
Intérêt de la stimulation mécanique comme méthode alternative aux régulateurs de croissance sur plantes en pot

Philippe Morel¹, Laurent Crespel², Alain Ferre³, Charly Duval³

¹ INRA, IRHS, Equipe Arch-E, Angers

² Agrocampus Ouest, IRHS, Equipe Arch-E, Angers

³ AREXHOR Pays de la Loire

Problématique et objectif

- Contexte économique et sociétal
 - Urbanisation croissante de la société
 - Besoin croissant de naturalité en ville
 - Réduction des surfaces disponibles végétalisables (de l'appartement au balcon-terrasse)
 - Nécessité d'adapter le végétal à ces milieux contraignants
 - En améliorant leur résistance aux stress biotiques et abiotiques (hydrique, thermique...)
 - En contrôlant leur forme, donc leur architecture, pour l'adapter à la demande du marché (plantes à développement réduit)
- ⇒ Utilisation de régulateurs de croissance
- Nécessité de limiter l'impact environnemental des pratiques culturales
 - Réduire ou mieux supprimer l'emploi des produits phytosanitaires, donc des régulateurs de croissance
- Questionnements scientifiques de l'équipe Arch-E
 - Déterminisme génétique et environnemental de la construction de l'architecture chez le rosier par une approche multidisciplinaire et multi échelle (de la plante au gène)
- Objectif du travail présenté
 - Proposer une méthode alternative à l'emploi des régulateurs de croissance:

⇒ la stimulation mécanique (thigmomorphogénèse)

■ Définition

- Réponse morphogénétique des plantes à des stimuli mécaniques (vent, fortes pluies, passage d'animaux,...), appelée thigmomorphogenèse (Jaffe, 1973)

■ Références « historiques »

- Sur les vrilles du pois (Jaffe M.J., Galston A.W., 1966. Physiological studies on pea tendrils: I. Growth and coiling following mechanical stimulation. *Plant Physiol.* 41, 1014-1025).
- Sur diverses espèces issues de semis, au stade jeune plant, SM par frottement avec les doigts de la jeune tige au niveau du 1er métamère (Jaffe M.J., 1973. Thigmomorphogenesis : the Response of Plant Growth and Development to Mechanical Stimulation. With Special Reference to *Bryonia dioica*. *Planta*, 114, 143-157):

- Réduction significative de l'élongation des tiges sur seigle, orge, aubergine, tomate, ricin, haricot et surtout bryone (70%);
- Sur bryone, effet très rapide (après un jour)

□ Travail de synthèse

(Biddington N.L., 1986. The effects of mechanically-induced stress in plants – a review. *Plant Growth Regul.* 4, 103-123.)

	Response	
	Increase	Decrease
Shoot weight	–	8 12 27 57 82 (7)
Stem length	–	8 12 16 43 52 57 60 (15)
Stem diameter	12 29 42 47 52 (5)	12 37
Leaf weight per plant	–	4 12 43 (5)
Leaf area per plant	–	4 12 37 43 (6)
Number of leaves per plant	77 (1)	43 (1)
Petiole length	–	12 36 82 (4)
Petiole diameter	82 (1)	12 36 (3)
Phototropic curvature	–	47 (1)
Gravitropic curvature	–	47 (1)
Mechanical strength	32 36 48 (3)	–
Terminal bud dormancy	60 (1)	–
Flowering ^a	–	2 27 43 58 (4)
Root weight	–	12 40 (4)
Root length	–	12 40 (4)
Root : shoot weight ratio	12 (1)	12 (1)
Chlorophyll concentration	12 58 (3)	12 (1)
Respiration	3 (14)	–
Senescence	67 (1)	–
Resistance to drought	47 73 (1)	11 (3)
Resistance to low temperature	47 (1)	–
Resistance to disease (fungal)	–	69 (3)
Resistance to physiological disorders	64 65 (2)	–

