

## COMPTE-RENDU 2021

---

### **MMBIO :**

Acquisition de références techniques et économiques pour des systèmes de micro fermes maraîchères diversifiées multi performantes en Agriculture Biologique

### Action 2 : Évaluation de conduites, pratiques et systèmes de culture au sein d'un réseau d'expérimentation

---

Date : 02/03/2022

Rédacteur(s) : Pierre LASNE (SERAIL)

Essai rattaché à l'action n° : CASDAR MMBIO

Titre de l'action : **Comparaison de différentes densités de semis en culture de carotte de plein champ**

---

### **1. THEME DE L'ESSAI**

MMBio a pour objectif d'acquérir, consolider et diffuser des références techniques et économiques pour les systèmes de microfermes maraîchères diversifiées en Agriculture Biologique dont le nombre de projets ou d'installations ne cesse d'augmenter. S'appuyant sur des enquêtes approfondies dans les fermes et sur l'évaluation en stations expérimentales des pratiques et innovations issues de ces microfermes, il vise à :

- Évaluer les performances, la viabilité et la durabilité de ces systèmes,
- Proposer des outils aux conseillers, techniciens, et collectivités afin de faciliter des installations viables et durables en maraîchage biologique diversifié et sur petites surfaces.

La partie expérimentation fait partie de l'action 2. Un regard particulier sera porté sur les techniques d'intensification et densification des cultures et d'utilisation de matière organique (pour la fertilisation et la couverture du sol), qui sont dans l'essence de ces fermes. À partir de cet inventaire, les partenaires vont co-construire une méthodologie d'évaluation adaptée à la complexité des thématiques retenues et partagée entre les stations d'expérimentation impliquées.

Une fois cette méthodologie validée, et des indicateurs pertinents et critères d'évaluation définis les dispositifs expérimentaux seront mis en place (année 2 et 3 du projet) et un point "zéro" sera réalisé (pour l'ensemble des indicateurs retenus dans la méthodologie) sur l'ensemble des sites expérimentaux, afin de tester des modalités particulières de pratiques de microfermes en comparaison aux pratiques classiques de maraîchage.

## 2. BUT DE L'ESSAI

L'objectif de cet essai est de comparer différentes densités de semis en culture de carotte. Afin d'observer le comportement de différentes variétés et différents créneaux, l'essai a été répété deux fois : en culture de carotte de printemps (carotte botte, variété Napoli) et en culture de carotte d'été (carotte de conservation, variété Natuna). Trois facteurs ont été étudiés : le nombre de rangs, la densité de semis sur la ligne ainsi que la fertilisation. Le témoin étant basé sur une densité de 66-70 graines/ml.

## 3. FACTEURS ET MODALITES ETUDIÉS

L'essai a été réalisé sur deux créneaux et l'itinéraire cultural s'est déroulé de la manière suivante : sous-solage (dents Michel) – préparation des planches (cultirateur) – semis (semoir manuel Ebra).

Les **modalités évaluées** sont les suivantes :

- **M1** : 4 rangs – densité de semis sur le rang classique (66-70 graines/ml)
- **M2** : 4 rangs – densité de semis sur le rang double (120-125 graines/ml)
- **M3** : 8 rangs – densité de semis sur le rang classique (66-70 graines/ml)
- **M4** : 8 rangs – densité de semis sur le rang double (120-125 graines/ml)
- **M5** : 6 rangs – densité de semis sur le rang classique (66-70 graines/ml)

Le **facteur fertilisation** est aussi étudié avec **deux modalités** :

- Fertilisation à une dose classique : 85 U d'azote (Dix)
- Fertilisation avec 1/3 d'azote en plus : 110,5 U d'azote (Dix)

