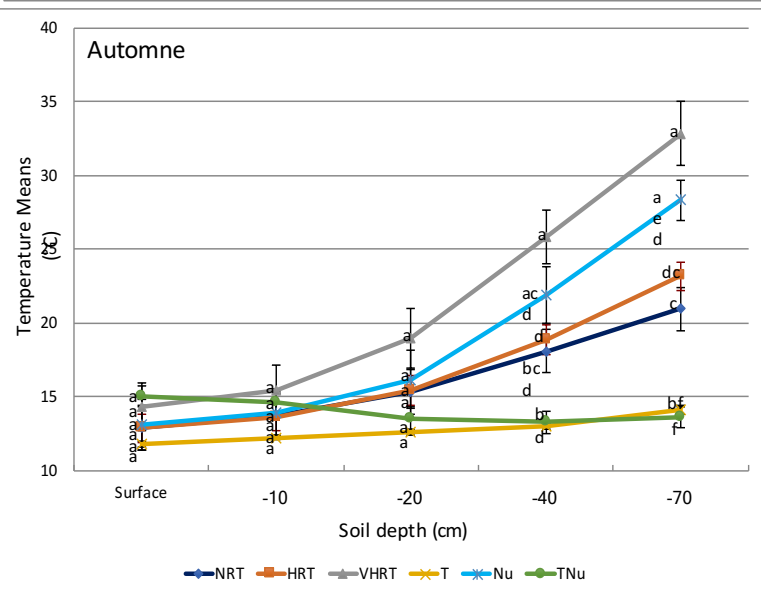
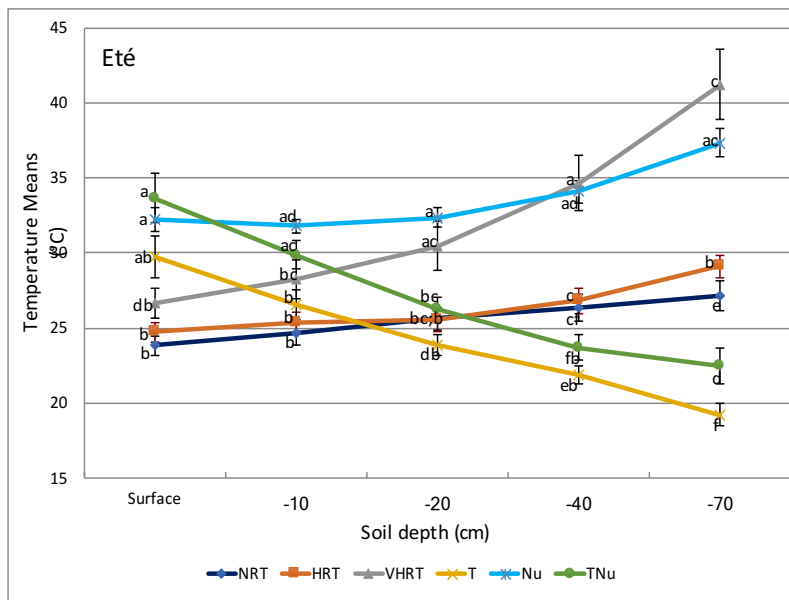
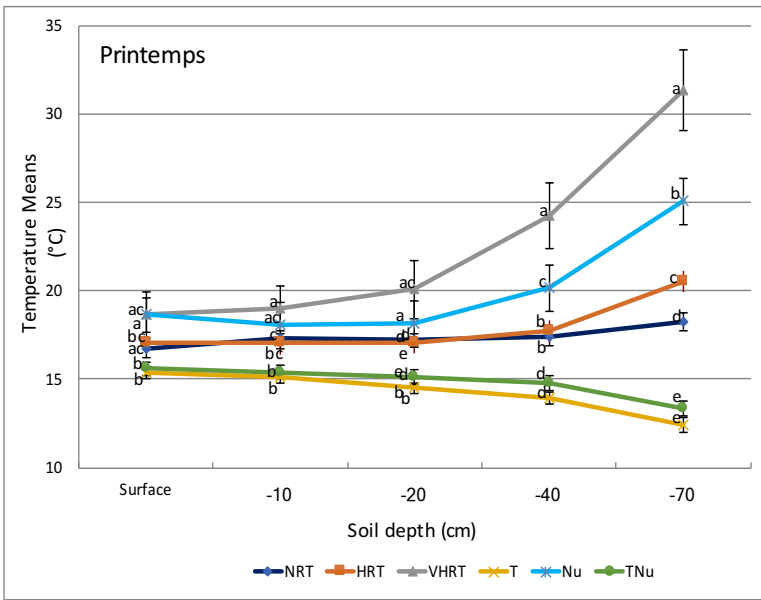
Spartiaie témoin d'Auriol