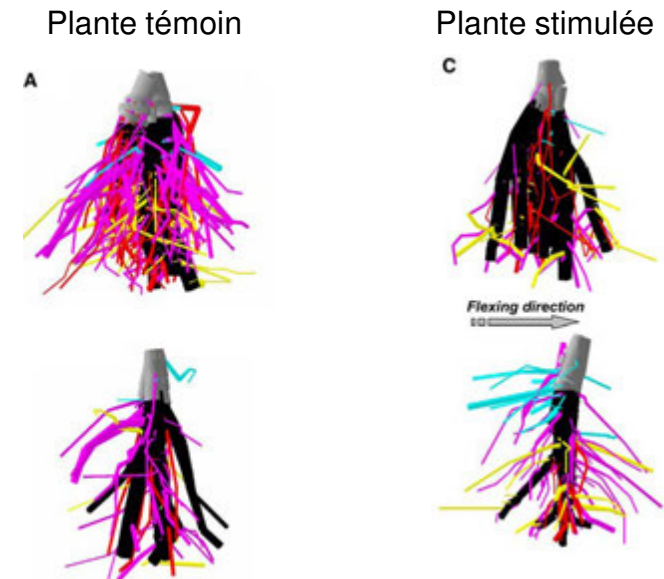
■ Références sur ligneux

- Sur jeunes plants de chêne et robinier, SM par le passage d'une barre sur la partie apicale des tiges, 29 flexions.j⁻¹ (Reubens B., Pannemans B., Danjon F., De Proft M., De Baets S., De Baerdemaecker J., Poesen J., Muys B., 2009. The effect of mechanical stimulation on root and shoot development of young containerised *Quercus robur* and *Robinia pseudoacacia* trees. *Trees*, 23: 1213-1228).
 - **Robinier** : peu d'effets significatifs
 - Hauteur des plantes : réduction de 34%
 - Diamètre de la base des tiges excentré (plus épais dans le sens de la flexion)
 - Nb de racines d'ordre 2 : augmentation de 66%
 - **Chêne** : beaucoup d'effets significatifs dont :
 - Une réduction de la biomasse totale (25%), de la hauteur des plantes (16%), de la biomasse relative de racines superficielles d'ordre 2 (60%);
 - Une augmentation de la biomasse relative de racines d'ordre 1 (24%) et des racines profondes d'ordre 2 (55%)



chêne

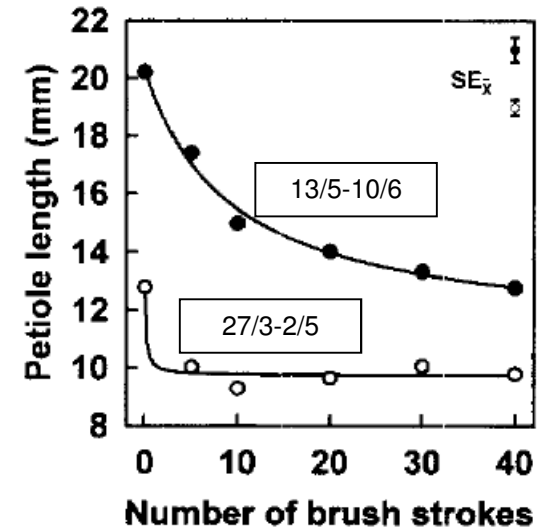
robinier



■ Références horticoles

- Sur pensée, effet de la SM sur la longueur du pétiole selon le nombre de passages quotidiens (Garner L.C., Langton F.A., 1997. Brushing pansy (*Viola tricolor* L.) transplants: a flexible, effective method for controlling plant size. Scientia Hor.t, 70: 187-195)
 - 25 à 30% de réduction pour 10 ou 20 passages, 5 fois.sem-1

Relationships between numbers of brush strokes and petiole length in Exp. 1 (27/3-2/5: ○) and Exp. 2 (13/5-10/6: ●). Fitted curves are for the function $y = a + b/(1 + cx)$



■ Références horticoles

- ❑ Sur aster, cinéraire maritime et pétunia : effet de la SM sur la hauteur des plantes et la longueur des tiges (Autio J., Voipio I., Koivunen T. , 1994. Responses of Aster, Dusty Miller, and Petunia Seedlings to daily exposure to mechanical stress. HortScience 29: 1449-1452)

- ❑ Sur géranium, impatiens et pétunia (Garner L.C, Langton F.A., Bjorkman T., 1997. Commercial adaptation of mechanical stimulation for the control of transplant growth. Acta Hort., 435: 219-230)

- ❑ Sur tomate (Garner L.C, Bjorkman T., 1999. Mechanical conditioning of tomato seedlings improves transplant quality without deleterious effects on field performance. HortScience, 34 : 848-851)

Réduction de la croissance de la partie caulinare sans dégradation du limbe
 Effet seuil à partir d'une certaine fréquence de stimulation selon l'espèce

