



HAL
open science

Solutions intégrées (Hydrométallurgie & Phytomanagement) pour la valorisation des laitiers sidérurgiques

Mathieu Scattolin, Daniel Garcia, Olivier Faure, Fernando Pereira, Frédéric Paran

► To cite this version:

Mathieu Scattolin, Daniel Garcia, Olivier Faure, Fernando Pereira, Frédéric Paran. Solutions intégrées (Hydrométallurgie & Phytomanagement) pour la valorisation des laitiers sidérurgiques. Journée scientifique Codegepra 2017, Nov 2017, Le Bourget du Lac, France. . hal-01690995

HAL Id: hal-01690995

<https://hal.science/hal-01690995v1>

Submitted on 23 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Solutions intégrées (Hydrométallurgie et Phytomanagement) pour la valorisation des laitiers sidérurgiques

SCATTOLIN Mathieu, GARCIA Daniel, FAURE Olivier, PEREIRA Fernando, PARAN Frédéric
MINES SAINT-ÉTIENNE 158, cours Fauriel CS 62362, 42023 Saint-Étienne Cedex 2

- Les "laitiers sidérurgiques" (LS) sont des matières minérales artificielles produites lors du processus de fabrication de l'acier. Au vu des quantités annuellement produites et des stocks, leur gestion nécessite une solution satisfaisante tant d'un point de vue environnemental qu'économique.
- Ce travail propose de développer un procédé hydrométallurgique de récupération des métaux par voie basique et d'évaluer des méthodologies de phytostabilisation aidée (utilisation d'amendements organiques et de champignons mycorhiziens) pour les résidus secondaires issus de ce traitement.



Crassier sidérurgique d'Industeel-Loire à Châteauneuf (42 800)

Le crassier renferme approximativement 500 000 tonnes de LS étalés sur une superficie d'environ quatre hectares.

Teneurs en éléments métalliques en fonction de la granulométrie du LS

Fraction granulométrique	(- 63 µm)	(- 125 + 63 µm)	(- 250 + 125 µm)	(- 500 + 250 µm)	(-1 + 0,5 mm)	(-2 + 1 mm)	(- 5 + 2 mm)
Fraction massique	3,1 %	6,0 %	6,6 %	13,8 %	29,2 %	20,1 %	21,1 %
Teneurs en éléments métalliques (ppm)							
Cr	1524	1850	3664	5172	5168	17717	21418
Cu	1131	1001	1035	660,3	274,4	315,4	218,0
Mo	160,1	145,5	168,5	153,2	122,2	344,9	319,7
Ni	527,7	513,0	444,4	305,3	173,6	258,7	188,9
V	133,0	133,2	164,7	181,3	185,5	550,1	598,4
Zn	1481	1141	867,5	495,8	284,2	557,8	486,6

Le **chrome** est le métal le plus représenté (10 000 ppm) et se concentre essentiellement dans les fractions les plus grossières (> 0,5 mm). Cette évaluation suggère que la meilleure cible pour réaliser le traitement hydrométallurgique est le matériel riche en Cr, correspondant aux fractions les plus grossières.

Une culture *ex situ* réalisée sur le matériau primaire et testant trois niveaux d'apport d'un amendement, le **MIATE** (« **Matériaux d'Intérêt Agronomiques Issus du Traitement des Eaux** ») [60, 120 et 180 T/ha notés respectivement « M60 », « M120 » et « M180 »] et l'inoculation d'un **champignon mycorhizien à arbuscules (AMF)**, noté « Myc » avec l'apport de spores de *Rhizophagus irregularis* ou « Myc0 » sans) a permis d'évaluer :

Les effets conjoints du MIATE et de l'inoculation d'AMF sur la végétation et sur sa capacité à limiter la diffusion des métaux dans la solution de sol.

La quantité optimale de MIATE à apporter en vue d'obtenir les meilleurs taux de mycorhization (symbiose entre les plantes et l'AMF).

Les résultats présentés sont issus de 6 à 10 réplicats, les tests de Kruskal-Wallis conduit sous R mettent en évidence les différences significatives pour la valeur mesurée entre les traitements (Tests différentes dans les légendes).

