

Caractéristiques agro-biochimiques du sol

de Sangalkam et des PRO

4.1.1 Caractérisation du sol de Sangalkam

L'analyse biochimique et physico-chimique du sol de Sangalkam a permis de déterminer sa teneur en éléments nutritifs, sa granulométrie, son pH et sa capacité d'échange (Tableau 4).

En terme de granulométrie, il contient en moyenne 9% d'argile, 3% de limons fins, 7% de limons grossiers, 54% de sable fins, 24% de sable grossier. L'analyse biochimique révèle 0,76% de carbone total (C), 0,07% de d'azote total (N) avec un C/N de 13,04. Ce qui témoigne de la pauvreté de ce sol.

Tableau 4: Résultats d'analyses du sol

| | | moyenne | écart-type |
|----------------------|---------------------------|---------|------------|
| Taux de recouvrement | Argile | 9% | 0,86 |
| | Limons fins | 3% | |
| | Limons grossiers | 7% | |
| | Sable fin | 54% | |
| | Sable grossier | 24 | |
| pH | H ₂ O | 6,46 | 0,33 |
| Azote assimilable | N(NO ₃) mg/kg | 1,79 | 0,69 |
| Azote assimilable | N(NH ₄) mg/kg | 0,7 | 0,99 |
| Azote total | N % | 0,07 | 0,01 |
| Carbone total | C % | 0,76 | 0,15 |
| C / N | | 13,04 | 0,66 |
| C organique | g / kg | 6,82 | 1,35 |
| P assimilable | P mg/kg | 34,57 | 21,1 |
| Bases échangeables | Ca cmol(+)/kg | 5,13 | 1,51 |
| | Mg cmol(+)/kg | 2,64 | 0,83 |
| | Na cmol(+)/kg | 0,12 | 0,08 |
| | K cmol(+)/kg | 0,19 | 0,09 |
| Capacité d'échange | cmol(+)/kg | 9,66 | 2,54 |

4.1.2 Caractérisation des PRO

L'analyse biochimique des différents PRO a permis de caractériser leur teneur en azote total et en carbone (Tableau 5).

Tableau 5: Caractéristiques agronomiques des PRO

| Site de prélèvement | Natures | % de N total par combustion sèche (Dumas) | % de C total par combustion sèche (Dumas) | C/N | % de matière sèche |
|---------------------|------------------------|---|---|-------|--------------------|
| Limoges | Boue épaisse | 5 | 40 | 7,76 | 3% |
| | Boue digérée | 4 | 34 | 7,66 | 3% |
| | Boue digérée séchée | 5 | 32 | 6,47 | 19% |
| | Compost | 2 | 31 | 10,58 | 58% |
| Clos de la Pierre | Substrat mélange | 3 | 48 | 15,28 | 5% |
| | Digestat | 4 | 39 | 9,62 | 3% |
| | Digestat après centrif | 2 | 37 | 13,37 | 37% |
| | Compost | 3 | 29 | 8,06 | 60% |
| Bois Joly | Substrat | 1 | 47 | 24,16 | 37% |
| | Digestat | 3 | 40 | 12,65 | 19% |

Le rapport C/N des PRO renseigne sur leur nature fertilisante ou amendante. Ainsi, les PRO dont le rapport C/N est inférieur à [8-15] sont des fertilisants, ceux compris entre [8-15] sont des fertilisants et des amendants, ceux dont le C/N est supérieurs [8-15] sont très riches en carbone.

4.2 Minéralisation de l'azote N

La valeur fertilisante des PRO a été évaluée à travers la minéralisation de l'azote (N). La minéralisation de l'azote a été évalué à travers la minéralisation en $N-NH_4^+$ et en $N-NO_3^-$. On note une chute de la minéralisation de $N-NH_4^+$ de T0 au T7 puis disparaît. Le $N-NO_3^-$ apparaît au bout de T7 et minéralise jusqu'à la fin. Le $N-NH_4^+$ se transforme en $N-NO_3^-$. La [Figure 9](#)

illustre la représentation de la minéralisation de boue épaisse de Limoges. On observe les mêmes résultats pour tous les PRO incubés.

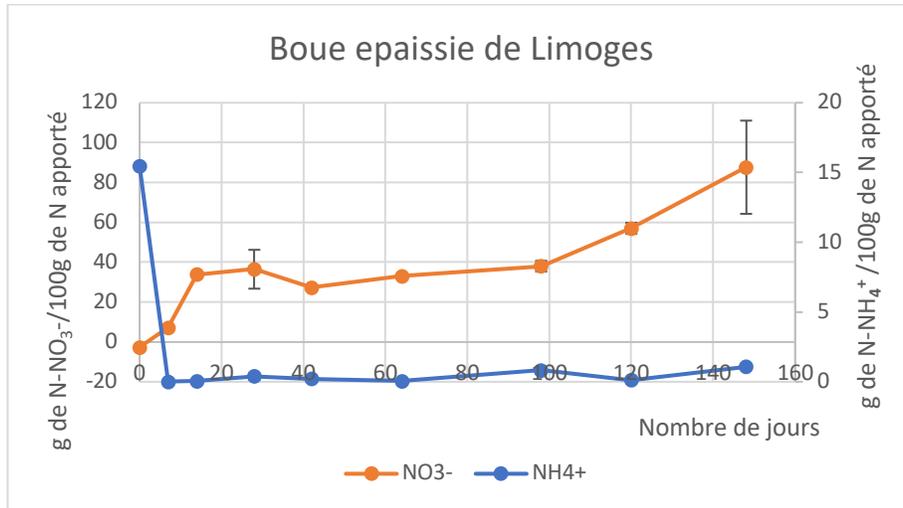


Figure 9: Proportion de N minéralisée par jour par la boue épaisse de Limoges

4.2.1 Minéralisation de N-NH₄⁺

La minéralisation en N-NH₄⁺ des PRO de Limoges est présentée dans la [Figure 10](#).

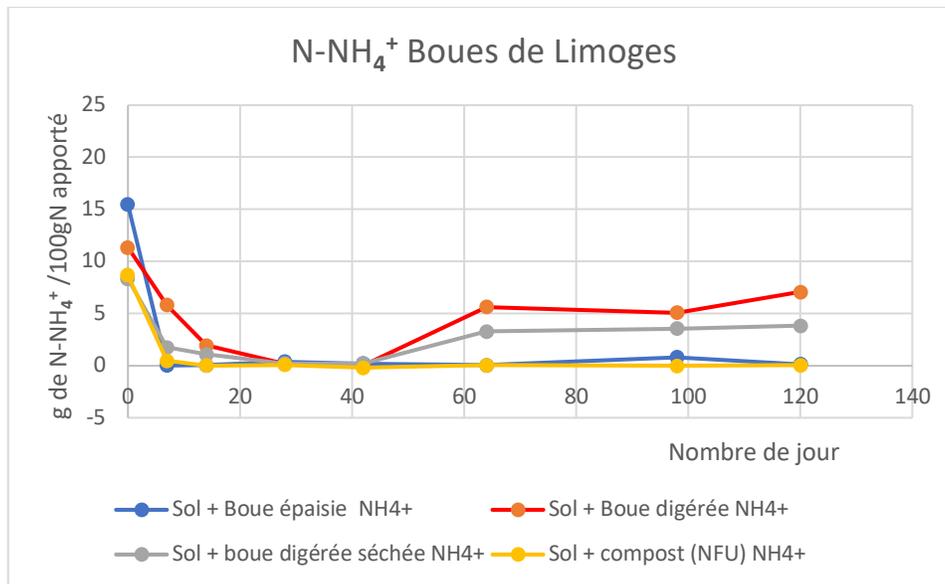


Figure 10: Proportion de N-NH₄⁺ minéralisé sur 100g de N apporté par les boues de Limoges au bout de 120 jours

NB : les écart-types sont petits, raison pour laquelle ils n'apparaissent pas sur les graphes.

La Figure 10 présente la quantité de $N-NH_4^+$ minéralisée sur 100g de N apporté par les boues de Limoges.

