

# Reboisement méditerranéen avec des boues résiduaires urbaines

## Essai de Carpiagne (1982 – 1987)

par Christian RIPERT \*

### Présentation de l'étude

Dans l'hypothèse d'un traitement thermique des boues résiduaires urbaines produites par sa future station d'épuration, la ville de Marseille avait envisagé leur utilisation dans des opérations de reboisement intégrées au périmètre sub-urbain de la ville.

En l'absence de référence sur des réalisations de reforestation de ce type, adaptées à la région, la ville de Marseille avait chargé le Cemagref de réaliser un reboisement expérimental avec le concours de la Société du Canal de Provence et l'aval de l'ONF.

Objectif poursuivis :

- élimination et valorisation de boues, dont le stockage est onéreux, pour la régénération de terrains fortement dégradés.

- Impact sur la végétation d'une plantation forestière .

L'installation de l'essai a débuté en 1982.

Les observations se sont poursuivies jusqu'en 1987 (dernière mesure).

### L'essai

Le protocole expérimental devait prendre en compte :

- la nature du site dont la ville de Marseille pouvait disposer pour réaliser son projet,

- l'état physique et chimique des boues que sa station d'épuration produirait à terme

- les essences forestières types faisant référence au milieu.

### Situation

Entre Marseille et Cassis, sur le plateau karstique de Carpiagne (altitude 240 m).

- Climat : méditerranéen strict à la limite du semi-aride, situation ventée.

- Substrat : matériaux superficiel et rocheux de type lapiaz (rendzine calcaire sur sol de type fersialitique carbonaté, riche en matière organique).

- Formation végétale : garrigue à romarin et chêne kermès.

### Dispositif expérimental

#### Les boues

Les boues conditionnées thermiques

utilisées pour le reboisement expérimental provenaient de la station d'épuration d'Achères, près de Paris.

Le conditionnement thermique (200°C durant 30 minutes) a pour effet :

- la stérilisation des boues, - la coagulation des matières colloïdales, - l'hydrolyse et la stabilisation de la fraction des matières organiques la plus hydrophile avec, éventuellement, entraînement de sels de métaux lourds.

#### Protocole expérimental :

Cf. Fig. 1

4 blocs.

4 doses : témoin, 100t/ha, 200t/ha, 300t/ha.

3 essences : pin d'Alep, cyprès vert, robinier faux acacia.

				Bloc 1	Bloc 2						
Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4				1135 m <sup>2</sup>				
T	100 t/ha	200 t/ha	400 t/ha				60 plant				
E											
M											
O											
I											
N											
Pin d'Alep				Surface Totale 2.5 ha							
Robinier											
Cyprès Vert											
				Bloc 3	Bloc 4						

Fig. 1 : Reboisement méditerranéen avec boues de station d'épuration. Dispositif expérimental de Carpiagne 4 blocs, 4 doses, 3 essences

\* Cemagref Aix. - Le Tholonet BP 31  
13621 Aix-en-Provence cedex 1

## Mise en place de l'essai

### Préparation du sol : février mars 1982

- Sous-solage,
- ratissage et constitution d'andains de blocs,
- concassage des pierres et blocs restés en place.

### Apport et épandage de boues :

- Transport : (mai 1982) 84 semi-remorques ( $25m^3$ ),
- Epandage : (juin 1982) chargeur et râteau,
- Enfouissement (juin 1982) pulvérisateur à disques.

Les boues se présentaient sous forme pâteuse, l'épandage et l'enfouissement ont été longs et difficiles.

### Plantation : février mars 1983

### Entretien :

Eté 1983 : gyrobroyeage de la végétation herbacée,  
Hiver 1983 : regarnis,  
Eté 1984 : gyrobroyeage de la végétation herbacée + binage,  
Printemps 1986 : scarification du sol enfouissement de la strate herbacée,  
Automne 1986 : apport d'urée (100 t/ha),  
Printemps 1987 : regarnis robinier.



Photo 1 : Etat du terrain naturel avant les opérations préparatoires à l'installation de l'essai

Photo Cemagref / Fomed

## Observations et résultats

### Suivi forestier

#### Survie : les résultats en 1987 sont très inégaux suivant l'essence et les doses : (Cf. Fig. 2)

- Pin d'Alep : supérieur à 90 % en toutes doses,
- Cyprès : 75 % en témoin, 60% dans toutes les doses,
- Robinier : 50 % en témoin, inférieur à 35% dans toutes les doses.

La survie du Cyprès et surtout du Robinier est affectée par l'apport de boues. Les résultats obtenus dans le témoin indiquent d'ailleurs que ces essences ne sont pas bien adaptées à la station.

#### Croissance : (Cf. Fig. 3)

Les résultats obtenus ont montré, dès les premières années, un effet globalement positif des boues sur la croissance avec toutefois des variations suivant l'essence. Variations qui semblent plus liées à la bonne adaptation écologique des espèces choisies qu'à l'effet des boues. (Cf. Tab. I).