Essai de culture *ex situ* (3 mois)

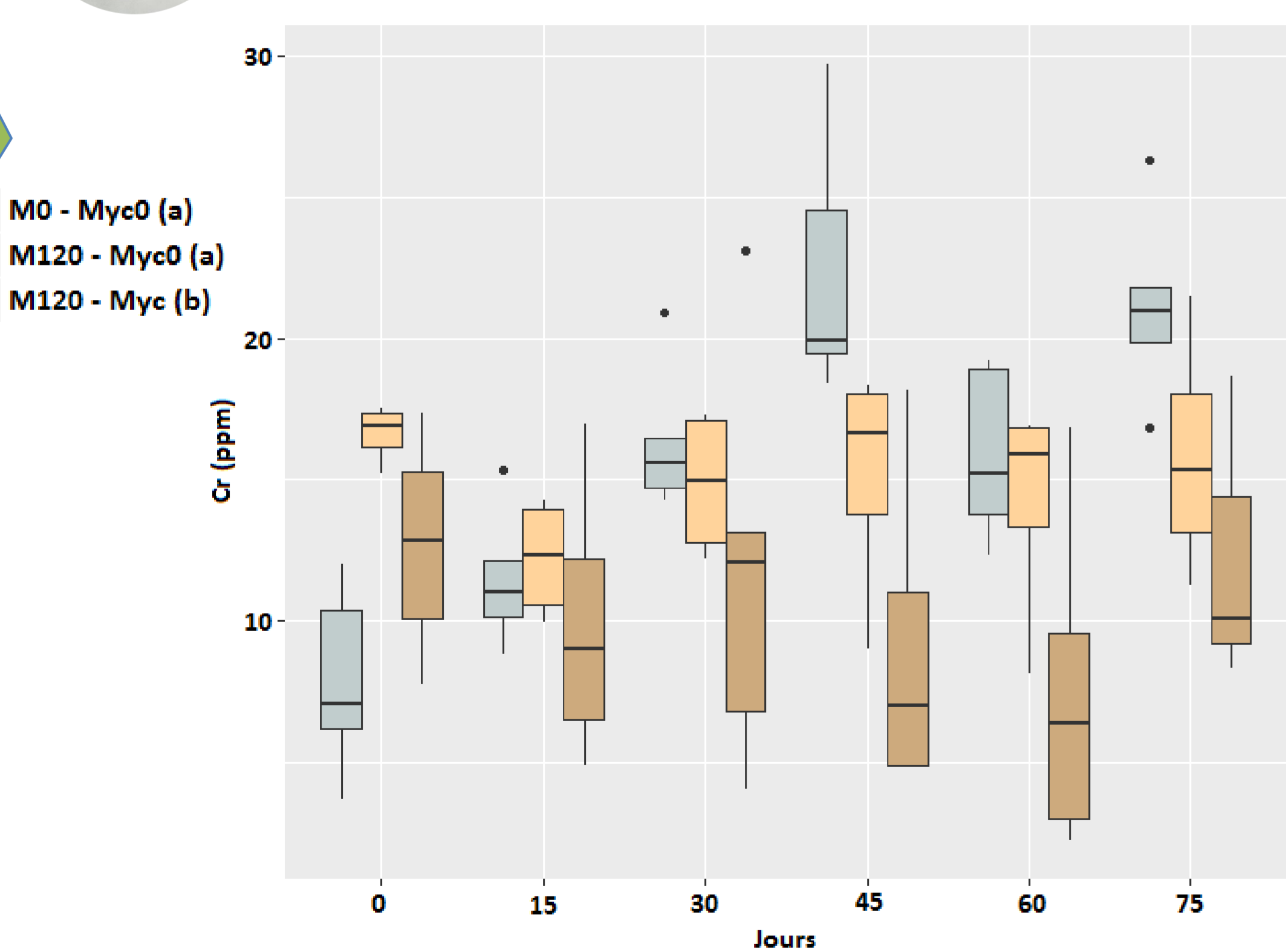


Indicateurs de mycorhization en pourcentages :

F% : Fréquence de présence de mycorhizes dans le système racinaire
M% : Intensité de la colonisation mycorhizienne dans le système racinaire
a% : Abondance des arbuscules dans les parties mycorhizées