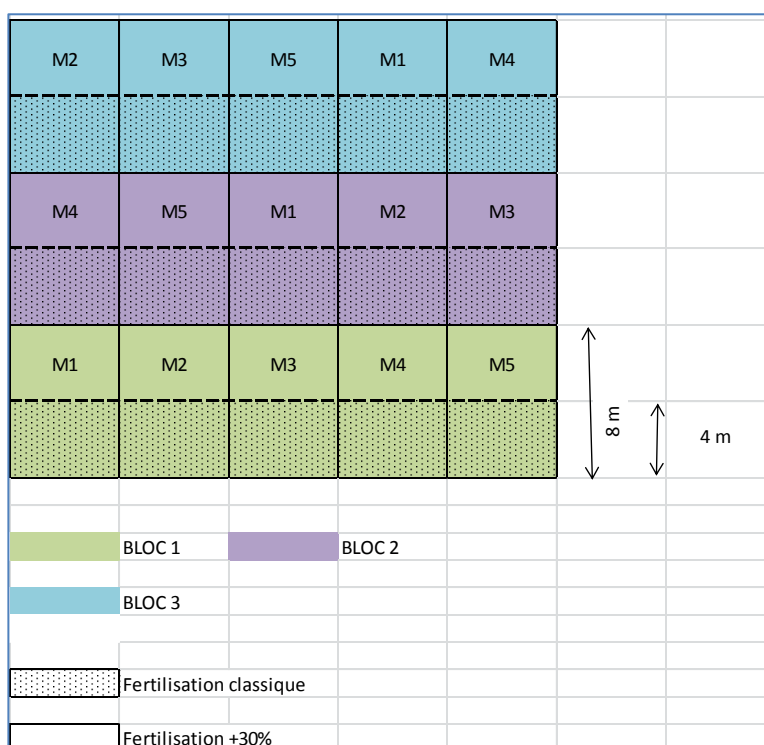


Figure 1 : Plan de l'essai MMBIO 2021

## 4. MATERIEL ET METHODES

### A. Matériel végétal

Variété carotte botte : NAPOLI (Bejo)

Variété carotte conservation : NATUNA (Bejo)

### B. Mesures effectuées

- Évaluation de l'enherbement et du temps de désherbage
- Suivi sanitaire en cours de culture
- Évaluation du rendement : poids et état sanitaire
- Poids et caractérisation des déchets : petites (<20mm), fourchues ou tordues
- Bilan économique/modalité

### C. Mise en œuvre

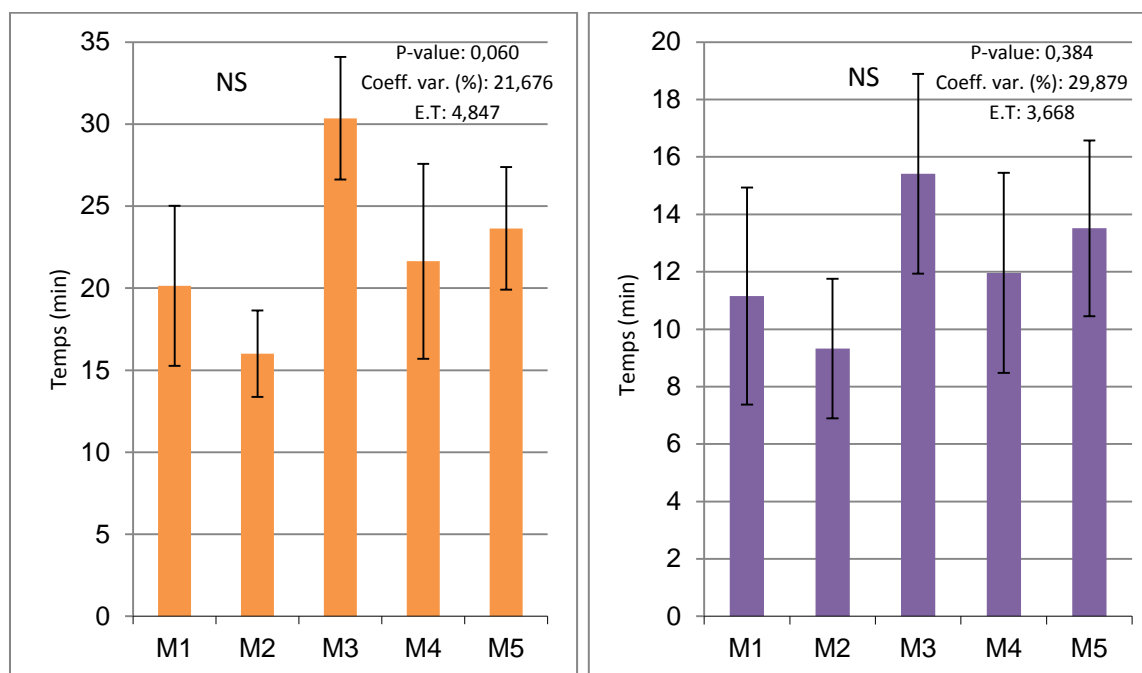
- Essai conduit en agriculture biologique, parcelle BIO PC 1
- 5 modalités de semis testées + 2 modalités de fertilisation
- Carotte botte : semis le 5/3/21 – récolté le 25/6/21
- Carotte de conservation : semis le 21/7/21 – récolté le 24/11/21
- Taille des parcelles élémentaires 8 m x 3 répétitions.
- Division des parcelles : 4m fertilisation classique et 4m fertilisation classique +30%
- Besoin de la carotte 85/40/200
- Fertilisation Dix + Patenkali

### D. Méthode statistique employée

Les données compilées au cours de l'essai ont été traitées statistiquement avec le logiciel StatBoxPro, des analyses de variance complétées de tests de Newman-Keuls (au seuil de 5%) ont été réalisées.