Les graphes présentent trois phases. Une première phase de T0 à T28 au cours de laquelle la minéralisation est forte. La deuxième phase de T28 à T42 caractérisée par l'arrêt de la minéralisation de $N-NH_4^+$. Puis la phase 3 de T42 à T120 caractérisée par la reprise de la minéralisation.

Au bout de 120 jours d'incubation sur 100g de N apportée, la boue digérée minéralise plus (7g), ensuite viennent la boue digérée séchée (3g), le compost et la boue épaissie. Ces valeurs sont comparées dans Tableau 6.

Tableau 6: Comparaison des valeurs $N-NH_4^+$ minéralisées par les PRO de Limoges (Test de Turkey)

| PRO | Pr > Diff | Significatif |
|--|-----------|--------------|
| Sol + limoges Boue digérée vs Sol + limoges compost (NFU) | <0,0001 | Oui |
| Sol + limoges Boue digérée vs Sol + Limoges Boue épaissie | <0,0001 | Oui |
| Limoges boue digérée séchée vs Sol + limoges compost (NFU) | <0,0001 | Oui |
| Limoges boue digérée séchée vs Sol + Limoges Boue épaissie | <0,0001 | Oui |
| limoges Boue digérée vs Sol + Limoges boue digérée séchée | <0,0001 | Oui |
| Sol + Limoges Boue épaissie vs Sol + limoges compost (NFU) | 0,476 | Non |

La quantité de $N-NH_4^+$ minéralisée par la boue digérée est significativement supérieure à celle du compost ($P<0,0001$), de la boue épaissie ($P<0,0001$). La quantité de $N-NH_4^+$ minéralisée par la boue épaissie n'est pas statistiquement supérieure à celle du compost ($P=0,76$).

La proportion de $N-NH_4^+$ minéralisée par les PRO de Clos de la Pierre est représentée dans la Figure 11.

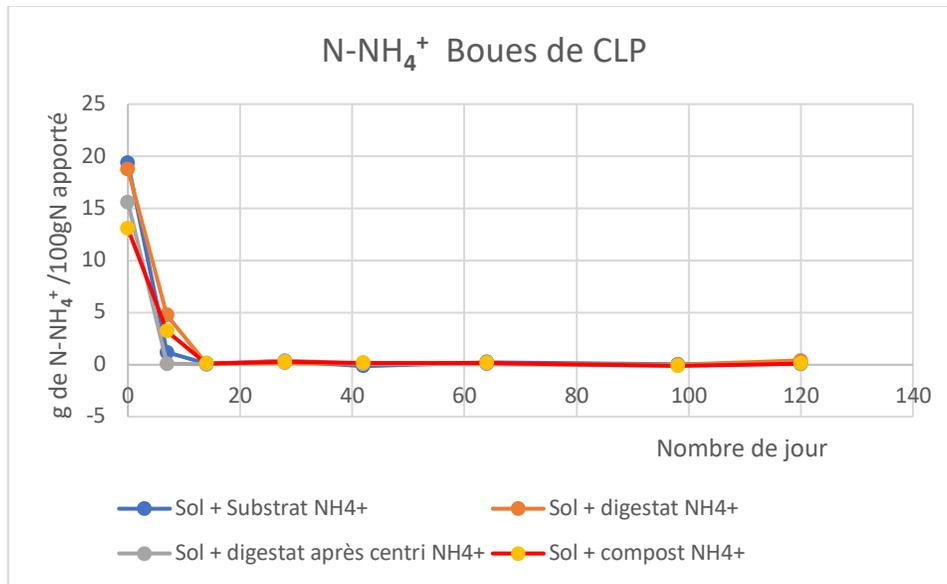


Figure 11: Proportion de N-NH₄⁺ minéralisé sur 100g de N apporté par les boues de CLP au bout de 120 jours

La Figure 11 présente la quantité de N-NH₄⁺ minéralisée sur 100g de N apporté par les PRO de Clos de la Pierre. Les graphes présentent deux phases. Une première phase de T0 à T14 caractérisée par une forte minéralisation de N-NH₄⁺. Et une deuxième phase de T14 à T120 caractérisée par l'arrêt de minéralisation de N-NH₄⁺. La comparaison des valeurs minéralisées donne une différence significative et non significative (Tableau 7).

Tableau 7: comparaison des valeurs de N-NH₄⁺ minéralisée par les PRO de CLP (test de Turkey)

| PRO | Pr > Diff | Significatif |
|--|-----------|--------------|
| CLP digestat vs Sol + CLP Substrat – mélange | <0,0001 | Oui |
| CLP digestat vs Sol + CLP compost | <0,0001 | Oui |
| CLP digestat vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0002 | Oui |
| CLP digestat après centrif vs Sol + CLP Substrat – mélange | 0,966 | Non |
| CLP digestat après centrif vs Sol + CLP compost | 1,000 | Non |
| CLP compost vs Sol + CLP Substrat – mélange | 0,999 | Non |

La quantité de N-NH₄⁺ minéralisée par le digestat CLP est statistiquement supérieure à celle de substrat-mélange (P<0,0001), du compost CLP (P<0,0001), et du digstat après centrifugation (p<0,0002).

La proportion de N-NH_4^+ minéralisée par les PRO de Bois Joly est représentée par la [Figure 12](#).

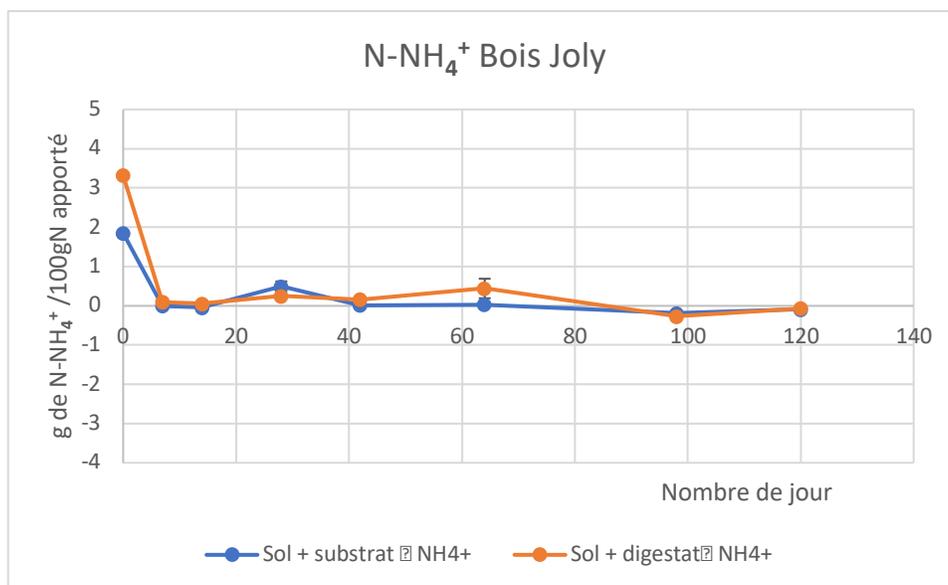


Figure 12: Proportion de N-NH_4^+ minéralisé sur 100g de N apporté par les PRO de Bois Joly au bout de 120 jours

La [Figure 12](#) présente la quantité de N-NH_4^+ minéralisée sur 100g de N apporté par les PRO de Bois Joly. Les graphes présentent deux phases. Une première phase de T0 à T7 caractérisée par une forte minéralisation de N-NH_4^+ . La deuxième phase de T7 à T120 est caractérisée par un arrêt de la minéralisation. Au bout des 120 jours, il n'y a pas de différence statistiquement significative ($P=0,99$) entre les quantités de NH_4^+ minéralisées le digestat et le substrat.

La comparaison des proportions de N-NH_4^+ minéralisées par les substrats est représentée dans la [Figure 13](#).

