

INNOVATION

C@SPER : un outil de production automatisé aux multiples fonctionnalités



Pyrène automation



Développement et commercialisation d'un chariot robotisé innovant pour réduire le recours aux pesticides

ASTREDHOR Sud-Ouest GIE Fleurs et Plantes, l'Institut technique de l'horticulture, a développé en partenariat avec la société Pyrène Automation, un système simple et innovant pour mécaniser plusieurs alternatives aux produits phytosanitaires appelé C@SPER (Chariot Automatisé de Stimulation et de Piégeage Ergonomique). A partir d'un chariot d'arrosage automatisé, plusieurs fonctions innovantes ont été développées, notamment la stimulation mécanique (alternative à la régulation chimique des plantes), et le piégeage de masse (alternative aux insecticides). Cet outil est devenu, en entreprise de production, un facilitateur de changement de pratique pour des cultures plus respectueuses de l'environnement.

C@SPER : Un système innovant pour équiper les serres de production

Initié en 2014, le projet 'thigmo' visait à tester la stimulation mécanique comme alternative à la régulation de croissance chimique pour l'horticulture ornementale. En effet, l'utilisation de régulateur est répandue pour obtenir une bonne qualité commerciale, des plantes compactes et bien ramifiées. Or, les régulateurs chimiques présentent un profil éco-toxicologique défavorable (effet de type perturbateur endocrinien). En production, le travail de récolte, les interventions d'entretien des plantes, font que l'exposition aux pesticides est quotidienne. Les essais de stimulation mécanique ont montré une alternative économique et performante, d'abord en station de recherche, puis dans les entreprises de production.



Figure 1 : Robot multifonction, arrosage, traitement, stimulation et piégeage massif.



Figure 2 : *Dipladenia* stimulé mécaniquement (gauche) et plante témoin sans stimulation (droite).

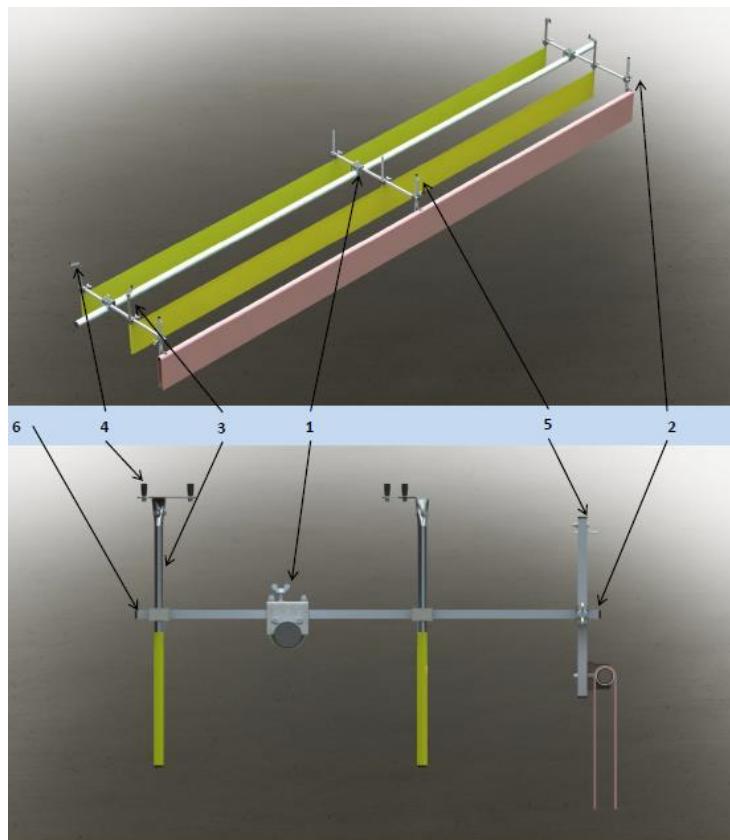
La thigmomorphogénèse a été décrite au début des années 1970 comme une modification de la croissance des plantes en réponse à une stimulation mécanique externe (Jaffe 1973). Celle-ci se traduit par une réduction de la croissance apicale et un développement des ramifications (Figure 2). Les travaux conduits par ASTREDHOR ont permis de mettre en évidence une réduction moyenne de hauteur de 10 à 25 % (selon les espèces et les conditions de cultures) par rapport à un témoin non régulé, ainsi qu'un doublement de la ramification avec des rameaux secondaires plus longs.