## 5. RESULTATS DETAILLES

### A. Temps de désherbage



**Figure 2** : Temps de désherbage (en minutes) manuel par mètre linéaire des différentes modalités sur les carottes bottes (à gauche) et les carottes de conservation (à droite). Les résultats des analyses statistiques sont mis sur les graphiques.

Pour les deux essais mis en place, le temps de désherbage total, toutes modalités confondues, varie énormément. Le créneau de printemps (du 5/3 au 25/6) a montré une forte levée d'adventices, dû à un printemps humide. Le temps de désherbage moyen par mètre linéaire entre les modalités est alors de 22,3 min pour le créneau de carotte botte et de 12,3 min pour le créneau de carotte de conservation.

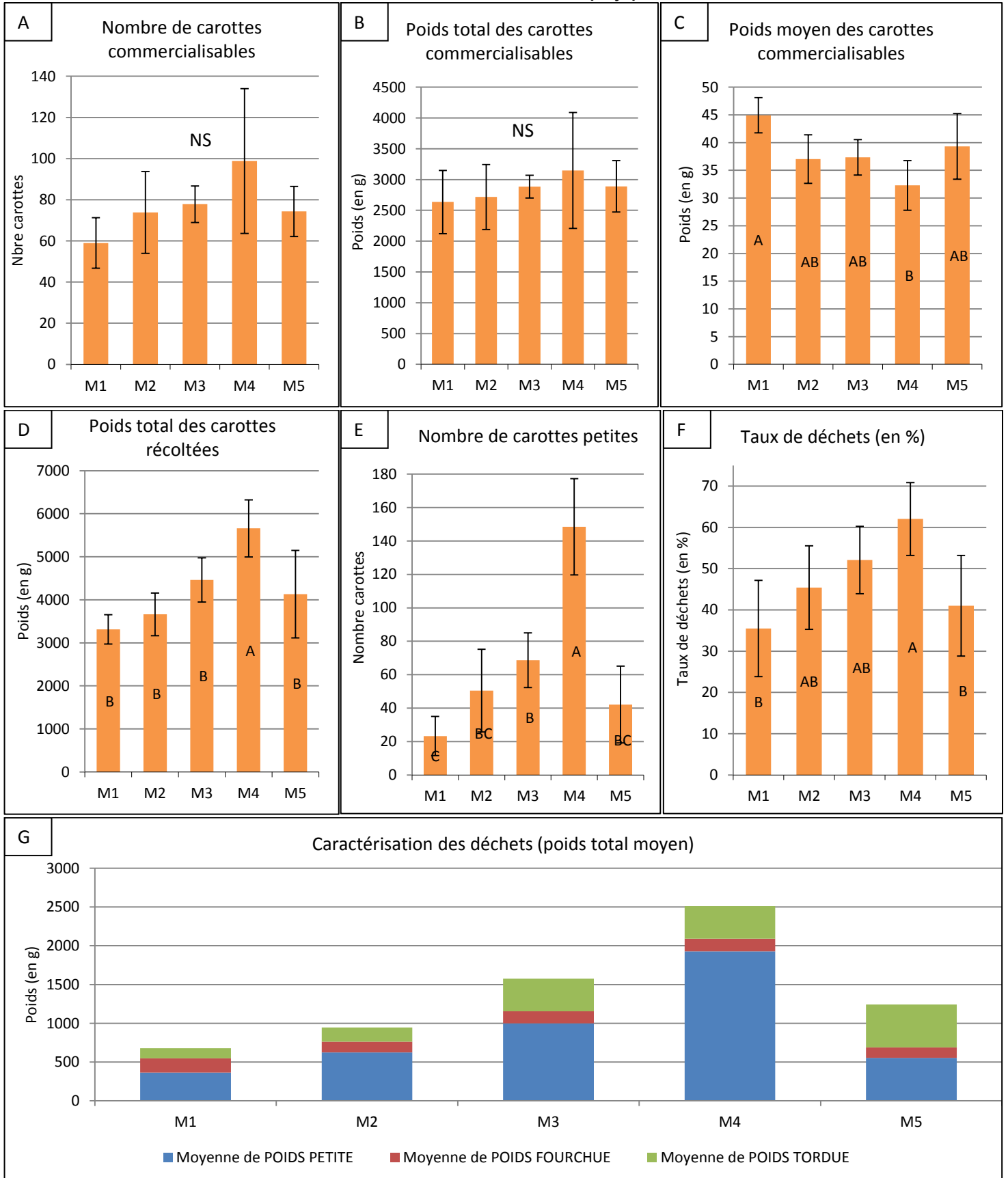
Même si aucune différence significative n'est observée entre les différentes modalités, celles-ci suivent la même dynamique pour les deux créneaux de plantation. Dans l'ordre décroissant des temps de désherbage, il y a : M3 (8 rangs – densité classique), M5 (6 rangs – densité classique), M4 (8 rangs – densité double), M1 (4 rangs – densité classique) et M2 (4 rangs – densité double).