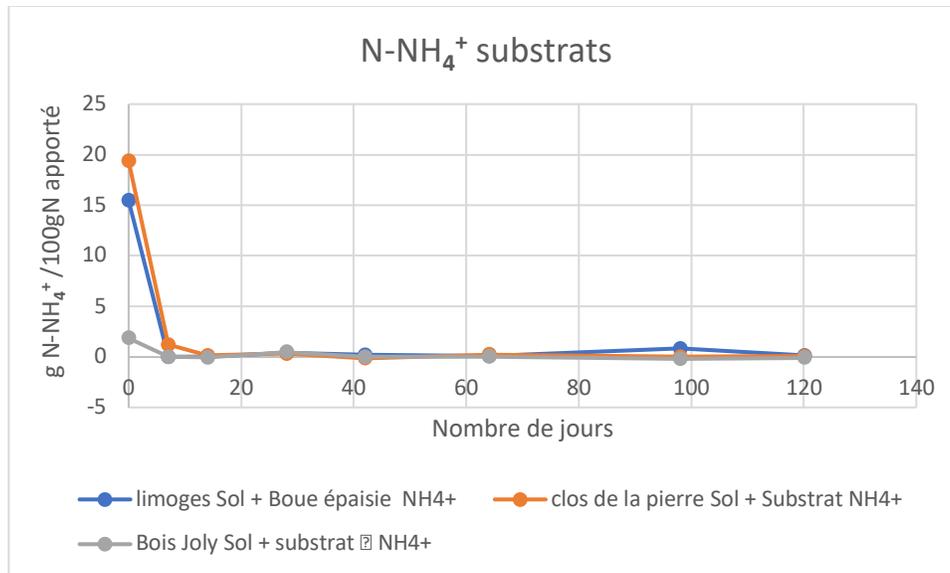


Figure 13: Comparaison des proportions de N-NH₄⁺ minéralisées par les substrats

Le graphe présente les deux phases de minéralisation décrite en [Figure 12](#).

La quantité de N-NH₄⁺ minéralisée par le substrat-mélange de CLP est significativement supérieure à celle du substrat Bois Joly (P<0,018).

La quantité de N-NH₄⁺ minéralisée par la boue épaisse est significativement supérieure à celle du substrat Bois Joly (P<0,001).

La différence entre les quantités de N-NH₄⁺ minéralisée par le substrat-mélange de CLP et la boue épaisse n'est pas statistiquement significative.

La comparaison des proportions de N-NH₄⁺ minéralisées par les digestats est représentée dans la [Figure 14](#).

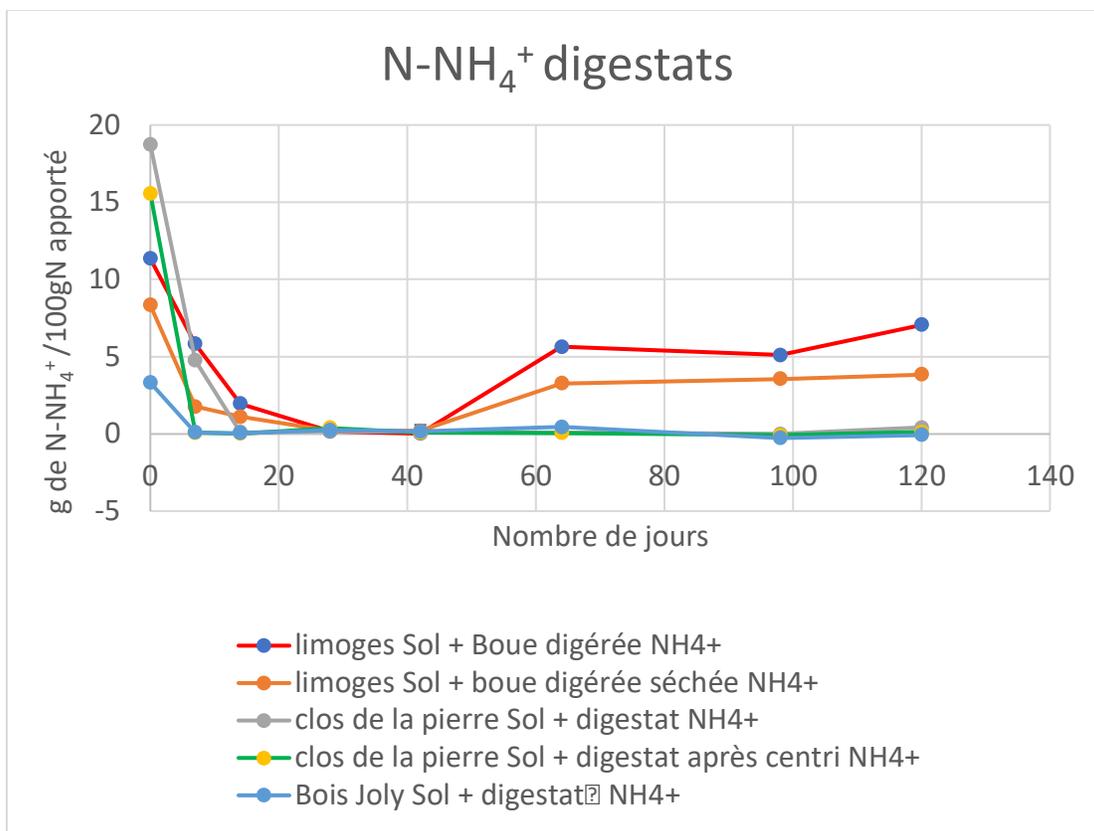


Figure 14: Comparaison des proportions de N-NH₄⁺ minéralisées par les digestats

Le graphes présente les deux phases de minéralisation décrite en [Figure 10](#). En comparant les digestats de Limoges, du CLP et de Bois Joly entre eux, on remarque une différence significative entre les N-NH₄⁺ minéralisées ([Tableau 8](#)).

Tableau 8: comparaison des valeurs de N-NH₄⁺ minéralisée par les digestats (test de Turkey)

| PRO | Pr > Diff | Significatif |
|---|-----------|--------------|
| Sol + limoges Boue digérée vs Sol + Bois Joly digestat | <0,0001 | Oui |
| Sol + limoges Boue digérée vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0001 | Oui |
| Sol + limoges Boue digérée vs Sol + CLP digestat | <0,0001 | Oui |
| Sol + Limoges boue digérée séchée vs Sol + Bois Joly digestat | <0,0001 | Oui |
| Limoges boue digérée séchée vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0001 | Oui |
| Sol + Limoges boue digérée séchée vs Sol + CLP digestat | <0,0001 | Oui |
| Sol + CLP digestat vs Sol + Bois Joly digestat | <0,0001 | Oui |
| Sol + CLP digestat vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0002 | Oui |
| Sol + CLP digestat après centrif vs Sol + Bois Joly digestat | <0,006 | Oui |

La quantité de $N-NH_4^+$ minéralisée par la boue digérée de Limoges est significativement supérieure à celle du digestat de Bois Joly ($P<0,0001$), du digestat après centrifugation de CLP ($P<0,0001$), et du digestat CLP ($P<0,0001$).

La comparaison des proportions de $N-NH_4^+$ minéralisées par les composts est représentée dans la [Figure 15](#).

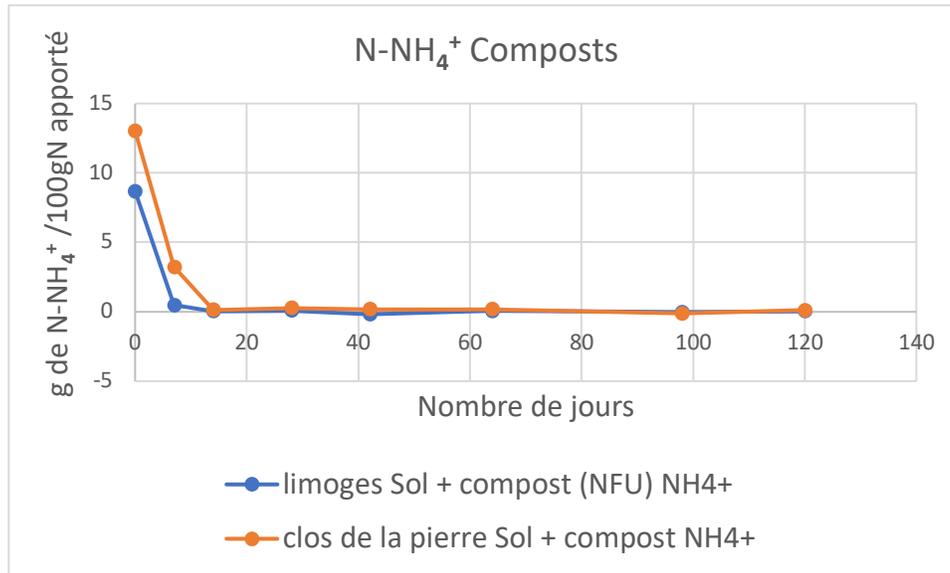


Figure 15: Comparaison des proportions de $N-NH_4^+$ minéralisées par les composts

Le graphe présente les deux phases de minéralisation décrite en [Figure 11](#). La comparaison des composts ne révèle aucune différence significative ($P=0,830$). Donc le compost de Limoges et celui de CLP minéralisent la même quantité de $N-NH_4^+$.