Spartaie spontanée de référence sur site à Auriol (chemin de Vincenne, Google Earth)

Contraintes thermiques des sols du terril

Suivi sur des températures du sol sur 2 ans à 5 profondeurs du sol



Températures sous *Spartium junceum* VHRT:

- T°C de surface variable suivant les saisons
- T°C à 70 cm de profondeur élevées en toutes saisons. Pic à 42°C en été.

Températures sous *Spartium junceum* témoin (Auriol) T:

- T°C de surface qui fluctuent avec les saisons
- T°C à 70 cm de profondeur qui suivent les moyennes de saisons. Pic à 18°C en été.

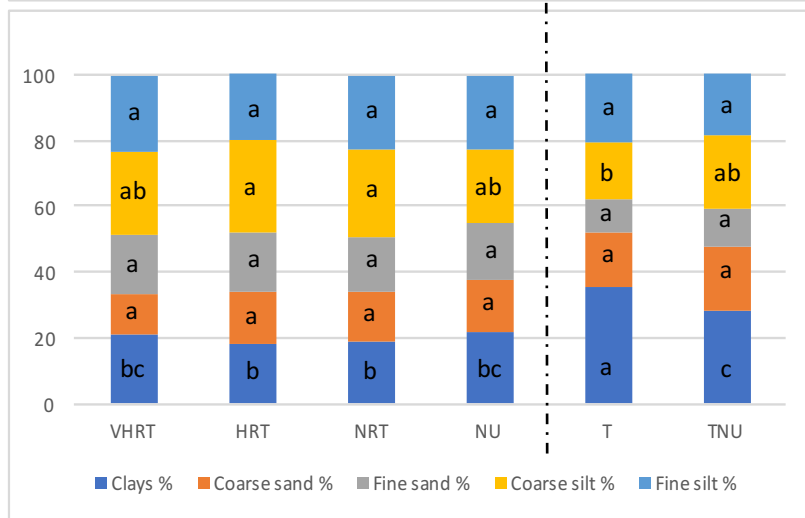
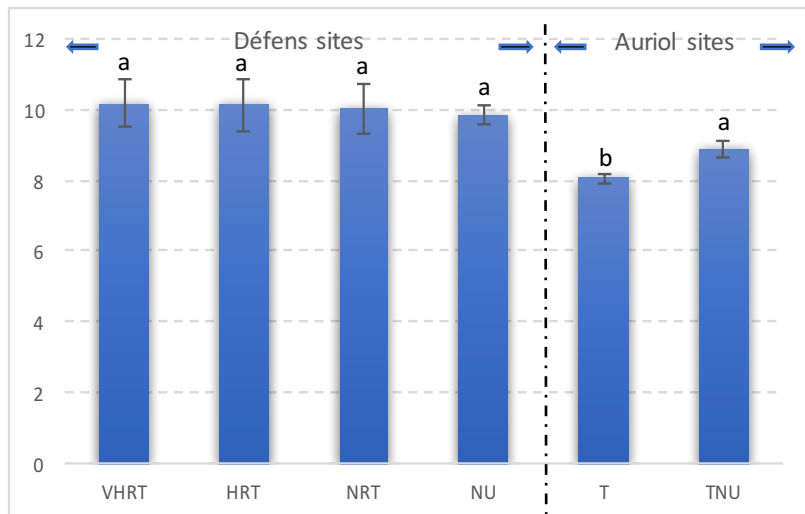
➔ *Spartium junceum* survit malgré un système racinaire soumis à des températures élevées en toutes saisons



Soil temperature (°C) measured with Hanna probe at 0, 10, 20, 40, 70 cm depth in Spring, Summer, Autumn and Winter during 2 years in different Défens heap areas (VHRT, HRT, NRT, Nu) and Tnu, T (Auriol control site), (n=4 ; p<0.05; Wilcoxon test)

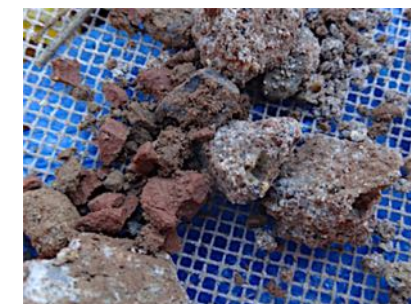
Contraintes physico-chimiques des sols du terril

pH et granulométrie des sols



Caractéristiques granulométriques (LMD, Alès) et pH (NF ISO 10390) moyennés des sols par zone du terril du Défens et de la station témoin d'Auriol. Prélèvements à 0,25 cm de profondeur. Les lettres indiquent statistiquement les différences ou similitudes existantes $p \leq 0,05$ (Test de Wilcoxon).