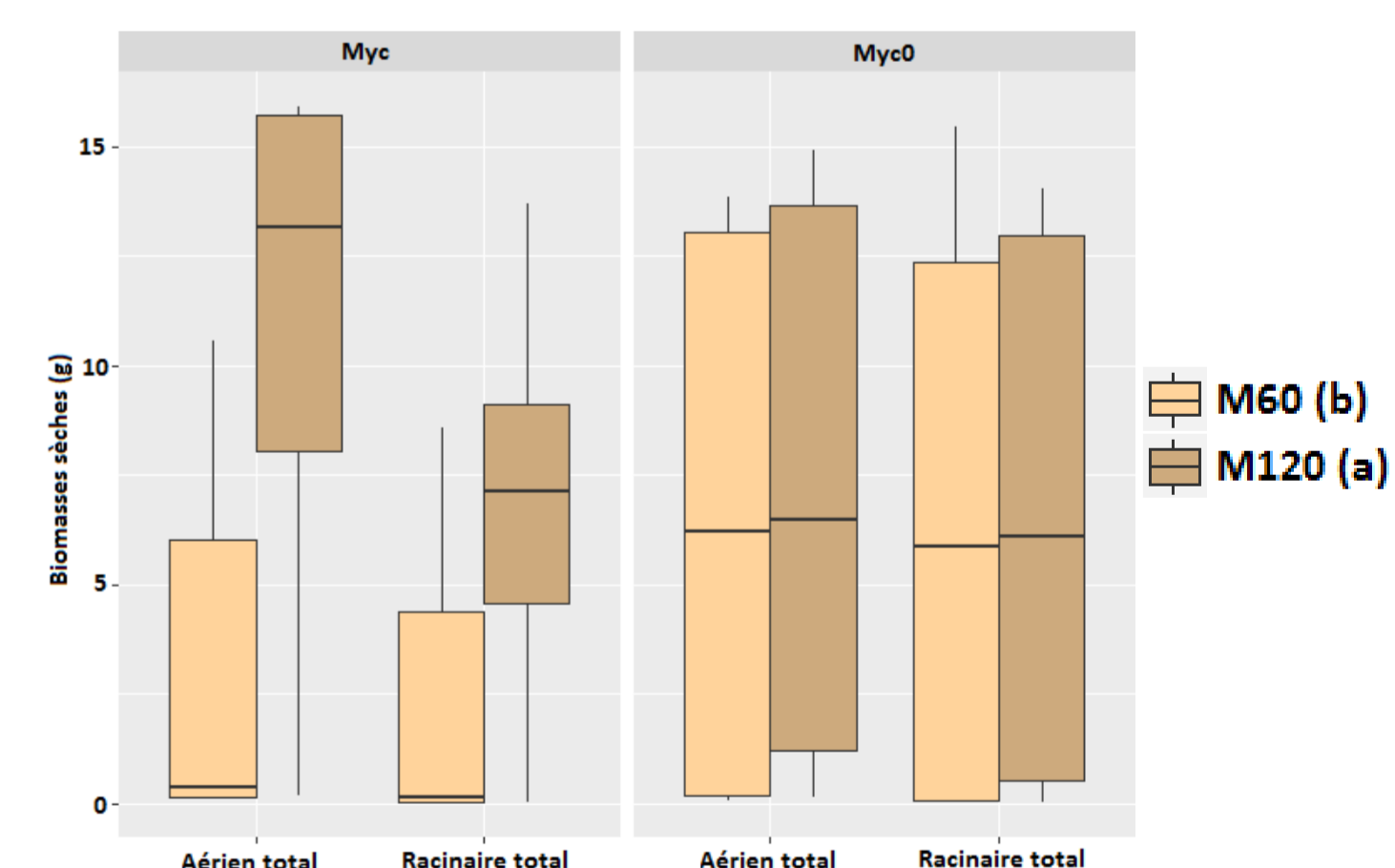
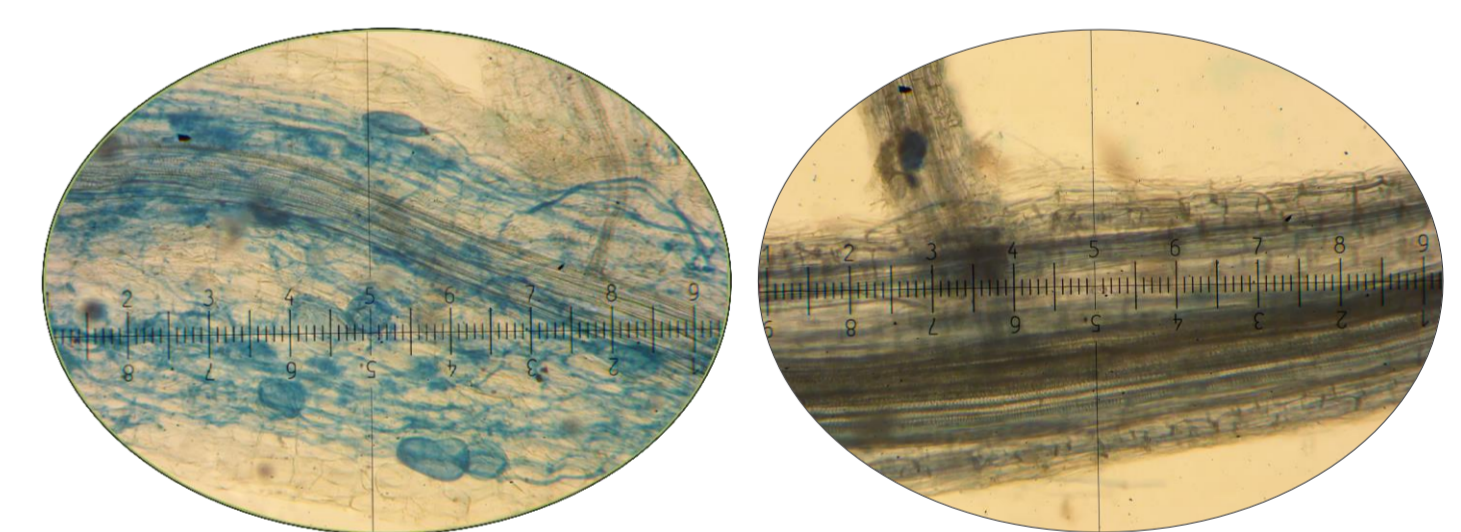
Quantité de MIATE	F%	M%	a%
60 T.ha ⁻¹	66,0 ± 26,6 (b)	7,3 ± 8,1 (ab)	29,7 ± 14,8 (a)
120 T.ha ⁻¹	94,0 ± 10,2 (a)	14,0 ± 10,2 (a)	20,0 ± 10,8 (ab)
180 T.ha ⁻¹	60,0 ± 36,9 (b)	5,9 ± 7,4 (b)	12,3 ± 8,4 (b)