4.2.2 Minéralisation de $N-NO_3^-$

Les proportions de $N-NO_3^-$ minéralisées par les PRO de Limoges sont représentées dans la [Figure 16](#).

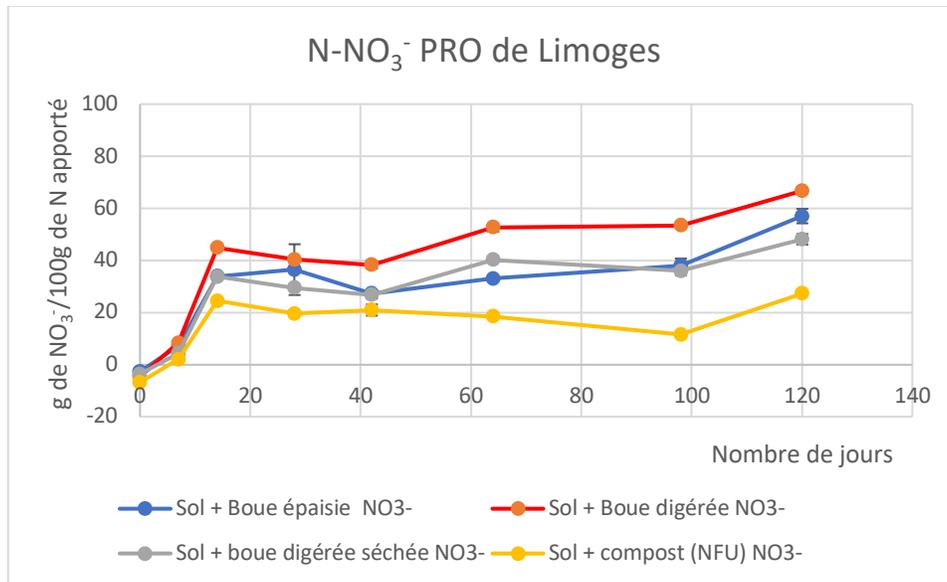


Figure 16: Proportions de N-NO₃⁻ minéralisées sur 100g de N apporté par les boues de Limoges au bout de 120 jours

La Figure 16 présente la quantité de N-NO₃⁻ minéralisée sur 100g de N apporté par les boues de Limoges. Elle se présente en deux phases. Une première de T0 à T14 caractérisée par une forte minéralisation de N-NO₃⁻. La deuxième phase est caractérisée par une minéralisation lente. Mais au bout de 120 jours d'incubation sur 100g de N apporté, la boue digérée minéralise plus de N-NO₃⁻ (66g), ensuite viennent la boue épaisse, boue digérée séchée et le compost qui minéralisent 57g, 48g et 27g de N-NO₃⁻ respectivement.

La comparaison des quantités minéralisées est présentée dans le Tableau 9.

Tableau 9: comparaison des valeurs de N-NO₃⁻ minéralisée par les PRO de Limoges (test de Turkey)

| PRO | Pr > Diff | Significatif |
|--|-----------|--------------|
| limoges Boue digérée vs Sol + limoges compost (NFU) | <0,0001 | Oui |
| limoges Boue digérée vs Sol + Limoges boue digérée séchée | <0,0003 | Oui |
| Limoges Boue épaisse vs Sol + limoges compost (NFU) | <0,0001 | Oui |
| Limoges boue digérée séchée vs Sol + limoges compost (NFU) | <0,0001 | Oui |
| limoges Boue digérée vs Sol + Limoges Boue épaisse | 0,122 | Non |
| Limoges Boue épaisse vs Sol + Limoges boue digérée séchée | 0,190 | Non |

La quantité de N-NO₃⁻ minéralisée par la boue digérée est significativement supérieure à celle du compost (P<0,0001), la boue digérée séchée (P<0,0003).

La quantité de $N-NO_3^-$ minéralisée par la boue épaisse est significativement supérieure à celle du compost ($P<0,0001$).

La quantité de $N-NO_3^-$ minéralisée par la boue digérée n'est pas significativement supérieure à celle de la boue épaisse ($P=0,122$).

La quantité de $N-NO_3^-$ minéralisée par la boue épaisse n'est pas significativement supérieure à celle de la boue digérée séchée.

Les proportions de $N-NO_3^-$ minéralisées par PRO de Clos de la Pierre sont représentées dans la Figure 17.

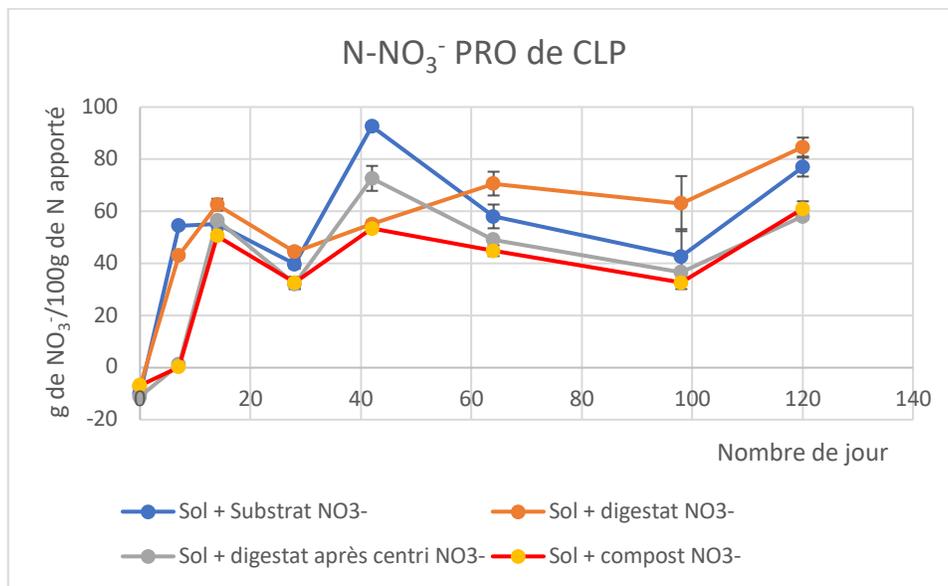


Figure 17: Proportions de $N-NO_3^-$ minéralisées sur 100g de N apporté par les boues de CLP au bout de 120 jours

La Figure 17 présente la quantité de $N-NO_3^-$ minéralisée sur 100g de N apporté par les PRO de Clos de la Pierre (CLP). Elle se présente en deux phases. Une première de T0 à T14 caractérisée par une forte minéralisation de $N-NO_3^-$. La deuxième phase est caractérisée par une minéralisation lente. Mais au bout de 128 jours d'incubation, sur 100g de N apporté, le digestat minéralise plus de $N-NO_3^-$ (84g). Ensuite viennent le substrat (76g), le compost (60g) et le digestat (57g). La comparaison des différentes valeurs de $N-NO_3^-$ est présentée dans le Tableau 10.

Tableau 10: Comparaison des valeurs de N-NO₃⁻ minéralisée par les PRO de CLP (test de Turkey)

| PRO | Pr > Diff | Significatif |
|--|-----------|--------------|
| CLP digestat vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0001 | Oui |
| CLP digestat vs Sol + CLP compost | <0,0001 | Oui |
| CLP Substrat - mélange vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0001 | Oui |
| CLP Substrat - mélange vs Sol + CLP compost | 0,002 | Oui |
| CLP compost vs Sol + CLP digestat après centrif | 0,992 | Non |
| CLP digestat vs Sol + CLP Substrat – mélange | 0,354 | Non |

La quantité de N-NO₃⁻ minéralisée par le digestat n'est pas significativement supérieure à celle du substrat-mélange (P=0,354).