- pH du sol alcalin sur le terril ($pH > 10$)
- Légère acidification du sol sous *Spartium junceum* uniquement à Auriol



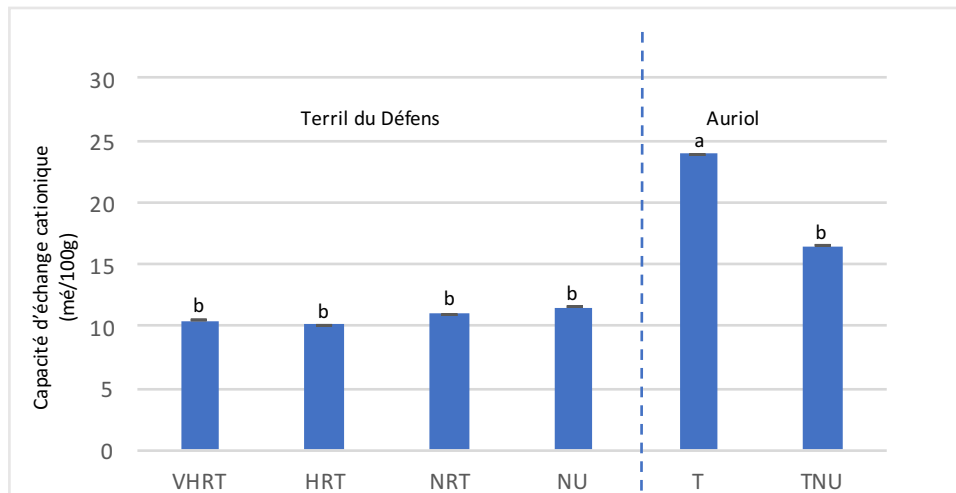
- Granulométrie identique des sols sur le terril
- Proportion d'argile un peu plus importante sur Auriol



➡ Tolérance de *Spartium junceum* au pH alcalin
Non acidification du sol du terril par *Spartium junceum* comme à Auriol, effet tampon du chaulage ?

Propriétés agronomiques des sols du terril

Réserves nutritives du sol :

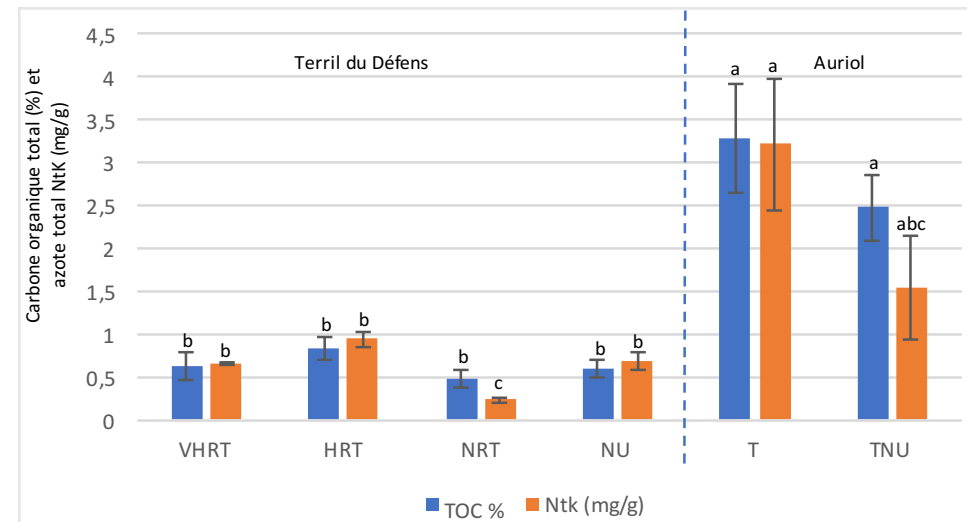


Capacité d'échange cationique moyenne (mé/100g) des sols par zone du terril du Défens et de la station d'Auriol témoin. Prélèvements à 0,25 cm de profondeur. Les lettres indiquent statistiquement les différences ou similitudes existantes $p \leq 0,05$ (Test de Wilcoxon)