La modalité carottes semées en densité « classique » (sur le rang) présentent un temps de désherbage plus important que celles semées avec une densité « double », du fait de la plus faible occupation des carottes sur le rang, et donc de levées d'adventices plus importants.

A contrario, l'élévation du nombre de rang induit une augmentation du temps de désherbage, du fait de la proximité des rangs et donc de la précision et de la prudence à avoir pour ne pas endommager la culture.

## B. Évaluation du rendement

### Carotte botte - NAPOLI (Bejo)



**Figure 3** : Graphiques des rendements et des déchets selon les différentes modalités sur le créneau de carottes bottes. Les classes statistiques obtenues par le test de Newman-Keuls sont renseignées dans les histogrammes.

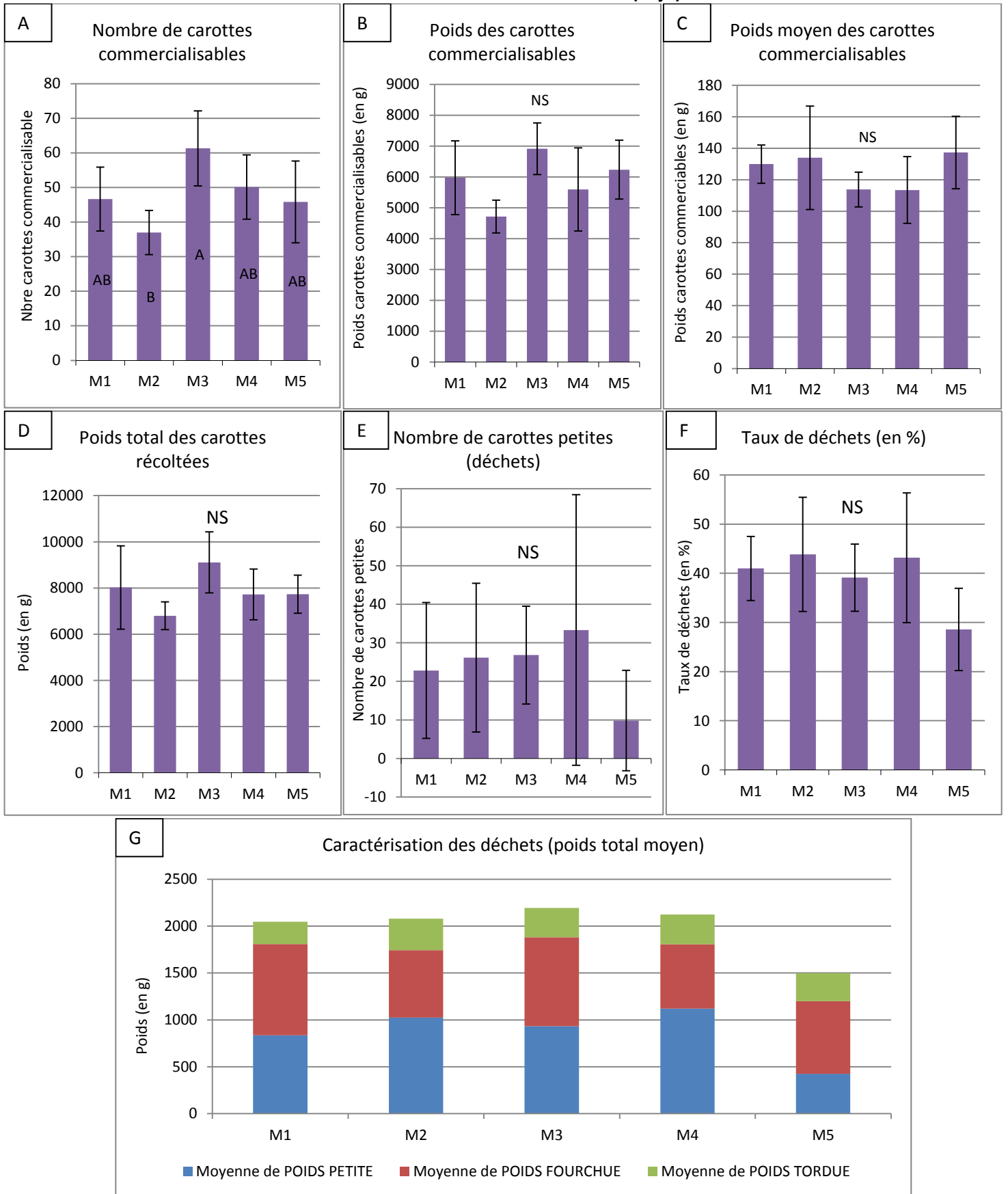
En ce qui concerne le rendement à la récolte (carottes commercialisables) sur le créneau de carotte botte, il n'existe aucune différence significative entre les modalités pour le nombre et le poids des carottes commercialisables (graphique A et B). En revanche, en ce qui concerne le poids moyen des carottes récoltées (graphique C), la modalité M1 (4 rangs – densité classique) présente des poids significativement plus importants que la modalité M4 (8 rangs – densité double) avec respectivement 45 g et 32 g par carotte en moyenne. Les autres modalités présentent des poids significativement similaires (37 à 39 g).