La quantité de minéralisée par le compost n'est pas significativement supérieure à celle du digestat sans centrifugation (P=0,992).

la quantité de N-NO₃⁻ par le digestat est significativement supérieure à celle du compost (P<0,0001) et du digestat après centrifugation (P<0,0001).

Les proportions de N-NO₃⁻ minéralisées par les PRO de Bois Joly sont représentées dans la Figure 18.

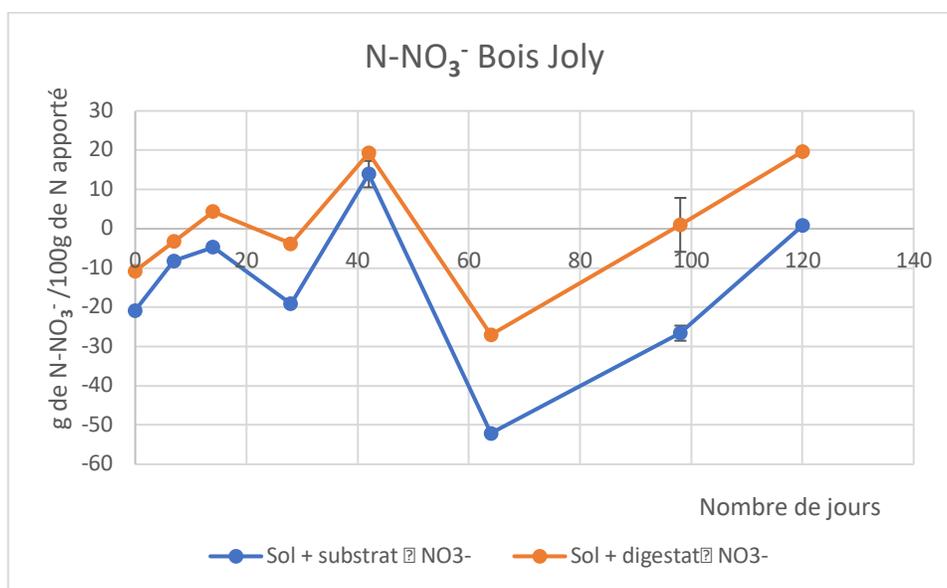


Figure 18: Proportions de N-NO₃⁻ minéralisé sur 100g de N apporté par les PRO de Bois Joly au bout de 120 jours

La [Figure 18](#) présente la quantité de N-NO_3^- minéralisée sur 100g de N apporté par les PRO de Bois Joly. Elle présente une faible minéralisation de NO_3^- . On remarque une immobilisation du NO_3^- (-52g) au T64. Mais au bout de 120 jours d'incubation, sur 100g de N apporté, le digestat minéralise plus de N-NO_3^- (19g) que le substrat (0,8g). Cette quantité de N-NO_3^- du digestat est significativement supérieure à celle du substrat ($P < 0,001$).

La comparaison des proportions de N-NO_3^- minéralisées par les substrats est représentée dans la [Figure 19](#).

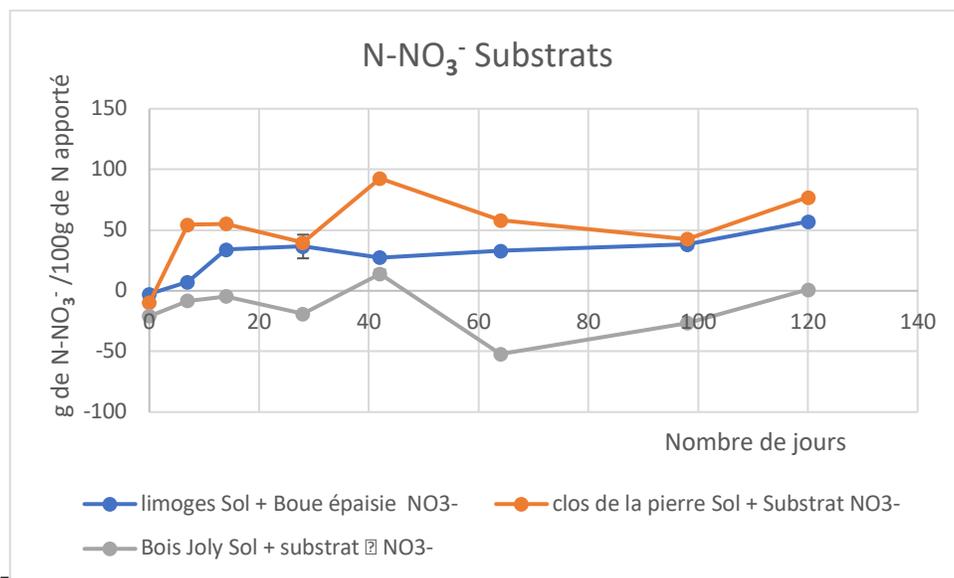


Figure 19 : Comparaison des proportions de N-NO_3^- minéralisées par les substrats

D'après la [Figure 19](#) le substrats de CLP minéralise plus de N-NO_3^- (76g). Ensuite viennent la boue épaisse de Limoges (57g) puis le substrat de Bois Joly (0,8g).

la quantité de N-NO_3^- minéralisée par le substrat-mélange de CLP est significativement supérieure à celle de la boue épaisse de Limoges ($P < 0,0001$), et du substrat de Bois Joly ($P < 0,0001$).

La comparaison des proportions de N-NO_3^- minéralisées par les digestats est représentée dans la [Figure 20](#).

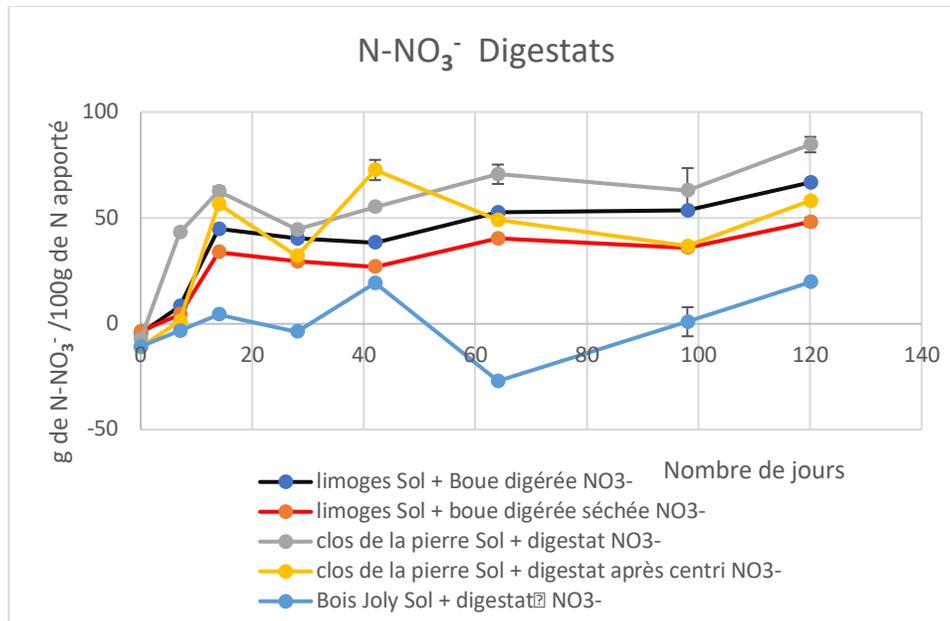


Figure 20: Comparaison des proportions de N-NO₃⁻ minéralisées par les digestats

La Figure 20 présente les proportions de N-NO₃⁻ minéralisées des digestats. On remarque que le digestat du CLP minéralise plus (84g). Ensuite viennent respectivement la boue digérée de Limoges (66g), le digestat après centrifugation de CLP (57g), la boue digérée séchée de Limoges (48g) et le digestat de Bois Joly (19g).