- La capacité d'échange cationique (CEC) n'est pas significativement différente entre sols terril et Auriole
- sauf la CEC significativement plus élevée sous *Spartium junceum* à Auriole

➡ *Spartium junceum* se développe sur les sols du terril malgré un sol :

- pauvre en matière organique
- peu nutritif pour l'ensemble des organismes vivants
- peu structuré et peu stable vis à vis des pluies



Carbone organique total (COT, %) et azote total (NtK, mg/g) moyenne des sols par zone du terril du Défens et de la station d'Auriol témoin. Prélèvements à 0,25 cm de profondeur. Les lettres indiquent statistiquement les différences ou similitudes existantes $p \leq 0,05$ (Test de Wilcoxon)

- Le carbone organique total (COT) des différentes zones du terril est statistiquement plus faible que celui des sols d'Auriol à 0,25cm de profondeur
- La teneur en azote total (NtK) n'est pas significativement différente sur les sols chauds du terril mais différente sur sol du terril non chaud

Caractéristiques de l'état physiologique du *Spartium junceum*

Recensement du nombre d'individus de *Spartium junceum*

- De 50 individus à plus de 250 individus de *Spartium junceum* en 12 ans ...

➡ *Spartium junceum* se multiplie bien sur le terril du Défens

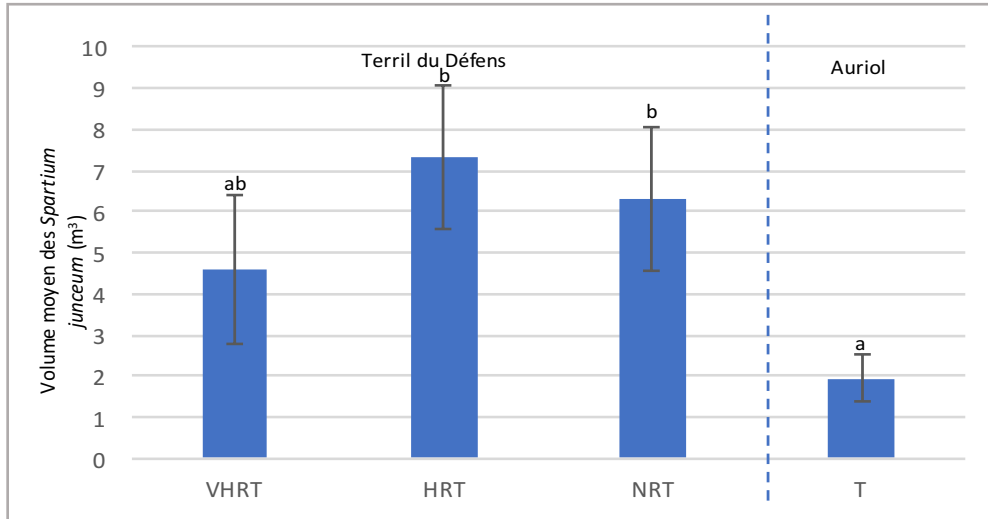


Système racinaire de *Spartium junceum* sur terril du Défens (IMBE, E&B, 2015).



Colonisation de *Spartium junceum* sur terril du Défens depuis 12 ans (IMBE, E&B, 2016)