Durée trait/âge plante	Durée SM quotidienne(min)	Hauteur plante (mm)
Aster 20/41	0	148 a
	60	136 b
	120	134 b
	180	130 b
Aster 27/48	0	186 a
	60	175 b
	120	160 c
	180	159 c
Cinénaire 38/60	0	212 a
	60	212 a
	120	197 a
	180	173 b
Pétunia 36/59	0	203 a
	60	139 b
	120	126 bc
	180	114 c

■ Protocole

- Lieu: IRHS, serre Agrocampus Ouest
- Période: du 6/5 au 22/6/10
- *Rosa hybrida* 'Radrazz' Knock-Out®
- Stimulation mécanique par passage d'une barre sur la partie apicale des axes d'ordre 1
 - Vitesse : 11 m.h⁻¹
 - Un A/R
 - Du stade 3 feuilles déployées au stade fin de floraison
- Fréquence:
 - 5 fois.j⁻¹ à partir de 9h;
 - 4 jours.s⁻¹ ;
 - 95 A/R au total.
- Nombre de plantes par traitement: 30

Le dispositif expérimental



Stimulation le 3 mars



Stimulation le 25 mai



- Effet sur la croissance et la ramification
 - 5 fois.j⁻¹; 4 jours.s⁻¹ ;
 - Mesures finales du 25/6/10

	Control	Stimul	P-Value	Ecart
Axe d'ordre 1				
Longueur des axes (cm)	24.37	21.16	0.003	-13%
Longueur des métamères (cm)	2.13	1.93	0.015	-9%
Diamètre des axes (mm)	3.49	3.75	0.011	7%
Nb. de ramif. sur méta. basaux	0.37	0.73	0.056	97%
Axe d'ordre 2				
Longueur des axes (cm)	14.90	12.51	0.077	-16%

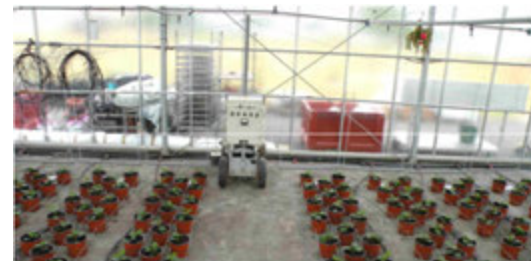
- Conclusion sur jeunes rosiers de jardin
 - Une réduction de la longueur des entre-nœuds, et par conséquent de la longueur des axes
 - Une augmentation du débourrement des bourgeons basaux, donc de la ramification



- Protocole
 - Lieu: Arexhor Pays de la Loire
 - Période du 6/6 au 19/10/11
 - *Hibiscus rosa sinensis* 'Porto Rouge' Sunnycities®
 - Stimulation mécanique par le passage d'une barre:
 - Portée par un robot d'arrosage
 - Sur la partie apicale des tiges primaires (4 dernières feuilles)
 - Vitesse : 180 m.h⁻¹
 - 3 passages à chaque stimulation
 - Fréquences
 - 5 modalités: 1, 2, 3 et 4 stimulations.sem⁻¹ ; un témoin non stimulé
 - 3 passages/période de stimulation
 - Nombre de plantes par traitement: 32 x 2 répétitions



Chariot portant le dispositif de stimulation mécanique



- Résultats
 - Effet sur la croissance et la ramification
 - Mesures finales du 19/10/2011

	Control	1 SM/sem	Ecart	2 SM/sem	Ecart	3 SM/sem	Ecart	4 SM/sem	Ecart
Hauteur des plantes (cm)	52.09 d	50.41 d	-3%	45.13 c	-13%	42.35 b	-19%	38.18 a	-27%
Nb d'axes/plante	5.91 b	4.90 a	-17%	4.30 a	-27%	4.30 a	-27%	4.24 a	-28%
Long. des axes secondaires (cm)	19.76 a	23.26 b	18%	24.03 b	22%	24.69 b	25%	24.68 b	25%
Nb. de boutons floraux/plante	13.46	14.12		12.02		12.66		12.50	

- Conclusion sur hibiscus
 - Une réduction de la hauteur des plantes en relation avec la fréquence de stimulation
 - Des axes secondaires moins nombreux, mais plus longs
 - Aucun effet sur la floraison





Je vous remercie de
votre attention