La comparaison des moyennes révèle des différences significatives et non significatives (Tableau 11).

Tableau 11: Comparaison des valeurs de N-NO₃⁻ minéralisée par les digestats (test de Turkey)

| PRO | Pr > Diff | Significatif |
|---|-----------|--------------|
| Sol + CLP digestat vs Sol + Bois Joly digestat | <0,0001 | Oui |
| Sol + CLP digestat vs Sol + Limoges boue digérée séchée | <0,0001 | Oui |
| Sol + CLP digestat vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0001 | Oui |
| Sol + limoges Boue digérée vs Sol + Bois Joly digestat | <0,0001 | Oui |
| limoges Boue digérée vs Sol + Limoges boue digérée séchée | <0,0001 | Oui |
| Sol + Limoges boue digérée séchée vs Sol + Bois Joly digestat | <0,0001 | Oui |
| Sol + CLP digestat après centrif vs Sol + Bois Joly digestat | <0,0001 | Oui |
| CLP digestat après centrif vs Sol + Limoges boue digérée séchée | 0,113 | Non |
| Sol + limoges Boue digérée vs Sol + CLP digestat après centrif | 0,204 | Non |

La quantité de N-NO_3^- minéralisée par le digestat CLP est significativement supérieure à celle de digestat Bois Joly ($P < 0,0001$), boue digère séchée de Limoges ($P < 0,0001$), digestat après centrifugation ($P < 0,0001$).

La quantité de N-NO_3^- minéralisée par la boue digérée de Limoges est significativement supérieure à celle du digestat Bois Joly ($P < 0,0001$), et de la boue digérée séchée de Limoges ($P < 0,0001$).

La comparaison de NO_3^- minéralisées par les composts est représentée dans la [Figure 21](#).

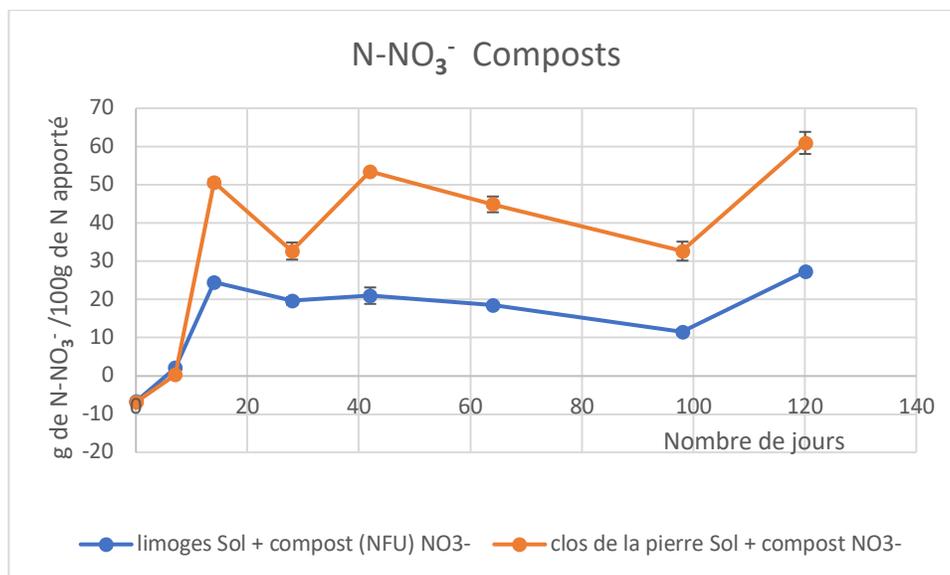


Figure 21: Comparaison des proportions de N-NO_3^- minéralisées par les composts

La quantité de N-NO_3^- minéralisée par le compost de CLP (60g) est significativement supérieure ($P < 0,0001$) à celle minéralisée par le compost de Limoges (27g).

4.2.3 Résultats à retenir sur l'azote

- L'ammonium minéralisé de T0 à T7 est transformé en nitrates (N-NO_3^-) de T7 à T120.
- Au niveau des PRO de Bois Joly, il y a une immobilisation de l'azote des PRO par les microorganismes. Ce qui témoigne son absence remarquée par des valeurs négatives.
- En fonction des quantités de N-NO_3^- minéralisée, on peut classer les PRO de Limoges dans cet ordre : boue digérée > Boue épaisse > Boue digérée séchée > compost. Les PRO de CLP peuvent être classés dans cet ordre : digestat > substrat-mélange > compost > digestat après centrifugation. Le digestat > le substrat pour les PRO de Bois Joly.
- Les digestats sont plus fertilisants.

- La comparaison des digestats a permis de les classer dans cet ordre : digestat CLP > boue digérée de Limoges > digestat après centrifugation de CLP > boue digérée séchée > digestat Bois Joly.
- Pour les composts, le compost de CLP qui minéralise plus de nitrate est plus fertilisant que celui de Limoges.

4.3 Minéralisation du carbone

La valeur amendante des PRO a été évaluée à travers la minéralisation du carbone.

La minéralisation de C-CO₂ des PRO de Limoges est représentée dans les graphes de la [Figure 22](#).

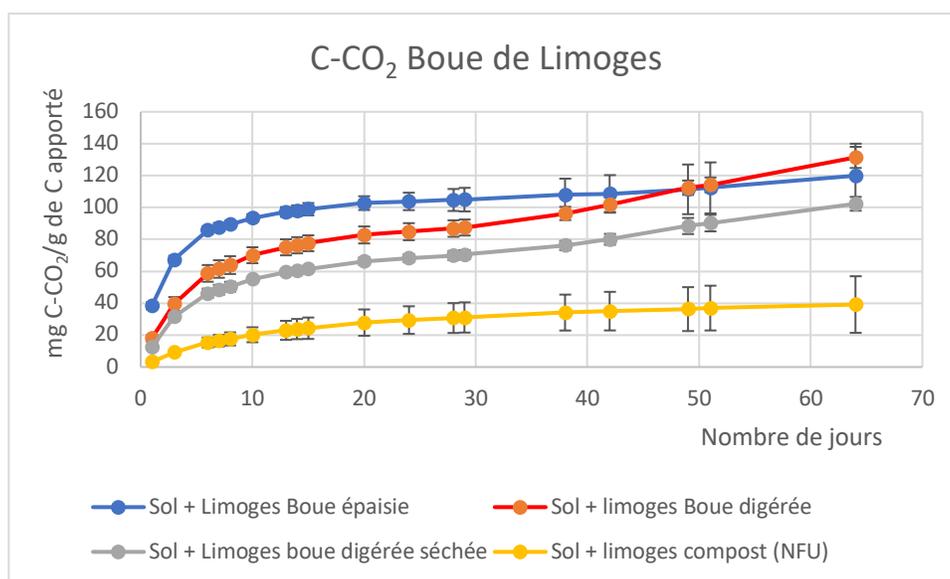


Figure 22: Proportion de C-CO₂ minéralisée par les PRO de Limoges

Les graphes de la [Figure 22](#) présentent deux phases de minéralisation. Une première de T0 à T7 marquée par une forte minéralisation. La deuxième phase de T7 à T64 est marquée par une minéralisation beaucoup plus lente. Mais au bout de 64 jours d'incubation, sur 1g de carbone apporté par la boue de Limoges, la boue digérée minéralise plus de C-CO₂ (131mg). Ensuite viennent la boue épaisse, boue digérée séchée et le compost qui minéralisent respectivement 119mg ; 102mg ; et 39mg de C-CO₂.

La comparaison de ces valeurs révèle qu'il y'a une différence significative entre toutes les valeurs de C-CO₂ minéralisées ([Tableau 12](#)) sauf entre celles de la boue épaisse et la boue digérée et boue épaisse et boue digérée séchée.