C@SPER : un outil de production automatisé aux multiples fonctionnalités

La technique de stimulation a été validée dans les stations expérimentales d'ASTREDHOR Sud-Ouest GIE Fleurs et Plantes et ASTREDHOR Loire Bretagne (Arexhor Pays de la Loire) et rapidement adoptée par les entreprises (Brichet, Eyraud, Frimont horticulture, Hortiland...). Après confirmation du procédé, la mécanisation du système est apparue comme essentielle à son transfert sur un plus grand nombre d'exploitations. L'entreprise Pyrene Automation, spécialisée dans les rampes d'arrosage, a co-conçu avec ASTREDHOR Sud-Ouest GIE Fleurs et Plantes, un automate appelé C@SPER, qui permet d'arroser, de stimuler les plantes pour limiter voire cesser l'application de régulateur chimique, de piéger les insectes (thrips, aleurodes, pucerons) pour protéger la culture de l'installation des ravageurs, voire de traiter les plantes quand cela est nécessaire (Figure 3).

Un outil de stimulation mécanique : La méthode de stimulation mécanique est obtenue par le passage répété et régulier d'un matériau sur la culture au niveau des apex. Le matériel est fixé sur les bras d'un chariot dont le déplacement est automatisé avec une vitesse de déplacement de l'ordre de 5 à 8 km/h. L'intensité du stress est dépendante de la fréquence de passage. Dans la pratique, le chariot effectue 2 à 10 allers-retours par jour, au moins 5 jours/semaine et au minimum pendant un mois pour observer des effets probants. Cette technique s'est avérée efficace pour réduire la hauteur des plantes de nombreuses espèces testées (geranium, photinia, hibiscus, dipladénia, chrysanthèmes, perovskia, poinsettia...). L'ajustement des conditions de stimulation (fréquence et

nature du matériau de contact) impacte l'intensité de l'effet observé. Le matériel le plus utilisé est un matériau souple qui pèse au moins 400g /m² (bâche de tunnel, EPDM, PVC) en prévoyant une traîne de 50 à 100 cm pour prolonger la durée de la stimulation. Il est possible également de découper la bâche en lanière pour une meilleure action sur les axillaires et stimuler la ramification des végétaux. L'efficacité de la méthode dépend de la régularité des passages. Suite à des essais sur entreprises, il est apparu essentiel d'automatiser le procédé pour que les producteurs s'approprient cette technique. Le partenariat mis en place avec la SCOP Pyrene Automation nous a permis de concrétiser le projet : la chariot C@SPER est né.



insectes : Indirectement, une des conséquences de l'usage de la stimulation mécanique est le dérangement des insectes présents sur le végétal. L'utilisation de panneaux englués chromo-attractif permet de détecter mais aussi de piéger massivement les ravageurs ailés présents dans la culture.

Figure 3 : Prototype de C@SPER , la rampe de stimulation est accompagnée d'un double module de piégeage compatible avec une rampe d'arrosage fixée sur le tube en aluminium Ø60 .

L'utilisation de bandes engluées placées le long des chariots d'irrigation augmente la surface de piégeage. Au contact répété des franges, les végétaux limitent leur croissance et les insectes délogés se collent aux pièges. La quantité des ravageurs piégés est ainsi accrue par la stimulation qui les incite à quitter leurs abris dans les plantes.

