Compte-rendu d'essai

Fraisier
2015
Evaluation de différentes ampoules à économie d'énergie de type LED sur la levée de dormance de Gariguette

Date : 28/03/2017
Rédacteur(s) : François PASCAUD – Fanny THIERY
Essai rattaché à l'action n°:18.2015.01
Titre de l'action : Culture de fraise hors-sol : maîtriser l'itinéraire technique et l'impact environnemental

1. Thème de l'essai

Face au retrait progressif du marché des ampoules incandescentes, Invenio teste depuis 2013 des ampoules alternatives pour lever la dormance d'une culture précoce de Gariguette. Il existe de nombreuses ampoules sur le marché (fluocompactes, leds, ecohalogènes…) avec différentes caractéristiques de puissance, de spectre lumineux, de température de couleur…Il est donc nécessaire de faire un tri de ces ampoules, d'avoir des références technico-économiques et de mettre en place des stratégies d'utilisation.

2. But de l'essai

Compenser un manque de froid dans le cadre d'une culture de Gariguette précoce chauffée.
Développer des stratégies d'utilisation des ampoules LEDs pour arriver au même résultat de rendement qu'une Gariguette 800 heures ou une Gariguette éclairée avec les lampes à incandescence 40 W (10 W/m²).

3. Facteurs et modalités étudiés

L'essai a été mis en place sur la station Invenio de Sainte-Livrade sur Lot. Un compartiment de 360 m² sous serre verre a été utilisé pour l'essai, avec une mise en place de rideaux opaques pour éviter l'influence des ampoules les unes sur les autres.

Les 4 modalités (témoin inclus) testées ainsi que les objectifs correspondants sont énoncés ci-dessous :

- Comparer deux puissances d'ampoules Leds « grand public » et tester une durée d'éclairage par flashes de 15 min (test en continu en 2015)

- LED Vision EL 10 W (=90 W incandescent), 1100 lumens, densité équivalent 10 W/m², flashes d'1/4 d'h/h
- LED Toshiba 10,5 W (=60 W incandescent), densité équivalente 10 W/m², flashes d'1/4 d'h/h

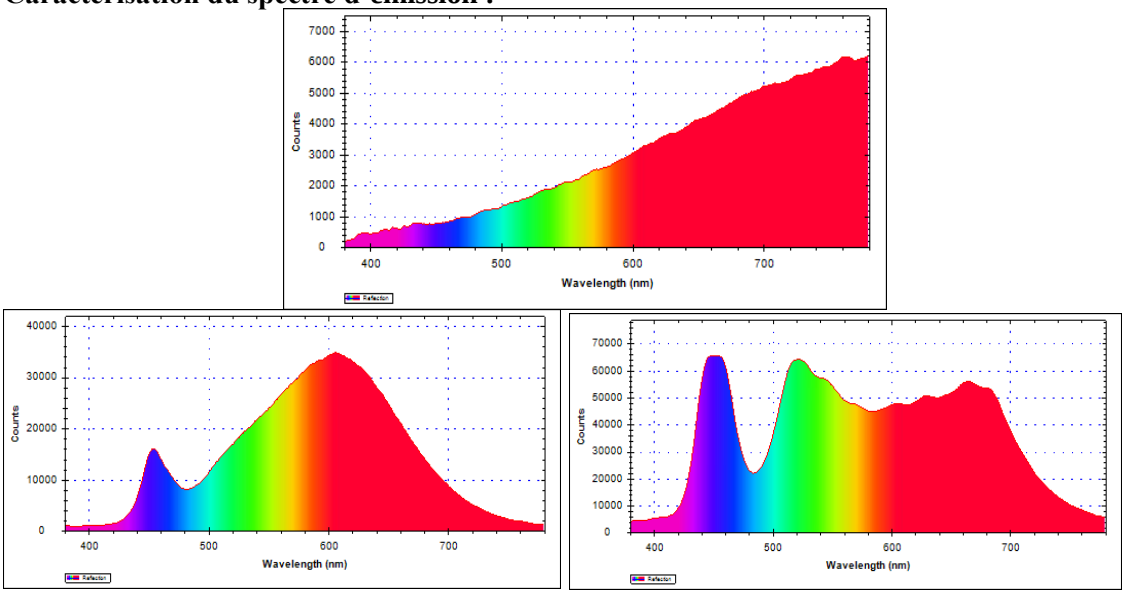
- Vérifier s'il faut prendre en compte la luminosité réelle en lumens ou la puissance en Watt avec l'utilisation des LED

- LED Vision EL 10 W (=90 W incandescent), 1100 lumens, densité équivalent 100 Lumens/m², flashes d'1/4 d'h/h

L'ensemble des modalités est réparti au sein du compartiment selon le schéma présenté ci-dessous :

Modalités présentes dans l'essai			
LED Toshiba 10.5W	Témoin incandescent	LED Vision EL 100 Lumens /m²	LED Vision EL 10W/m²

Caractérisation du spectre d'émission :



En haut : Ampoules à incandescence ; en bas à gauche : LED Toshiba ; en bas à droite : LED vision EL.