Le poids total des carottes récoltées (graphique D) est significativement plus important sur la modalité M4 (8 rangs – densité double) que les autres modalités. Néanmoins, cette observation est à mettre en parallèle avec les autres graphiques (E, F et G). En effet, c'est aussi la modalité qui présente le taux de déchets le plus élevé avec une majorité de carottes « déchets » catégorisées trop petites (diamètre <20mm). Les modalités M1 (4 rangs – densité classique) et M5 (6 rangs – densité classique) sont celles montrant un taux de déchet significativement inférieur à la modalité M4.

Le dernier graphique (graphique G) rend compte de la caractérisation des déchets, selon les classes. Une part plus importante de carottes petites est observée pour toutes les modalités. La part des carottes fourches et tordue reste inférieure aux carottes petites sur toutes les modalités.

Pour ce créneau de printemps, il apparaît donc que l'augmentation du nombre de rang et de la densité de semis sur le rang limite le bon développement des carottes et produit des carottes de plus petites tailles. L'élévation de la densité de semis ne semble pas avoir d'impact sur la formation des carottes (tordues ou fourchues).

### Carotte de conservation - NAPOLI (Bejo)



**Figure 4 :** Graphiques des rendements et des déchets selon les différentes modalités sur le créneau de carottes de conservation. Les classes statistiques obtenues par le test de Newman-Keuls sont renseignées dans les histogrammes.

Le rendement concernant le créneau d'été (carotte de conservation) montre un comportement différent du créneau de printemps (carotte botte). Le rendement moyen (toutes modalités confondues) des carottes de conservation est 2,8 fois supérieur au rendement des carottes bottes (respectivement 7,8 et 2,8 kg). Aucune différence significative n'existe entre les modalités sur les différents facteurs étudiés, mis à part sur le nombre de carottes commercialisables (graphique A).

Pour celle-ci, la modalité 3 (8 rangs – densité classique) présente un nombre de carottes commercialisables significativement plus important que la modalité M2 (4 rangs – densité classique). Aucune différence significative n'est observable entre les autres modalités. Le doublement du nombre de rang sur la planche semble donc permettre d'augmenter le rendement, sans augmenter pour autant le taux de déchets. Néanmoins, la densification du semis sur le rang semble avoir l'effet inverse : le nombre de carottes récolté et commercialisable sont plus importantes sur ces modalités.

En ce qui concerne la caractérisation des déchets (graphique G), le taux entre les différentes classes semble plus équitable : les carottes de conservation présentent moins de carottes petites, mais plus de carottes fourchues que pour le créneau de carotte botte. En effet, la chaleur de l'été permet d'obtenir des calibres de racines plus importants.

La modalité M5 (6 rangs - densité classique) semble avoir un bon comportement avec un taux de déchets inférieur aux autres modalités, un bon rendement et des carottes de bon calibre (non significativement).

Pour ce créneau, l'augmentation du nombre de rang sur la planche permet d'accroître le poids des carottes commercialisables et donc le rendement. En revanche, le doublement de la densité de semis sur le rang semble avoir un effet délétère sur le rendement.



## Effet fertilisation :

### Carotte botte – NAPOLI (Bejo) :

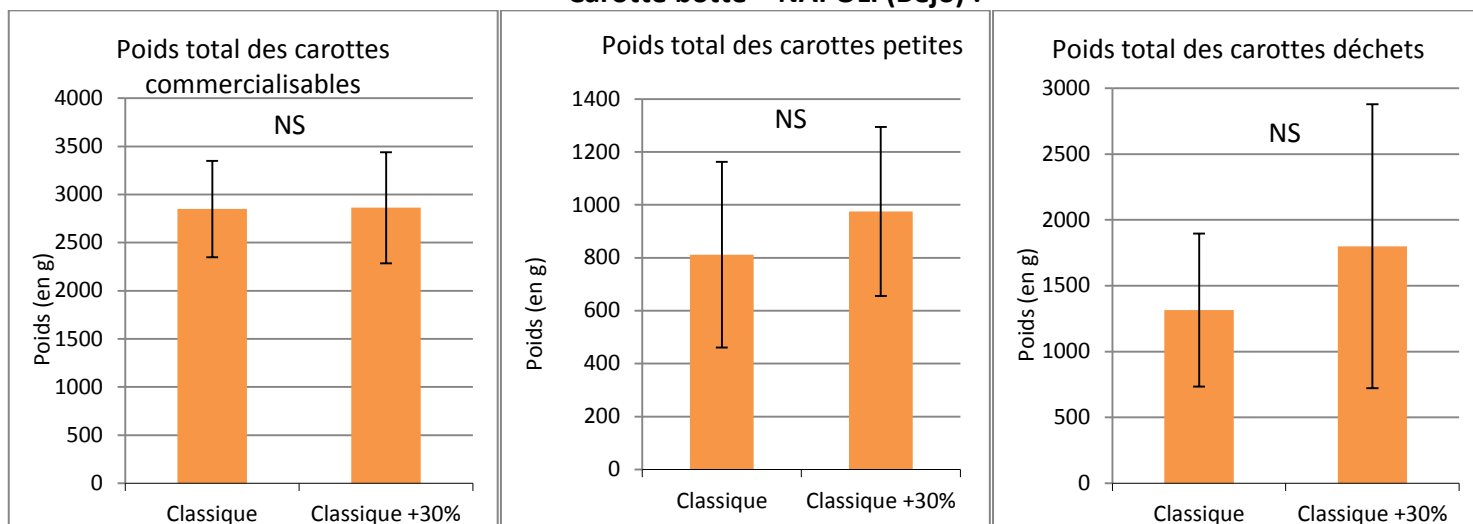


Figure 5 : Graphiques des rendements en fonction de la fertilisation sur le créneau de carottes de printemps

### Carotte conservation - NAPOLI (Bejo)

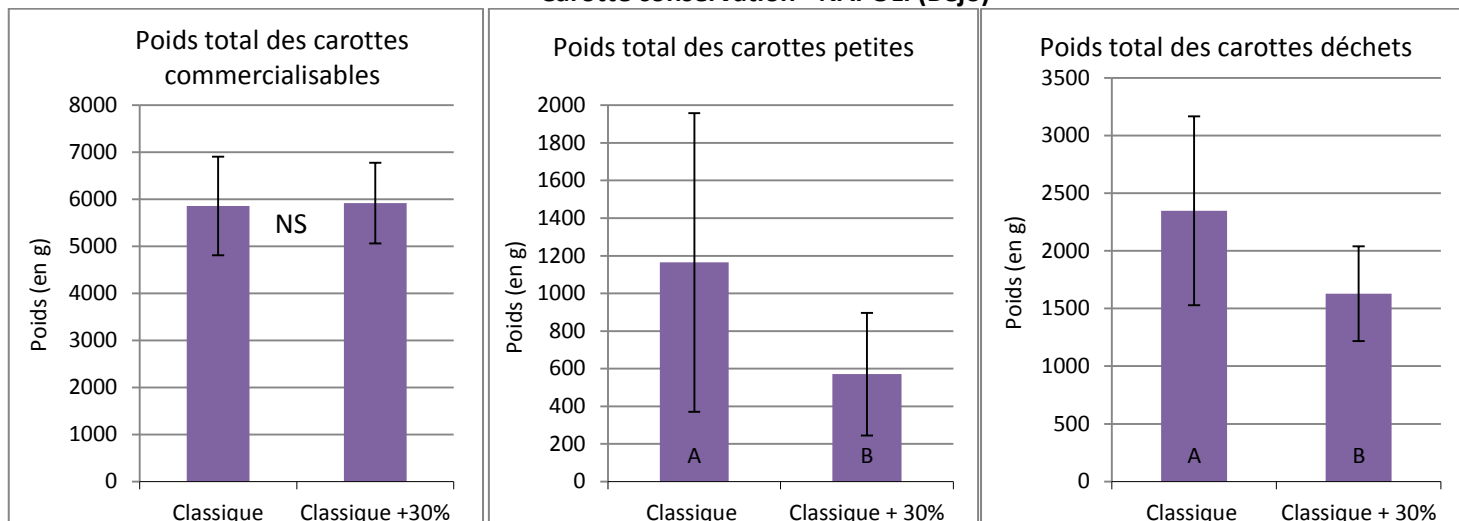


Figure 6 : Graphiques des rendements en fonction de la fertilisation sur le créneau de carottes d'été (conservation)

Le facteur « quantité de fertilisation apportée » a aussi été évalué dans cet essai. Aucune différence significative n'est observable sur ce facteur concernant le créneau de printemps (carottes bottes). Néanmoins, sur le créneau carotte d'été (conservation) les modalités fertilisées de façon classique présentent un poids total de carottes petites et donc un poids total des déchets plus importants que les modalités avec une fertilisation 30% supérieure. Logiquement, une surfertilisation permet donc d'avoir des carottes de plus gros calibre.

### C. Données économiques :

	Nbre carottes com. / m <sup>2</sup>	Poids carottes com. / m <sup>2</sup>	Taux de déchets	Poids déchets / m <sup>2</sup>	Poids moyen carotte com.	Temps total désherbage (h)	Coût MO désherbage total (€)	Coût MO désherbage au m <sup>2</sup> (€/m <sup>2</sup> )	Nbre de graines/ m <sup>2</sup>	Prix de graine (€/m <sup>2</sup> )	Prix moyen (€/kg)	Rendement (€/m <sup>2</sup> )	Marge (€/m <sup>2</sup> )
<b>Carotte botte</b>	<b>54,83</b>	<b>2039,52</b>	<b>33,71</b>	<b>1112,36</b>	<b>37,19</b>								
M1 - 4 rangs densité classique	42,14	1882,62	25,35	484,52	44,67	5,04	75,54	3,60	280	0,45	2,80	5,27	1,22
M2 - 4 rangs densité double	52,74	1941,31	32,43	1270,24	36,81	4,00	60,04	2,86	500	0,81	2,80	5,44	1,77
M3 - 8 rangs densité classique	55,60	2061,31	37,19	1126,07	37,08	7,59	113,83	5,42	560	0,90	2,80	5,77	-0,55
M4 - 8 rangs densité double	70,60	2248,69	44,31	1793,93	31,85	5,41	81,17	3,87	1000	1,61	2,80	6,30	0,82
M5 - 6 rangs densité classique	53,10	2063,69	29,28	887,02	38,87	5,91	88,67	4,22	420	0,68	2,80	5,78	0,88
<b>Carotte conservation</b>	<b>34,43</b>	<b>4206,31</b>	<b>27,95</b>	<b>1419,67</b>	<b>122,17</b>								
M1 - 4 rangs densité classique	33,33	4268,93	29,28	1461,67	128,07	1,49	22,31	1,99	280	0,45	2,35	10,03	7,59
M2 - 4 rangs densité double	26,43	3369,40	31,30	1484,76	127,49	1,24	18,66	1,67	500	0,81	2,35	7,92	5,45
M3 - 8 rangs densité classique	43,81	4940,12	27,94	1565,95	112,76	2,06	30,83	2,75	560	0,90	2,35	11,61	7,95
M4 - 8 rangs densité double	35,83	3998,93	30,82	1516,31	111,60	1,78	26,76	2,39	1000	1,61	2,35	9,40	5,40
M5 - 6 rangs densité classique	32,74	4454,17	20,41	1069,64	136,05	1,80	27,03	2,41	420	0,68	2,35	10,47	7,38