- Un outil de traitement autonome et piloté : Le chariot conserve sa fonction première d'arrosage, mais peut aussi embarquer une cuve pour réaliser des traitements. Il est piloté par un automate via une interface tactile ergonomique pouvant être contrôlée via un ordinateur ou un smartphone. La prise en main à distance permet de déclencher l'automate en absence de personnel dans les serres. Cette fonction est particulièrement intéressante du point de vue de la santé des opérateurs. Elle répond également à la nécessité d'appliquer plus fréquemment les produits de biocontrôle par rapport aux traitements conventionnels.

C@SPER : Une solution technique à la carte pour les producteurs

Le concept C@SPER s'adapte à toutes les conditions de productions, il s'utilise aussi bien en serre qu'en extérieur (culture hors sol sur tablette, sur sol béton, sur dalle de ruissellement, en pépinière). Il est le fruit d'interactions entre les expérimentateurs, l'entreprise Pyrène Automation et les producteurs qui tout au long de la phase expérimentale nous ont fait part de leur questionnement.

Le prototype initial développé par notre partenaire est un chariot double rail avec module d'arrosage (tuyau tendu), de stimulation et un support de piégeage et dont la gestion est centralisée par un automate Siemens avec écran tactile. Hors coût d'installation, l'ordre de prix de ce chariot est de 12 000 € (Figure 4), commercialisation Pyrène Automation.



Figure 4 : Illustration du chariot double rail polyvalent arrosage/régulation/piégeage

En 2017, à la demande des producteurs, un modèle plus léger, conçu sur la base d'un monorail épuré, est adapté à la stimulation et au piégeage seuls. La partie pilotage est simplifiée avec un programmeur simple et une armoire électrique économique pour un modèle sans tuyau ni câble électrique. Le modèle est commercialisé autour de 3000 € par notre partenaire (Figure 5).

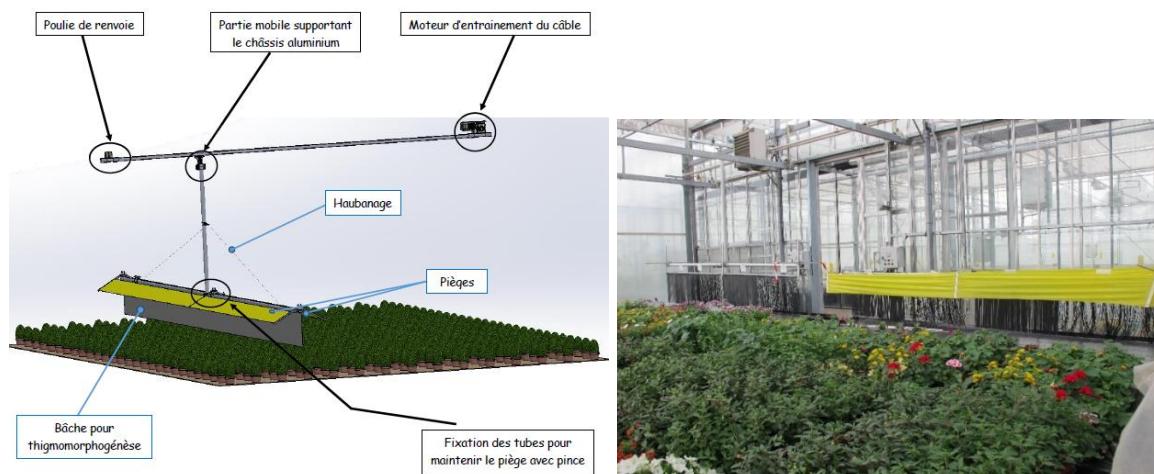


Figure 5 : Modèle léger sans arrosage : de la conception à la réalisation

En complément, pour équiper des chariots préexistants des solutions de type modulaire ont été développées. Quelques options commercialisées :

- Fixation piége ruban englué pour 1 chariot (hors ruban), environ 80 €/chariot
- Module de Piégeage et de stimulation mécanique (hors ruban, matériau de stimulation) environ 250 € par chariot.