En 2016, Invenio a fait l'acquisition d'un spectromètre permettant la caractérisation complète des spectres d'émissions des éclairages. Les données mesurées par le spectromètre indiquent que, bien que la lumière perçue soit blanche, la composition spectrale de cette lumière varie de manière importante en fonction de la source d'éclairage considérée. Les ampoules incandescentes prisent comme témoin dans cet essai ont un spectre d'émission réparti essentiellement dans le rouge et les infrarouges. La LED Toshiba a un spectre qui s'apparente à une LED blanche de type 2000 à 2500K, la LED vision à un spectre intermédiaire avec une forte proportion de bleu et un pic d'émission dans le vert qui n'est pas fréquent dans les ampoules LED dites grand publique.

4. Matériel et Méthodes

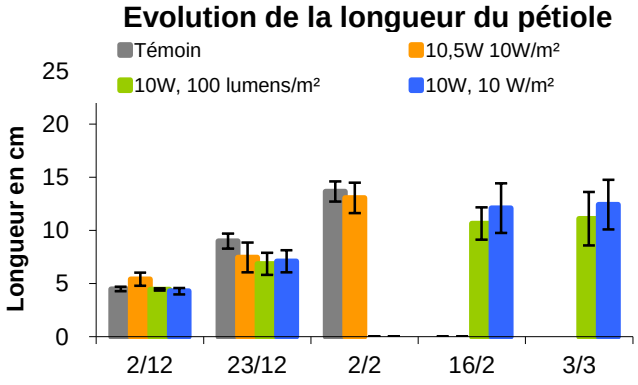
- **Matériel Végétal :** Trayplant de Gariguette ayant reçu 500 heures de froid.
- **Site d'implantation :** Ste-Livrade sur Lot, Site d'Invenio, Plantation le 08/11/2015 sous serre verre
- **Dispositif expérimental :** Essai en randomisation avec 4 répétitions par modalité, parcelle élémentaire de 50 plants (10 sacs).
- **Observations et mesures :**
- Nombre de jour d'éclairage par lampes (date de début et de fin d'éclairage)
- suivi du rendement (commercial et brut), poids moyen, % de fruits déformés et pourris, indice de précocité.
- suivi de végétation sur 4 répétitions de 5 plants par modalité : nombre de feuilles, surface foliaire et longueur de pétiole (avant le démarrage de l'éclairage, 3 semaines après le démarrage de l'éclairage et à la fin de l'éclairage).

- **Conduite de l'essai :** conduite en serre verre à une densité de 10 plants/m² (12 plants/m) sur des sacs de substrats de fibre de coco Dumona de 1 m. Dans toutes les modalités, l'éclairage est mis en route 2 à 3 semaines après plantation et arrêté quand la première nouvelle jeune feuille mesure 15 cm. L'éclairage a lieu de 18h à 2h. Les ampoules sont placées à une hauteur d'environ 2 m au-dessus de la rangée de fraisiers.
- **Périodes d'éclairage :** 8 flashs de 15 minutes (15 minutes par heures, toutes les heures). Modalités LED 10.5W et Incandescent : Début d''éclairage le 02/12/15, arrêt le 27/01/16, soit 56 jours. Modalités LED Vision EL : Début d'éclairage le 02/18/15, arrêt le 11/02/16, soit 71 jours.
- **Traitement statistique des résultats** *:* l'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel R. Dans les graphiques, lorsque c'est possible, les écarts-types sont figurés. Lorsque les moyennes des modalités sont statistiquement différentes, une comparaison multiple de ces dernières est réalisée (test de Newman & Keuls) et les groupes d'appartenance sont figurés sur les graphiques par des lettres.