Mesures biométriques des individus de *Spartium junceum*

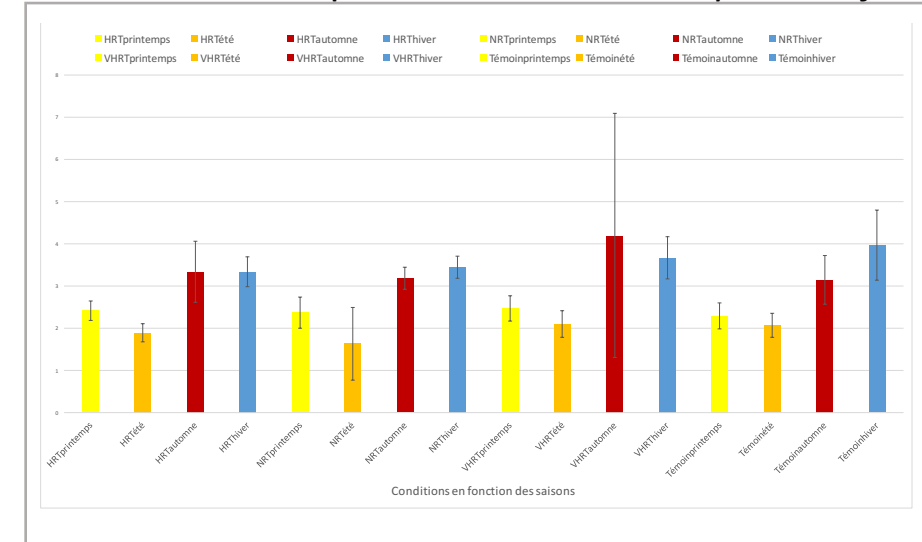


Estimation du volume moyen des individus de *Spartium junceum* sur le terril du Défens et sur le site témoin d'Auriol (n=4 ; p ≤ 0,05 ; Wilcoxon test)

- *Spartium junceum* du terril présente des volumes significativement plus importants qu'à Auriol
- Mais les hauteurs des individus entre sites ne sont pas significativement différentes

➡ *Spartium junceum* se développe bien sur le terril

Mesures métaboliques des individus de *Spartium junceum*



Evolution des indices de chlorophylle mesurés avec un équipement non-destructif (30 flashes avec un Multiplex, Force A) sur le terril du Défens et à Auriol, site de référence sur 2 ans (n=4 ; p ≤ 0,05 ; test de Wilcoxon)

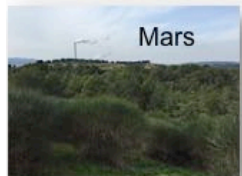
- Fluctuations saisonnières des indices de chlorophylles mais pas de différence significative entre sites pour une même saison

Variation au cours du cycle phénologique

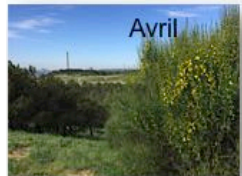
Suivi phénologique des individus de *S. junceum*