Le pin d'Alep est l'espèce qui présente les meilleurs résultats combinés de croissance et de reprise.



Photo 2 : Epandage des boues après préparation du terrain (sous-solage croisé, ratissage des gros blocs et constitution d'andains, concassage des pierres restantes au sol)

Photo Cemagref / Fomed

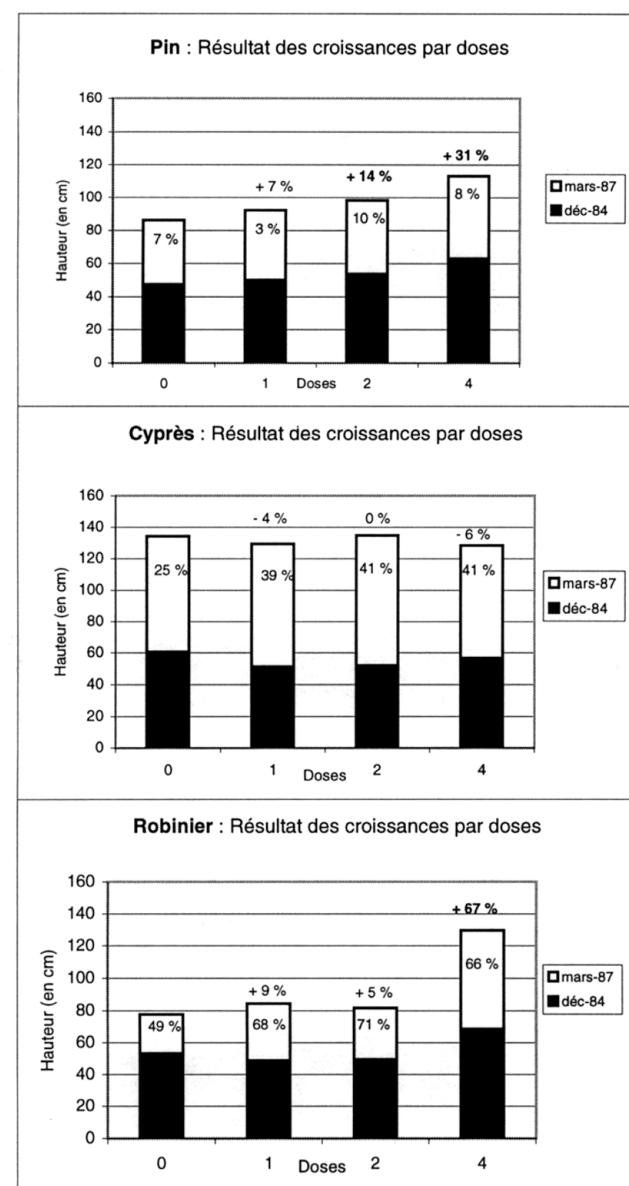
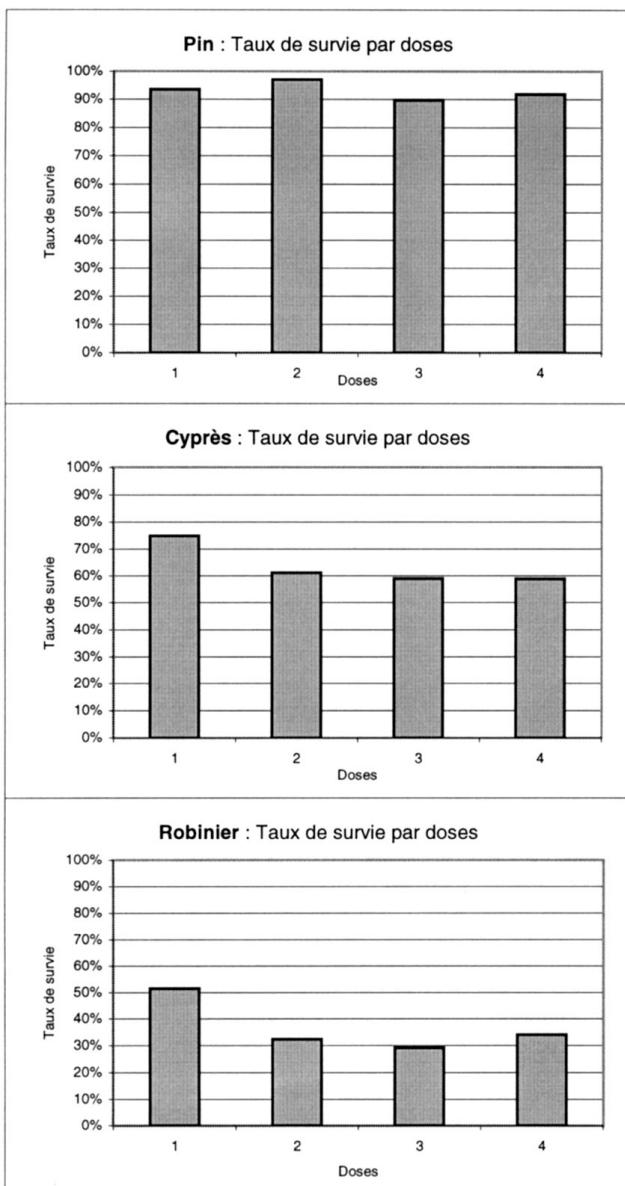


Fig. 2 : Taux de survie par essences et par doses en 1987 (Carpagne)

**Le robinier** bénéficie d'un gain de croissance excellent mais au regard des résultats de la reprise celui-ci ne présente plus guère d'intérêt.