5. Résultats détaillés

➢ Développement végétatif

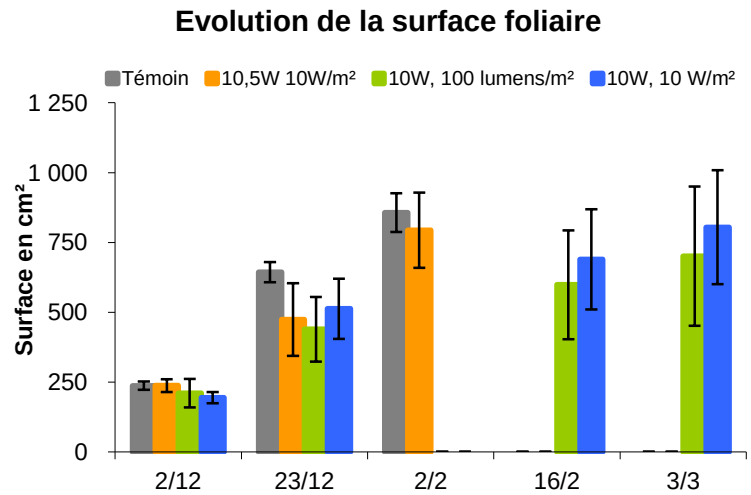
a) Longueurs de pétioles



A la première date de notation (juste avant la mise en marche de l'éclairage : 02/12), la modalité 10.5W présentait une longueur de pétiole légèrement supérieure aux autres modalités (ANOVA, Pr=0.00389). Au 23/12, cet écart s'est estompé et la modalité témoin à tendance à avoir une longueur de pétiole légèrement supérieure aux autres modalités de l'essai (ANOVA : Pr=0.0673).

Lors des notations suivantes, les résultats observés sur le témoin et la modalité 10.5W sont équivalents. Les modalités Vision EL restent en légèrement en retrait. Sur ces modalités, et afin de compenser le faible développement des plants, l'éclairage a été prolongé d'un mois. Même dans ces conditions l'excédent de lumière n'a pas permis d'obtenir un développement du pétiole équivalent au témoin. Il n'est pas possible d'observer une différence entre les deux modalités LED vision EL (10W).

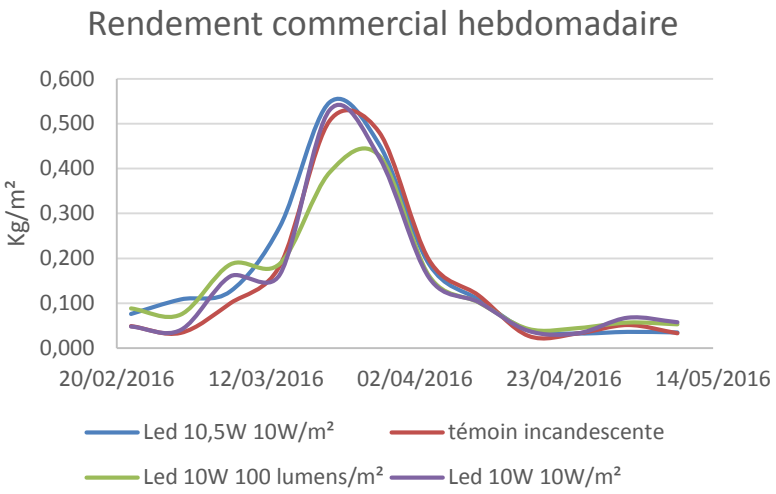
b) Surface foliaire



Du point de vue de la surface du foliaire, la notation réalisée le 23/12, indique la même tendance que pour la longueur de pétiole. La modalité témoin semble avoir une surface foliaire plus importante mais la variabilité au sein des modalités est relativement élevée et la différence entre le témoin et les autres conditions n'est que très peu significative (ANOVA : Pr=0.076). Lors des notations suivantes et en dépit d'une prolongation de la

période d'éclairage, les modalités LED Vision EL (10W) restent en retrait.