Tableau 1 : Tableau des données économiques des deux créneaux de plantation

Le tableau ci-dessus présente une comparaison de l'ensemble des données technico-économiques acquises durant l'essai. Il rend compte et présente ces données entre les différentes modalités et sur les deux créneaux de plantation. Les données de rendements et de marges sont ainsi comparées avec le temps de désherbage, le coût des graines ainsi que le prix moyen du marché. Cependant, certaines données comme le coût du travail du sol (main d'œuvre, carburant), de l'occupation de la parcelle ou encore des intrants et de l'irrigation n'ont pas été prises en compte. Les marges ici présentées permettent seulement de comparer les modalités entre elles, mais ne sont en aucun cas extrapolables à des conditions de productions.

Étant donné un temps de désherbage très important ainsi qu'un rendement plus faible pour le créneau de carotte de printemps, la marge se retrouve fortement impactée et est nettement inférieure à la marge dégagée par les carottes d'été (carotte de conservation).

Sur le créneau botte (variété Napoli), les modalités qui permettent de dégager les meilleures marges sont les modalités sur 4 rangs : M2 puis M1 (avec respectivement 1,77 et 1,22 €/m<sup>2</sup>). En effet, malgré un rendement médiocre, le faible temps de désherbage ainsi que le faible coût des graines permettent de compenser cette perte. La modalité M3 (8 rangs - densité classique) présente un taux de déchet important, des carottes de petite taille ainsi qu'un temps de désherbage très important : la marge est alors fortement impactée. Les modalités M4 et M5 présentent des marges moyennes similaires (respectivement 0,82 et 0,88).

En ce qui concerne le créneau de conservation (variété Nipomo), les modalités qui permettent de dégager la meilleure marge sont celles semées avec une densité de semis sur le rang « classique ». La modalité M1 (4 rangs) présente un rendement moyen, mais un coût de désherbage faible tandis que la modalité M3 (8 rangs), malgré un coût de désherbage très important, présente une marge positive grâce à son rendement très élevé. Le faible taux de déchets permet aussi à la modalité 6 rangs d'avoir une marge moyenne proche des modalités 4 et 8 rangs (7,38 €/m<sup>2</sup>). Les modalités M2 et M4, avec une densité de semis doublée sur le rang, montrent la marge la plus faible, du fait d'un rendement moyen et d'un fort taux de déchets (carotte petite et fourchue).

La modalité M5 (6 rangs – densité classique) présente un bon comportement et une marge satisfaisante grâce à un rendement élevé, un faible taux de déchets et un coût de désherbage raisonnable.

## 6. CONCLUSION

Les modalités étudiées ne vont pas avoir le même comportement sur la production de carottes durant les deux essais. Dans nos conditions d'expérimentations, les résultats varient selon les deux créneaux de plantation (carotte de printemps ou carotte d'été).

L'augmentation du nombre de rang sur la planche permet d'obtenir un rendement plus élevé, mais implique un temps de désherbage manuel plus important, dû à la précision à avoir lors de cette intervention (rangs très serrés, difficulté d'arrachage). Ce qui est vrai essentiellement pour le créneau de printemps où les conditions climatiques humides engendrent un taux de levée des adventices plus important. Il est donc primordial d'anticiper ce semis en réduisant la banque de graines en amont. Pour ce créneau, les modalités 4 rangs ont montré un meilleur comportement que les modalités 8 rangs. À l'inverse, pour le créneau d'été, la modalité 8 rangs – densité classiques a montré un très bon comportement.

Le doublement du nombre de graines sur le rang permet de diminuer le temps de désherbage, car la couverture de la culture sur le rang est plus importante. Mais augmente aussi le nombre de déchets du fait de la densité trop importante (carottes petites). Ce doublement de la densité semble préjudiciable pour le créneau de carotte d'été (faible rendement, taux de déchets important et coût de graines important). En revanche, il semble apporter un avantage pour le créneau de printemps : malgré un fort taux de déchets, la diminution du désherbage et l'augmentation du rendement apportent une plus-value.

Les modalités M1 (4 rangs – densité classique) et M5 (6 rangs – densité classique) ont montré des comportements homogènes sur les deux créneaux de plantation : un faible taux de déchets ainsi qu'un temps de désherbage relativement faible.