Janvier



Mars



Avril



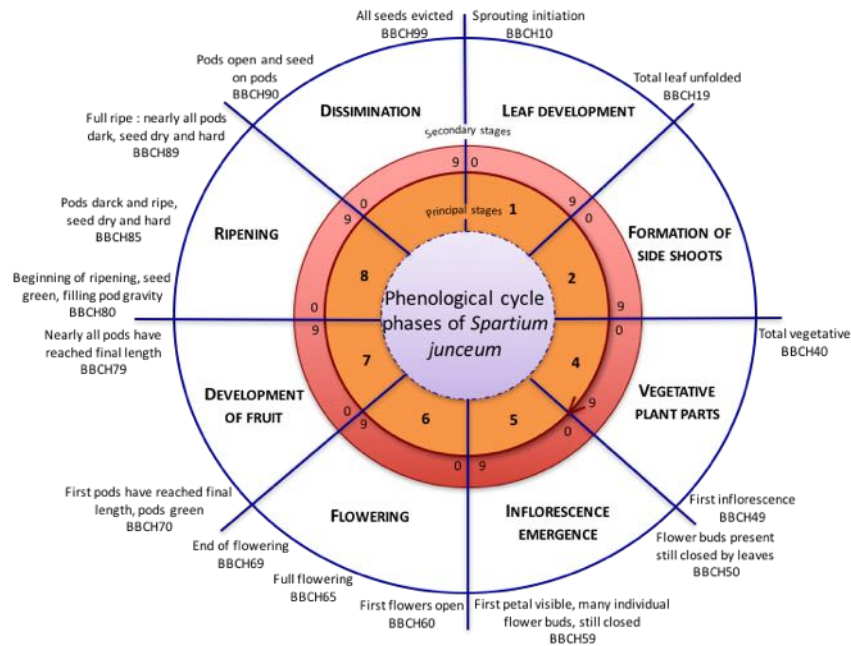
Juillet



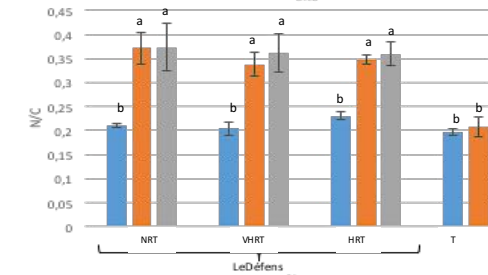
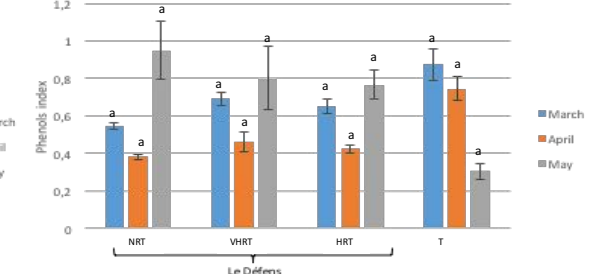
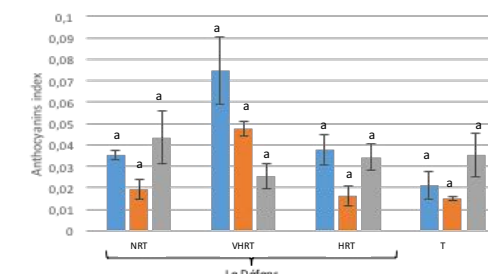
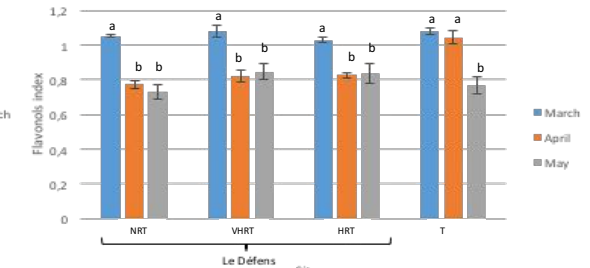
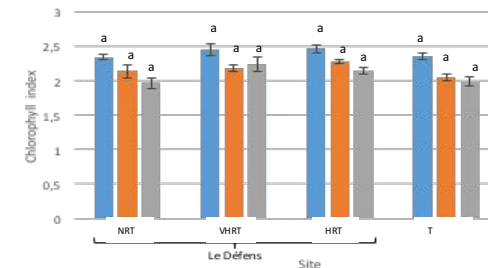
Octobre



Mai



Different *Spartium* phenological stages observed in Le Défens (adapted from BBCH general scheme 2001)



Evolution des indices de chlorophylle N/C, anthocyanes, flavonols mesurés avec un équipement non-destructif (30 flashes avec un Multiplex, Force A) sur le terril du Défens et à Auriol, site de référence sur 2 ans (n=4 ; p ≤ 0,05 ; test de Wilcoxon)

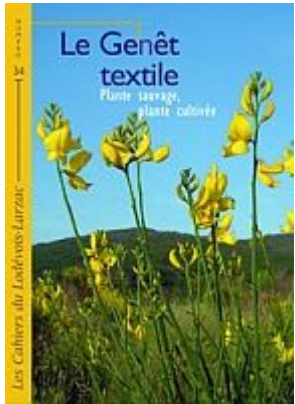
➔ *Spartium junceum* présente à l'échelle du mois un décalage de l'apparition de ses évènements métaboliques au cours de son cycle de développement sur les points chauds du terril

Utiliser *Spartium junceum* pour stabiliser des terrils miniers en région méditerranéenne

- Une espèce méditerranéenne stabilisatrice capable de se développer malgré des pH>10 et des T°C du sol élevées
- Une alternative aux plantations monospécifiques comme le pin
- Une légumineuse qui facilite l'installation d'une diversité végétale et microbienne à travers ses associations symbiotiques

➡ *Spartium junceum* est donc une potentiel source de biodiversité sur ces anthroposols

S'inspirer du passé pour valoriser *Spartium junceum* sur le terril du Défens



Collaboration avec Olivier S., maître de conférences en histoire à l'université de Nîmes

Utilisation du *Spartium junceum* comme fibre textile (juin 1943 : Commune de St Victoret, société textile Etablissement des St Frères de Paris)

Olivier et al. *Le genêt textile. Plante sauvage, plante cultivée*. Lodève, Les Cahiers du Lodévois-Larzac, n° 34, 2009, 144 p. [<http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00457696>]

➡ Evolution des pratiques et des usages autour du terril du défens

D'un terril déchet vers un terril d'intérêt ? Source de pratiques nouvelles ou réactualisées?

Un site d'étude sur le réchauffement climatique ?

Un site atelier permettant l'étude *in situ* du développement d'une espèce méditerranéenne - *Spartium junceum* - et de sa végétation et ses microorganismes associés sur sol chaud sous climat méditerranéen en parallèle aux expériences simulées en laboratoire

Merci de votre attention