Ainsi à partir d'un chariot, aérien ou terrestre, même déjà existant, il est possible :

- de porter divers modes d'arrosage localisé pour une économie d'eau (jets, pinceaux, rideau d'eau, cannes)

- d'embarquer un système de doseur pour la gestion de la fertilisation et/ou un système de traitement par pulvérisation pour pouvoir traiter automatiquement (chimique ou biocontrôle) en absence de personnel et ainsi préserver la santé des opérateurs
- de stimuler mécaniquement les plantes avec un matériel de type bâches plastiques découpées en franges ou non en simple ou double rangées chevauchées
- de piéger massivement les éventuels insectes ravageurs ailés en accrochant des bandes engluées pour le piégeage de masse (thrips, pucerons, aleurodes, cicadelles, altises).

Mise sur le marché horticole : une offre de proximité qui s'adapte



Figure 5 : Chariot avec module de piégeage chez M'Fleurs en culture de chrysanthème

Rapidement, les producteurs ont été séduits par cet outil polyvalent, adaptable à leur matériel préexistant, qui ne nécessite pas de connaissance pré-requise particulière. La technique de stimulation est simple, économique et peu risquée (a contrario des restrictions hydriques ou carence en fertilisation, autres alternatives à la régulation chimique). En situation de production, les itinéraires techniques incluant ce type de stimulation mécanique permettent actuellement de gagner 2 à 3 passages de régulateurs chimiques par culture. Après des essais de démonstrations en

entreprise, des producteurs ont déjà franchi le pas et équipent progressivement leur structure : Brichet SCEA Lannion (22), Exploitation horticole du Lycée du Valdoie (90), Eyraud Plants (42), Floratemple (49), Frimont Horticulture (33), Haberschill (81), Hortiland (40), Lannes (82), M'Fleurs (40), Merel Horticulture (35). Tandis que certains vont équiper des chariots préexistants d'autres vont équiper une serre entière. Notre partenaire a installé ces premiers chariots de stimulation en 2018 et continue de développer des solutions évolutives selon les besoins de la profession.

La technique se développe particulièrement en culture de chrysanthème pour potée fleurie. Avec 20 millions de pots produits par an, c'est une culture très consommatrice de produits phytosanitaires notamment d'insecticides et de régulateurs de croissance comme la plupart des productions ornementales produites sous serre. L'IFT (Indice de Fréquence de Traitement) moyen de la culture est autour de 10 avec une grande variabilité en fonction de l'adoption ou non de mesures de biocontrôle (données Dephy Ferme Plantes en pots Sud-ouest et Dephy EXPE Hortipot 2016). Dans les Systèmes de culture où les producteurs arrivent à mettre en place des leviers pour limiter les insecticides, un IFT résiduel de 3 correspondant à 2 à 3 pulvérisations de régulateurs de croissances sur la culture est souvent observé. Avec la stimulation mécanique, il est possible de s'affranchir de ces produits avec une économie de l'ordre de 650 €/ha par passage de régulateur (produit seul ALAR 85 SG à 5 g/l), compter 100€/ha de plus de main d'œuvre. Avec trois applications en moins, une économie de l'ordre de 2000 €/ha peut être obtenue sur la durée de culture.

En parallèle, un des leviers fréquemment employé pour réduire l'IFT insecticide de synthèse passe par le recours aux produits de biocontrôle à base de microorganismes comme les *Bacillus thuringiensis* contre les Chenilles. Or si les impasses biologiques (résistances, toxicité), les politiques des firmes et la pression sociétale (retraits AMM, vide d'usage) ont motivé le développement du biocontrôle, il n'en reste pas moins que les applications de ces produits requièrent souvent des conditions particulières et fréquentes (souvent un traitement/semaine en période de risque). Pouvoir traiter le soir, en absence de personnel, dans de meilleures conditions de températures et d'hygrométries pour ces produits est un atout supplémentaire pour le concept C@SPER qui permet de traiter de façon automatisée en absence d'opérateur