Tableau 12: Comparaison des valeurs de C-CO₂ minéralisée par les boues de Limoges (test de Turkey)

| PRO | Pr > Diff | Significatif |
|--|-----------|--------------|
| limoges Boue digérée vs Sol + limoges compost (NFU) | <0,0001 | Oui |
| limoges Boue digérée vs Sol + Limoges boue digérée séchée | <0,011 | Oui |
| Limoges boue digérée séchée vs Sol + limoges compost (NFU) | <0,0001 | Oui |
| Limoges Boue épaisie vs Sol + limoges compost (NFU) | <0,0001 | Oui |
| Limoges Boue épaisie vs Sol + Limoges boue digérée séchée | 0,250 | Non |
| limoges Boue digérée vs Sol + Limoges Boue épaisie | 0,729 | Non |

La quantité de C-CO₂ minéralisée par la boue digérée est significativement supérieure à celle du compost (P<0,0001), de la boue digérée séchée (P=0,011).

La quantité de C-CO₂ minéralisée par la boue digérée séchée est significativement supérieure à celle du compost (P<0,0001).

La quantité de C-CO₂ minéralisée par la boue épaisie est significativement supérieure à celle du compost (P<0,0001).

La quantité de C-CO₂ minéralisée par la boue épaisie n'est pas significativement supérieure à celle de la boue digérée séchée (P=0,250).

La quantité de C-CO₂ minéralisée par la boue digérée n'est pas significativement supérieure à celle de la boue épaisie (P=0,729).

La minéralisation de C-CO₂ des PRO de CLP est représentée dans la [Figure 23](#).

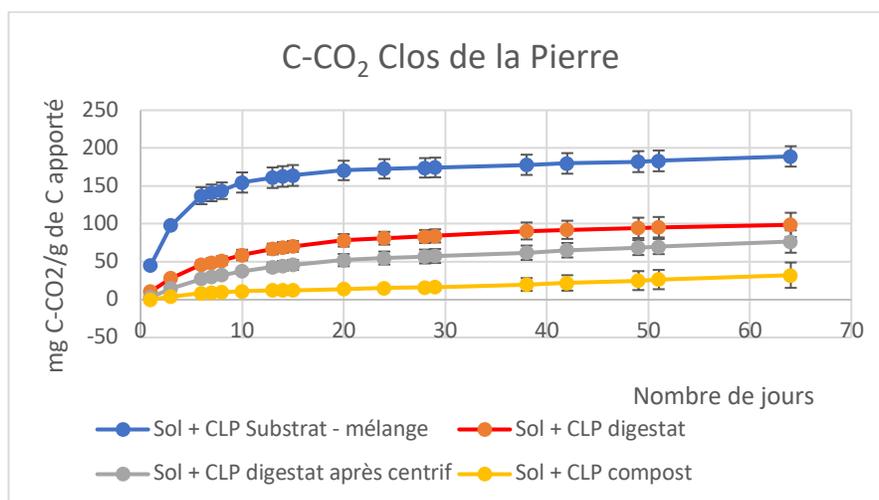


Figure 23: Proportion de C-CO₂ minéralisée par les PRO de CLP

Les graphes de la [Figure 23](#) présentent deux phases de minéralisation. Une première de T0 à T7 marquée par une forte minéralisation. La deuxième phase de T7 à T64 est marquée par un arrêt de la minéralisation. Mais au bout de 64 jours d'incubation, sur 1g de carbone apporté par les PRO de Clos de la Pierre, le substrat-mélange minéralise plus de C-CO₂ (189 mg). Ensuite viennent le digestat (98mg de C-CO₂) ; le digestat après centrifugation (76mg de C-CO₂) et enfin le compost (32mg de C-CO₂).

La comparaison des valeurs de C-CO₂ minéralisée révèle une différence significative entre les PRO ([Tableau 13](#)).

Tableau 13: Comparaison des valeurs de C-CO₂ minéralisée par les PRO de CLP (test de Turkey)

| PRO | Pr > Diff | Significatif |
|--|-----------|--------------|
| CLP Substrat - mélange vs Sol + CLP compost | <0,0001 | Oui |
| CLP Substrat - mélange vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0001 | Oui |
| CLP Substrat - mélange vs Sol + CLP digestat | <0,0001 | Oui |
| CLP digestat vs Sol + CLP compost | <0,0001 | Oui |
| CLP digestat après centrif vs Sol + CLP compost | <0,0001 | Oui |
| CLP digestat vs Sol + CLP digestat après centrif | 0,062 | Non |

La quantité de C-CO₂ minéralisée par le substrat-mélange de CLP est significativement supérieure à celle du compost (P<0,0001), du digestat après centrifugation (P<0,0001), et du digestat (P<0,0001).

La quantité de C-CO₂ du digestat est significativement supérieure à celle du compost (P<0,0001).

La quantité de C-CO₂ du digestat après centrifugation est significativement supérieure à celle du compost (P<0,0001).

La quantité de C-CO₂ du digestat n'est pas significativement supérieure à celle du digestat après centrifugation (P=0,062).

La minéralisation de C-CO₂ des PRO de Bois Joly est représentée dans les graphes de la [Figure 24](#).

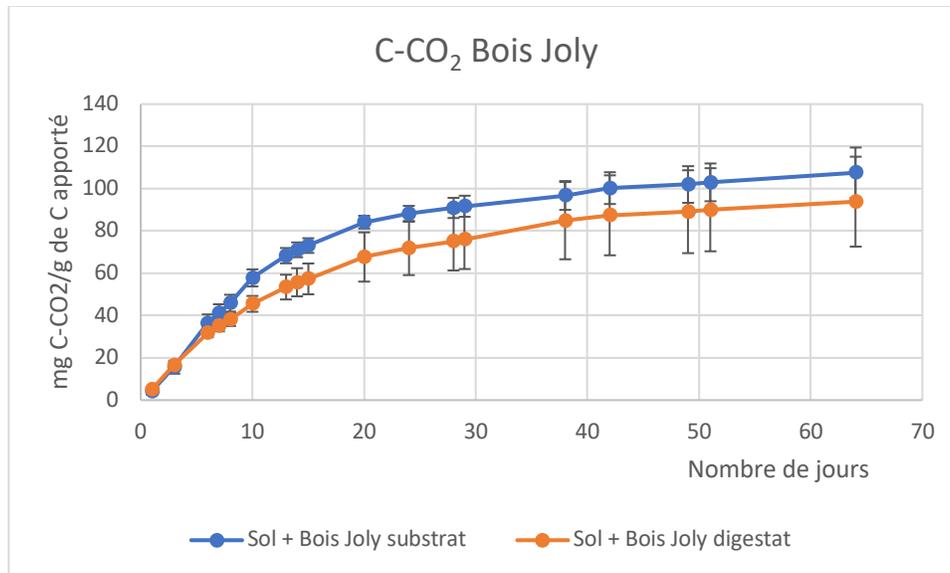


Figure 24: Proportion de C-CO₂ minéralisée par les PRO de bois Joly

Les graphes de la [Figure 24](#) présentent deux phases de minéralisation. Une première de T0 à T20 marquée par une forte minéralisation. La deuxième phase de T20 à T64 est marquée par une minéralisation lente.

Au bout de 64 jours d'incubation, sur 1g de carbone apporté par les PRO de Bois Joly, le substrat minéralise 107mg de C-CO₂ et le digestat minéralise 93mg de C-CO₂. Mais la quantité de C-CO₂ minéralisée par le substrat n'est pas significativement supérieure à celle du digestat (P=0,520).

La [Figure 25](#) présente une comparaison des quantités de C-CO₂ minéralisées.