**Le cyprès**, au mieux ne montre aucun gain de croissance (dose 2), au pire (dose 1 et 4) le compost a même un effet dépressif, (non significatif).

### Suivi agronomique

L'évolution des caractéristiques physico-chimiques des sols a été suivie par la Société du Canal de Provence de 1983 à 1985.

**Sur le plan chimique :** l'apport initial de boues a eu pour conséquence :

De diminuer le pH.

D'augmenter :

- la teneur en carbone et azote,
- la capacité totale d'échange,

- le magnésium échangeable,
- la conductivité électrique,
- les chlorures, les sulfates et le phosphore total et assimilable.

Le lessivage des chlorures et une absorption du phosphore par les végétaux.

Essences	Gain de croissance	Mortalité dose 4	Mortalité Témoin	Adaptation au site
Pin Alep	+31 % (dose 4)	8 %	7 %	Très bonne
Cyprès vert	nul ou négatif	41 %	25 %	non
Robinier	+67 % (dose 4)	66 %	45 %	non

Tab. I

taux ont été constatés durant les 3 années

**Sur le plan de la matière organique :** la partie facilement biodégradable a été détruite lors du traitement thermique et seules les chaînes organiques stables ont résisté. Les boues se comportent comme un substrat organique stable.

Toutefois les observations de terrain permettent de constater que les apports de boues ont favorisé l'installation d'une strate herbacée dont la densité augmente avec la dose. Cette strate herbacée, par son chevelu racinaire très dense, émette les boues et favorise progressivement un enrichissement du sol en matière organique plus facilement biodégradable et plus bénéfique pour la fertilisation des arbres (phosphore et surtout azote minéral).

En conséquence le bilan hydrique commence à être amélioré notamment dans la forte dose. Les résultats exprimés en quantité d'eau stockée par hectare pour un sol de 40 cm de profondeur sont :

- Dose 1 (témoin) : 500 m<sup>3</sup>/ha
- Dose 2 (100t/ha) : 600 m<sup>3</sup>/ha
- Dose 3 (200t/ha) : 660 m<sup>3</sup>/ha
- Dose 4 (400t/ha) : 1000 m<sup>3</sup>/ha

**Sur le plan pollution :** Le condi-

tionnement thermique des boues, ne laisse qu'une trame organique très difficilement biodégradable. Les risques de pollution par lessivage des éléments minéraux doivent être très faibles et peu significativement différents de ceux se produisant dans des sols "naturels", à condition toutefois que la boue soit intégrée au sol existant. Cette possibilité d'intégration devrait constituer le facteur limitant du tonnage à apporter.

## Conclusion

Dans le contexte hydrogéologique karstique du plateau de Carpiagne, l'apport de boues conditionnées thermiques constitue un bon moyen d'améliorer les conditions édaphiques d'un site notamment en terme de bilan hydrique et trophique.

La seule condition à respecter étant une bonne intégration des boues au sol ce qui limite les quantités à apporter de manière proportionnelle à la profondeur du matériau meuble disponible en surface.

Le bilan forestier montre que l'apport de boues permet des gains de croissance intéressants sur une essence bien adaptée aux conditions écolo-

giques naturelles de la station, et peut aider à la reconstitution forestière de sites très dégradés.

Toutefois il faut préciser que l'apport de boues a favorisé le développement d'un tapis herbacé dense et continu, due à la libération d'azote. Cette concurrence herbacée, fort préjudiciable pour les jeunes plants ; a nécessité un suivi relativement lourd par rapport à celui qu'on peut effectuer dans un reboisement classique :

- entretien annuel pour éliminer et enfouir la végétation adventice (gyrobroyage, binage et scarification),

- apport d'azote, nécessaire par l'épuisement de cet élément, trop rapidement libéré et consommé par les graminées au détriment des plants qui ont manifesté une faim d'azote.

Il semble qu'une réalisation de ce type n'est plus beaucoup de points communs avec un reboisement classique tant sur le plan de la préparation, de l'installation que du suivi sans parler du coût. L'apport de boues en plantation forestière ne peut donc être envisagée que pour des objectifs particuliers de reconstitution qui au départ, tout au moins, ressemblent plus à de la culture, même si, à terme, cela deviendra de la forêt.



Photo 3 : Terrain prêt à la plantation après incorporation des boues dans l'horizon superficiel du sol.

Photo Cemagref / Fomedi



Photo 4 : Pin d'Alep de 2 ans installé dans la dose 4 (la plus forte) qui montre également l'importante levée de plantes adventices.

Photo Cemagref / Fomedi