Les avantages de cet automate sont donc d'être un outil polyvalent, abordable financièrement qui permet de limiter le recours aux produits phytosanitaires de synthèse mais aussi un allègement des

opérations culturelles pour le personnel (arroser, tailler, traiter). Il constitue un atout en terme de santé des opérateurs et de pénibilité du travail. Les plantes stimulées présentent des lots de cultures très homogènes dont la qualité est souvent améliorée permettant une bonne valorisation commerciale tout en diminuant les coûts de charges directes liées à l'utilisation des produits phytosanitaires. Enfin, avec sa simplicité d'utilisation et la possibilité de piloter à distance via un ordinateur ou un smartphone, il conduit à un allègement global des tâches.

C@SPER : un produit qui répond aux attentes de la société et des producteurs de végétaux d'ornements

La technique de stimulation mécanique respectueuse de l'environnement permet à l'instar des régulateurs de croissance de contrôler la forme des plantes et ainsi de répondre aux exigences du marché (aspect esthétique, facilité de transport et de mise en rayon) tout en assurant une rentabilité pour l'horticulteur (réduction du temps de main d'œuvre et investissement en matériel limité).

En bref, les atouts du chariot C@SPER sont :

- Un outil qui s'adapte aux besoins des producteurs
- Des modules indépendants
- La possibilité d'utiliser un espace et un outil existant
- Un système connecté qui peut être piloté à distance

Marché ciblé : 3300 entreprises en France réalisant un chiffre d'affaires total cumulé de 1 238 millions d'euros HT en production. Le secteur exploite 1 570 ha couverts (serres et tunnels) et 2009 ha de plateformes hors sol, surfaces où pourraient être exploité le système. L'enquête FAM de septembre 2018 révèle par ailleurs que 4 entreprises sur 10 mentionnent un projet d'investissement à court terme pour l'augmentation des capacités de production et la modernisation des outils.

Impact économique : main d'œuvre, excellent retour sur investissement du matériel, économie d'intrants et augmentation de la marge opérationnelle du producteur par un produit de qualité accrue.

Impact environnemental : préservation de la ressource en eau, réduction du recours aux produits phytosanitaires conventionnels, piégeage et stimulation par méthode physique économe en énergie, déploiement d'itinéraire zéro phyto.

Impact social et sociétal : personnel moins exposé aux produits phytosanitaires, travail moins pénible avec un outil automatisé.

Impact sur l'image : modernisation du métier horticole, agriculture de précision avec recours aux NTIC.

Avantage concurrentiel : Innovation marché avec création d'un produit, le chariot C@SPER, développé à partir d'observations scientifiques sur la stimulation mécanique.

Degré de déploiement auprès des agriculteurs : Important dans le groupe d'entreprises pilotes adhérentes à ASTREDHOR Sud-Ouest. Sur des entreprises leaders du marché tournées vers l'innovation et la rentabilité économique.

Caractère innovant /originalité de la co-innovation : L'innovation comme la mise en œuvre réussie d'idée créative. Outil développé pour et avec le producteur et une SCOP locale à l'écoute des remontées du terrain. Travail d'amélioration constant et progressive avec l'expérimentations et les producteurs.

PERSPECTIVES

Alors que ces deux modules commencent à être diffusés chez les horticulteurs, d'autres sont à l'étude comme la possibilité d'ajouter des ventilateurs pour déranger les insectes ailés, l'intégration de rampe LED pour contrôler croissance et bioagresseurs ou l'intégration d'un système de caméra embarqué pour compter les pièges

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Maugin E., Ferre A., 2018. La stimulation mécanique pour réguler la croissance et le développement des végétaux, in : Guide technique sur les « Méthodes alternatives en protection des plantes », ASTREDHOR, p.37-42.

Jaffe M.J., 1973. Thigmomorphogenesis : The response of plant growth and development to mechanical stimulation. *Planta*, 114(2), p. 143-147.