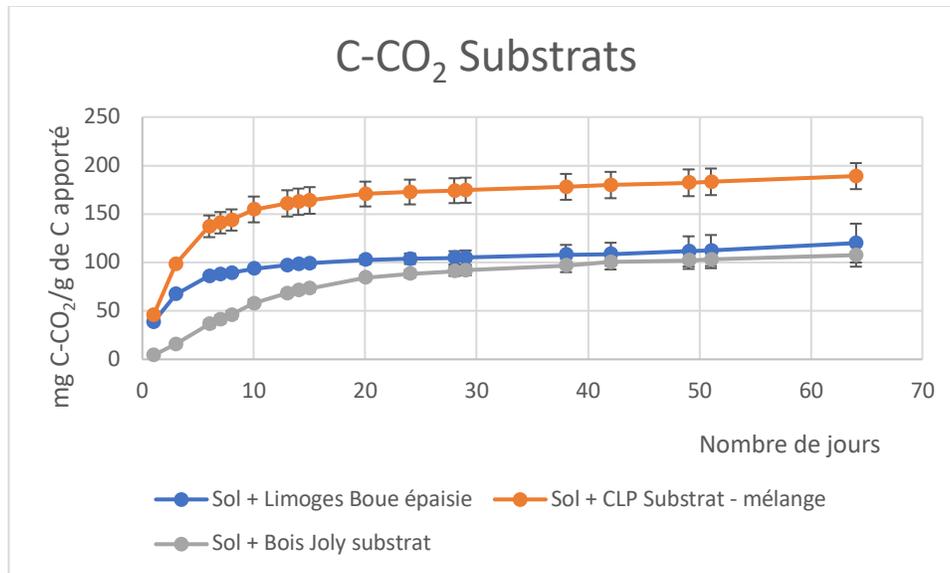


Figure 25: Comparaison de la proportion de C-CO₂ minéralisée par les substrats

Le substrat mélange CLP (189mg) minéralise plus de C-CO₂ que la boue épaisse de Limoges et le substrat de Bois Joly qui minéralisent respectivement 119mg et 107mg de C-CO₂. La quantité de C-CO₂ minéralisée par substrat-mélange de CLP est significativement supérieure à celle minéralisée par le substrat Bois Joly ($P < 0,0001$) et la boue épaisse de Limoges ($P < 0,0001$). Mais la quantité de C-CO₂ minéralisée par la boue épaisse de Limoge n'est pas significativement supérieure à celle du substrat Bois Joly ($P = 0,40$).

La Figure 26 compare la proportion de C-CO₂ minéralisée par les digestats.

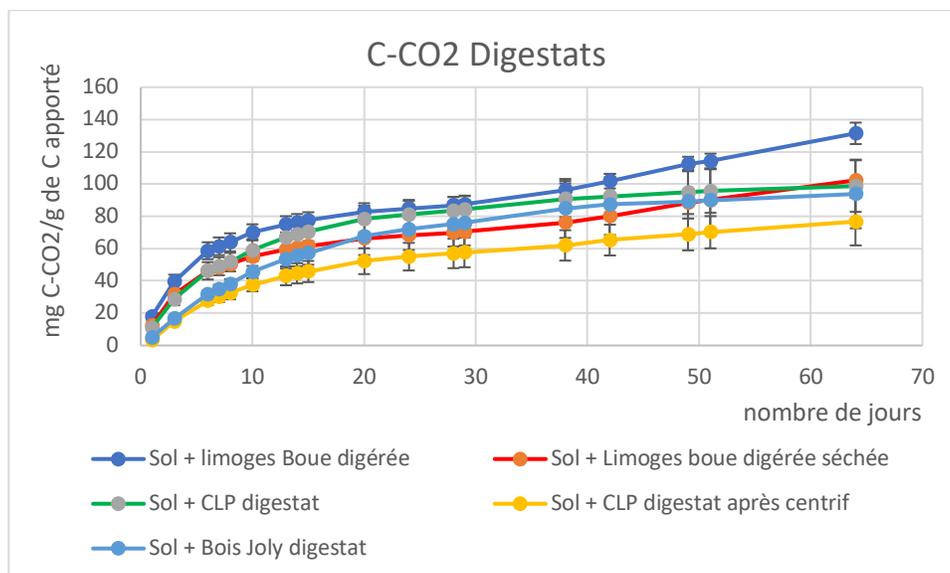


Figure 26: Comparaison de la proportion de C-CO₂ minéralisée par les digestats

La boue digérée de Limoge minéralise plus (131mg) de C-CO₂. Ensuite viennent la boue digérée séchée de Limoges, le digestat CLP, le digestat Bois Joly, et le digestat après centrifugation dans cet ordre. Les valeurs de C-CO₂ obtenus sont comparées dans le Tableau 14.

Tableau 14: Comparaison des moyennes de C-CO₂ minéralisées par les digestats (Test de Turkey)

| PRO | P | gnificatif |
|---|---------|------------|
| limoges Boue digérée vs Sol + CLP digestat après centrif | <0,0001 | Oui |
| limoges Boue digérée vs Sol + Bois Joly digestat | <0,0003 | Oui |
| limoges Boue digérée vs Sol + CLP digestat | <0,002 | Oui |
| limoges Boue digérée vs Sol + Limoges boue digérée séchée | <0,011 | Oui |
| Limoges boue digérée séchée vs Sol + CLP digestat après centrif | 0,071 | Non |
| Limoges boue digérée séchée vs Sol + Bois Joly digestat | 0,990 | Non |
| Limoges boue digérée séchée vs Sol + CLP digestat | 1,000 | Non |
| CLP digestat vs Sol + CLP digestat après centrif | 0,062 | Non |
| CLP digestat vs Sol + Bois Joly digestat | 0,998 | Non |
| Bois Joly digestat vs Sol + CLP digestat après centrif | 0,248 | Non |

La quantité de C-CO₂ minéralisée par la boue digérée est significativement supérieure à celle du digestat après centrifugation (P<0,0001), du digestat Bois Joly (P=0,0003), du digestat CLP (P=0,002), et de la boue digérée séchée (P=0,011).

La Figure 27 compare la minéralisation de C-CO₂ des composts. Le C-CO₂ minéralisé par le compost de Limoge n'est pas significativement supérieur à celle du compost de CLP (P=0,982).

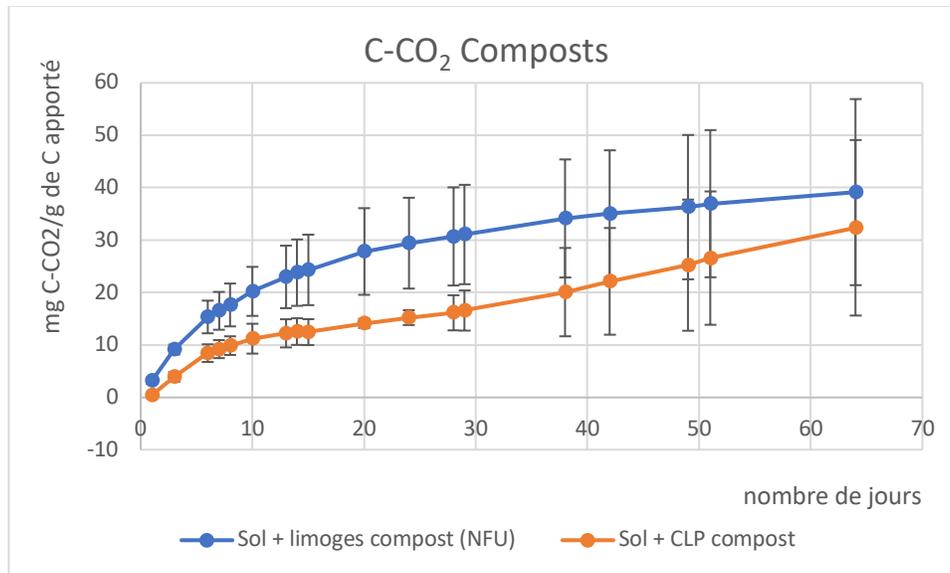


Figure 27: Comparaison de la proportion de C-CO₂ minéralisée par les composts

4.3.1 Résultats à retenir sur la minéralisation du carbone

- Au terme de cette incubation, en fonction des quantités de C-CO₂ minéralisée, on peut classer les PRO de Limoges dans cet ordre : compost > boue digérée séchée > boue épaisse > boue digérée. Les PRO de CLP peuvent être classés comme suit : compost > digestat après centrifugation > digestat > substrat.
- Il n'y a pas une différence statistiquement différentes dans les quantités de C-CO₂ minéralisées par le digestat CLP et le digestat après centrifugation CLP.
- La quantité de C-CO₂ minéralisée par la boue digérée de Limoges est significativement supérieur à celle de la boue digérée séchée de Limoges.
- Pour les PRO de Bois Joly, la quantité de C-CO₂ minéralisée par le substrat n'est pas significativement supérieure à celle du digestat.
- Le compost a une forte valeur amendante plus que les autres types de PRO.