Prélèvement des solutions de sols tous les 15 jours



Teneurs en chrome des solutions de sol de pots amendés ou non (M0) avec du MIATE et avec ou sans apport d'AMF

- L'apport de MIATE conduit à une diminution de la teneur en chrome mobile de l'eau interstitielle des pots. Cette tendance semble s'accroître avec l'apport d'AMF. Le paramètre M120 combiné à une inoculation d'AMF semble être le plus efficace pour limiter la diffusion du chrome dans l'environnement.
- L'apport d'AMF n'est pas bénéfique à la production de biomasse végétale en condition M60 mais améliore le développement du système aérien en condition M120.
- Les indicateurs de mycorhization F% et M% sont plus élevés en condition M120. L'indice a% est cependant plus élevé en M60.



Biomasses aériennes et racinaires avec (Myc) ou sans (Myc0) inoculation d'AMF pour les modalités M60 et M120

- Cette culture sur le laitier primaire a permis de confirmer que les espèces herbacées sélectionnées lors d'une précédente étude *in situ* sont capables, avec l'apport de MIATE de se développer sur le LS. L'apport de MIATE permet de diminuer la mise en solution de certains métaux tels que le chrome. En plus de l'emploi de MIATE, l'apport d'AMF peut favoriser le développement des végétaux, tout en limitant la diffusion du chrome dans le milieu.
- En condition faiblement amendé, l'AMF peut néanmoins devenir néfaste pour le couvert végétal et entrer en compétition pour les sucres avec les espèces semées, conduisant à des biomasses plus faibles en fin de culture. Ceci se confirme par une forte abondance d'arbuscules (a%) dans les parties mycorhizées des plantes issues du traitement « M60/myc ».
- Le dosage des éléments métalliques contenus dans les organes aériens permettra de justifier ou non l'emploi de *Rhizophagus irregularis* pour phytostabiliser du LS.