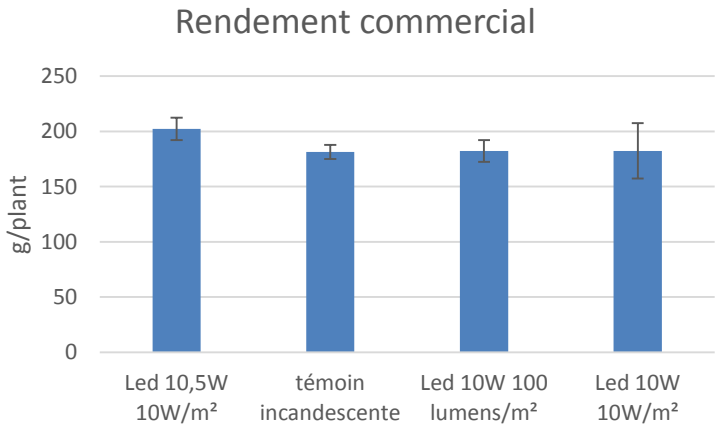
- **Production**



Dans cet essai, les cinétiques de production de chacune des modalités sont relativement équivalentes. On peut cependant noter un léger saut de production dans les deux modalités LED Vision EL vers le 07/03. Au niveau du pic de production, la modalité LED Vision 10 W 100 lumens reste légèrement en retrait.

Les données de récoltes obtenues en fin de production et présentées dans le tableau ci-dessous indiquent qu'il n'y a pas de différence significative que ce soit au niveau quantitatif (rendements bruts) et qualitatifs (C/B, Pourri) entre les différentes modalités testées dans cet essai.

Traitement	Date de récolte		Rendement				Pourcentages			PMP	Précocité
	Début	Fin	Extra (g/pl)	Comm (g/pl)	Comm (kg/m²)	Brut (g/pl)	E/C	C/B	Pourri		
Led 10,5W 10W/m²	7/3	11/4	164	202	2,0	279	81%	72%	6%	13,6	84
témoin incandescente	15/3	11/4	151	181	1,8	256	84%	71%	8%	13,6	87
Led 10W 100 lumens/m²	7/3	14/4	154	182	1,8	260	84%	70%	8%	12,6	86
Led 10W 10W/m²	10/3	14/4	155	182	1,8	264	85%	69%	8%	13,2	87



La modalité LED 10,5W a d'un point de vue commercial tendance à produire légèrement plus que les autres modalités de cet essai mais cet écart n'est pas vérifié statistiquement (ANOVA, Pr=0.175).

- **Paramètre de mesure de la lumière.**

Les résultats de cet essai indiquent qu'il n'y a pas de différence entre les modalités LED Vision EL. Ceci sous-entend que pour ce type d'ampoule 10W/m² ou 100 lumen/m² seraient dans une certaine mesure équivalent. Pour autant les données mesurées avec le spectromètre indiquent que le spectre de l'ampoule LED Vision EL est très différent des autres ampoules utilisées dans cet essai.

Le lumen est une unité de mesure particulière utilisée dans le cadre des études de confort visuel. Cette unité dérive d'une autre grandeur physique appelée le Candela qui témoigne de l'intensité lumineuse en prenant pour référence une seule et unique longueur d'onde 555 nm.
Quel que soit le type d'ampoule considéré, le spectromètre nous montre que les spectres d'émission sont relativement complexes et polychromatiques. En ce sens, l'utilisation du lumen n'apparait pas appropriée pour caractériser techniquement la qualité d'un éclairage à des fins horticoles. On peut donc conclure que dans le cas de la LED Vision EL, 10W/m² ou 100 lumens/m² sont équivalents mais que ces résultats ne sont pas sans connaissance du spectre d'émission de l'ampoule exploitable pour d'autres dispositifs d'éclairage.

6. Conclusions de l'essai

Tous les types d'éclairage testés dans cet essai ont permis d'obtenir des résultats relativement similaires à de l'éclairage incandescent.
Il est important de noter que, en 2016, les éclairages testés ont été utilisés en flashs (1/4 d'heure par heure) et donnent des résultats similaires à ceux observés lorsqu'ils sont utilisés en continu. Par conséquent, le fonctionnement par flash est plus que pertinent car il permet de réduire la consommation électrique d'un facteur 4 (simplement en réduisant la durée d'allumage qui passe de 8h à 2h par nuit).

En termes de développement végétatif, les modalités LED Vision EL étaient légèrement en retrait, un éclairage supplémentaire pendant 15 jours n'a pas permis de combler cet écart. Cette absence d'effet s'explique peut-être par un changement de physiologie du plant. En effet, la récolte a démarré au 20 février, ce qui signifie que les plants sont entrés en floraison vers fin janvier. Hors on constate d'une manière générale que le développement végétatif est ralenti dès l'entrée en floraison et que cet état a tendance à rendre le plant peu réactif à l'éclairage.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION, DE LA PECHE, DE LA RURALITE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «Développement agricole et rural»

La responsabilité du ministère chargé de l'agriculture ne saurait être engagée.

FranceAgriMer
ÉTABLISSEMENT NATIONAL DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER