

Lors du bouturage sur substrat, des excès d'eau dans le substrat peuvent être provoqués par les procédés utilisés pour maintenir l'hygrométrie dans l'air ambiant (mist, fog) et la turgescence des boutures. Ce facteur est un frein à l'enracinement, car l'anoxie à la base des boutures limite la rhizogenèse et la croissance racinaire. Ce système accentue également le risque de maladie du fait de l'humidité ambiante. Ces difficultés sont d'autant plus importantes pour les espèces s'enracinant difficilement. Avec l'aéroponie, la base des boutures est placée dans un brouillard. L'apport d'air à ce niveau n'est plus un facteur limitant. Cette conduite limite aussi les risques de maladies du feuillage car les parties aériennes ne sont plus brumisées. Mais, il n'existe pas de procédé d'aéroponie permettant de faire du bouturage à grande échelle.

## Objectif :

Concevoir et mettre au point un dispositif d'aéroponie permettant de réaliser le bouturage des végétaux à grande échelle et qui soit adapté aux exigences des multiplicateurs et des éleveurs de végétaux d'ornement.  
 Partenaires : CATE, CDHR Centre, Planète Légumes Fleurs et Plantes, Astredhor, Iteipmai, Ecole d'horticulture de Roville aux Chênes, Lycée Agricole de l'Aulne-Chateaulin, ENSAIA Nancy.

## Démarche:

- Co-conception de dispositifs prototypes avec les professionnels.
- Construction des dispositifs et évaluation en stations.
- Analyse économique du bouturage par aéroponie.
- Analyse des verrous socioéconomiques et sociotechniques.
- Diffusion.

## Principaux résultats :

### Mise au point d'un dispositif pilote :

Le prototype de bouturage par aéroponie mis au point comporte une unité de stockage d'eau, de traitement et de pompage de l'eau à brumiser au niveau des racines ainsi qu'une table de bouturage isolée sur laquelle vient s'insérer un dispositif pour supporter les boutures. Ce dispositif de support permet de séparer le compartiment inférieur où les racines vont apparaître à la base des boutures et le compartiment supérieur où les parties aériennes des boutures sont visibles. Différentes fonctions sont intégrées : pompage pour la brumisation au niveau des racines, chauffage et oxygénation de l'eau brumisée, correction du pH et de l'EC, remplissage automatique, commandes, sécurité & alarme, comptage de l'eau et de l'énergie.



Pour améliorer l'ergonomie du dispositif et maîtriser les temps de travaux, un nouveau support de bouture a été produit. En effet, le dispositif originel constitué de plaques trouées dans lesquelles les boutures sont insérées à l'aide d'un morceau de mousse nécessite des temps de travaux beaucoup trop long par rapport au système de référence de bouturage en substrat où les boutures sont insérées dans des plaques alvéolées. Le nouveau support de boutures pour le bouturage par aéroponie qui a été conçu et validé au cours du projet est constitué de bandes supports en mousse de polyéthylène à 29 kg/m<sup>3</sup>, de 15 mm d'épaisseur x 30 mm de large pour une longueur de 53 cm. Les bandes sont rigidifiées par le collage d'un profilé en cornière PVC de 19,5 mm. Des fentes sont découpées dans la mousse à intervalle régulier tous les 35 mm pour insérer les boutures. Le procédé est réutilisable. La densité obtenue est ainsi de 860 boutures /m<sup>2</sup> de table de bouturage mais peut être adaptée au végétal travaillé.



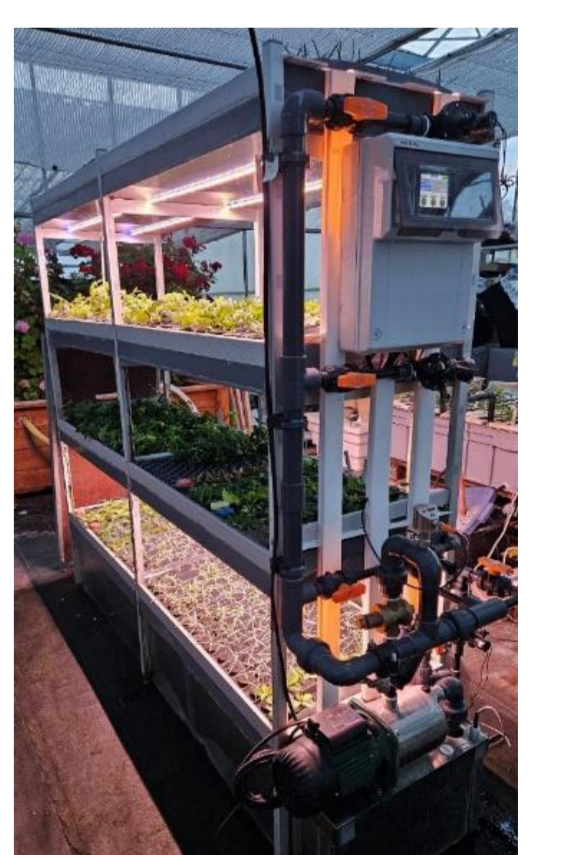
Support de boutures de départ pour le bouturage par aéroponie (plaques de Comacel trouées).

Nouveau support de boutures pour le bouturage par aéroponie conçu au cours du projet. Les bandes supports des boutures peuvent être disposées dans un cadre intermédiaire avant le dépôt sur la table de bouturage pour retrouver les fonctionnalités de manipulation associées aux plaques alvéolées. Les boutures sont insérées sur les supports en atelier de bouturage comme pour la méthode de référence.

Certains points de vigilance ont été soulevés pour la conduite du bouturage en aéroponie :

- Pour assurer l'alimentation hydrique des boutures, un équilibre est nécessaire entre la fourniture d'eau par la brumisation dans le compartiment inférieur (y compris quand les boutures n'ont pas encore de racines) et la transpiration au niveau du feuillage (par un confinement modéré des parties aériennes et l'ombrage de l'abri).
- La désinfection de l'eau s'avère nécessaire pour les espèces sensibles à l'apparition d'un biofilm bactérien à la base des boutures (*Griselinia* par ex) et pour empêcher l'apparition d'algues. L'injection de peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) est possible.
- L'empotage des boutures enracinées qui sont en racines nues à la sortie du dispositif doit faire l'objet d'une conduite adaptée (substrat aéré, irrigation optimisée, fertilisation faible, ombrage).

Le dispositif de bouturage par aéroponie mis au point par PLFP est un dispositif à étage avec éclairage LED pour diminuer l'emprise au sol.



## Analyse économique du bouturage par aéroponie :

L'empotage des boutures en racines nues est plus long que celui de boutures en mottes. Malgré l'amélioration de l'ergonomie du dispositif, les temps de travaux sont augmentés de 23 % par rapport au bouturage en mottes de substrat. Mais, selon les différences de réussite du bouturage entre les deux méthodes de bouturage, le surcoût de main d'œuvre peut être fortement compensé. Ainsi, dans les comparaisons effectuées, le montant des charges opérationnelles et de main d'œuvre a été de 13 % supérieur pour le bouturage par aéroponie. Le taux de réussite du bouturage apparaît comme un facteur déterminant du coût du bouturage.

Par ailleurs, les coûts d'investissement ramenés à la bouture produite dépendent fortement de la durée de l'amortissement, du nombre de séries de boutures réalisées /an, de la densité de boutures /m<sup>2</sup> de table de bouturage et également de la réussite du bouturage. De plus, de fortes économies d'échelle peuvent être obtenues en adaptant la surface de la table de bouturage par rapport aux capacités du module de traitement, de brumisation de l'eau et de commande.

## Conclusion :

Ces résultats permettront de faciliter le développement du bouturage des plantes ornementales par aéroponie. Des prototypes permettant le bouturage à grande échelle ont été élaborés et sont opérationnels. L'ergonomie des dispositifs a été fortement améliorée pour maîtriser les temps de travaux. Des points de vigilance ont été décrits et des adaptations de la conduite proposées afin de limiter les risques techniques pour de futurs utilisateurs. Les déterminants du coût de production ont été identifiés.

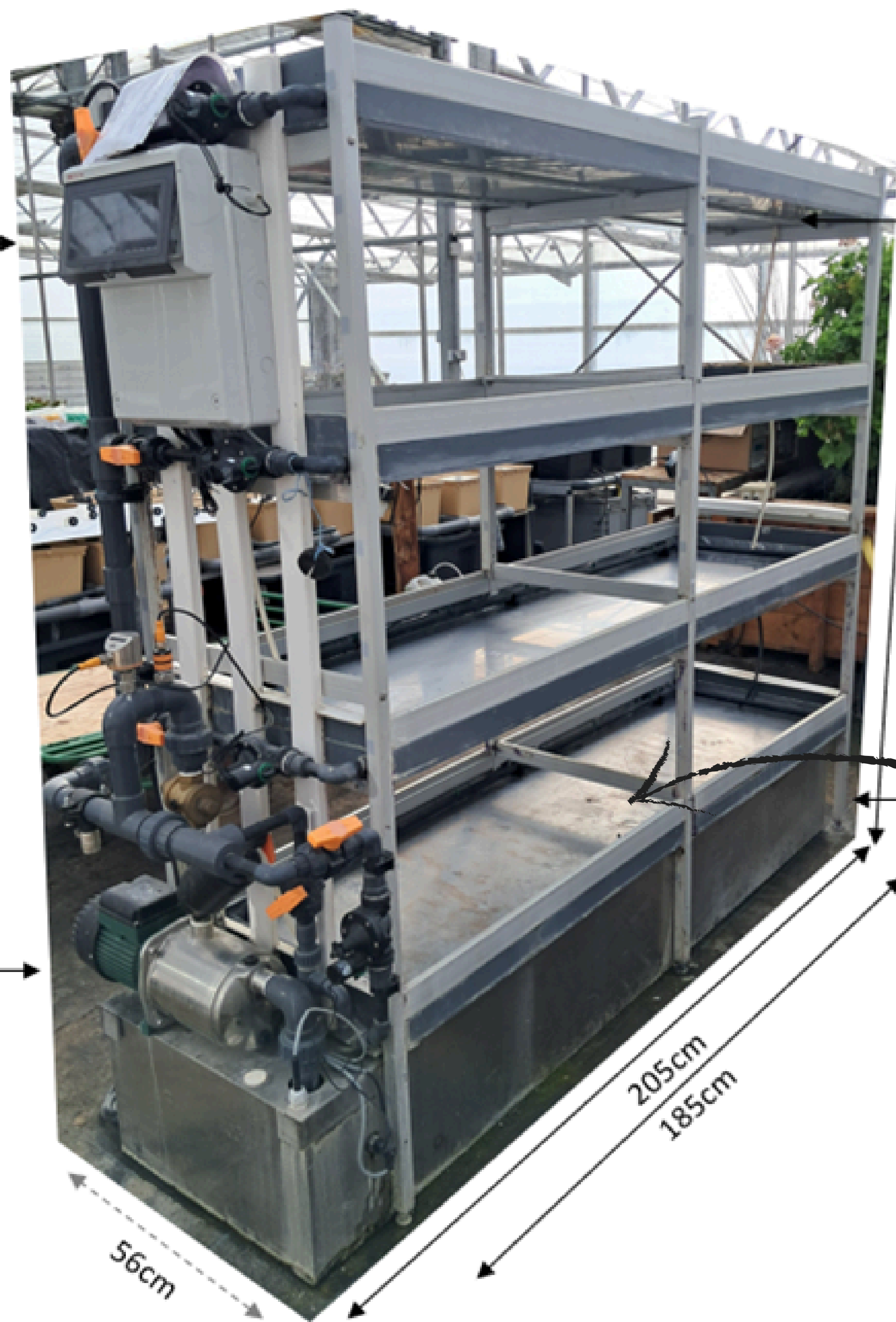
## DÉVELOPPEMENT D'UNE TECHNIQUE INNOVANTE DE BOUTURAGE PAR AÉROPONIE EN VUE D'AMÉLIORER LES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES ET ÉCONOMIQUES DE LA MULTIPLICATION DES PLANTES ORNEMENTALES ET PPAM

*Leycesteria formosa*



Prélèvement sur pied mère

Système aéroponique  
TCA Engineering



Installation LED

180cm

180cm

Bac (Capacité 240L)



J + 19

Formation de racines et empotage

Pompe et capteurs

J + 38

Plante commercialisable



Enracinement suffisant et repotage



*Lonicera caerulea*



EN BREF

Essai mené sur 3 ans

64 espèces testées

+ de 5100 boutures racinées

Résultats prometteurs

Itinéraires à affiner

Les +	Les -
Système autonome	Entretien du dispositif (panne, remplacement de certains éléments, etc)
Réussite des espèces plus délicates	Suivi du remplissage de la cuve
Visualisation du développement racinaire	Nettoyage régulier de la structure
Dispositif plus compact (augmentation de 570boutures/m <sup>2</sup> , soit +66% environ)	
Diminution des maladies fongiques	

Essai comparatif sur Fuchsia :



Multiplication en aéroponie

Multiplication en plaque



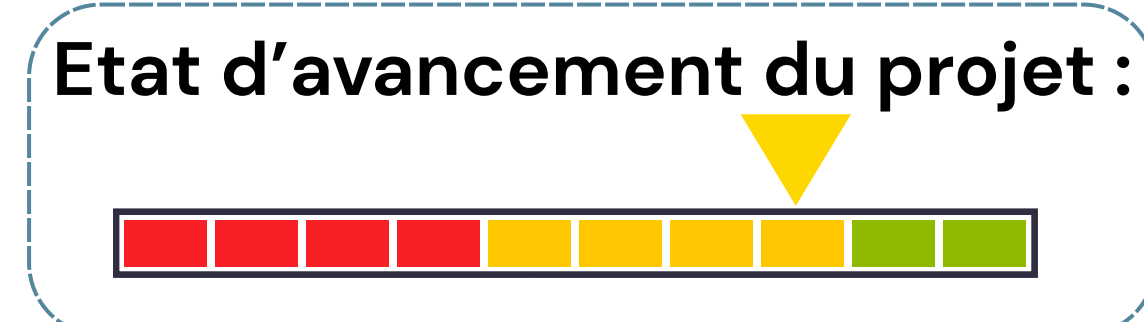
# Projet RACIN'AIR

## MARCHÉ DES JEUNES PLANTS EN FRANCE



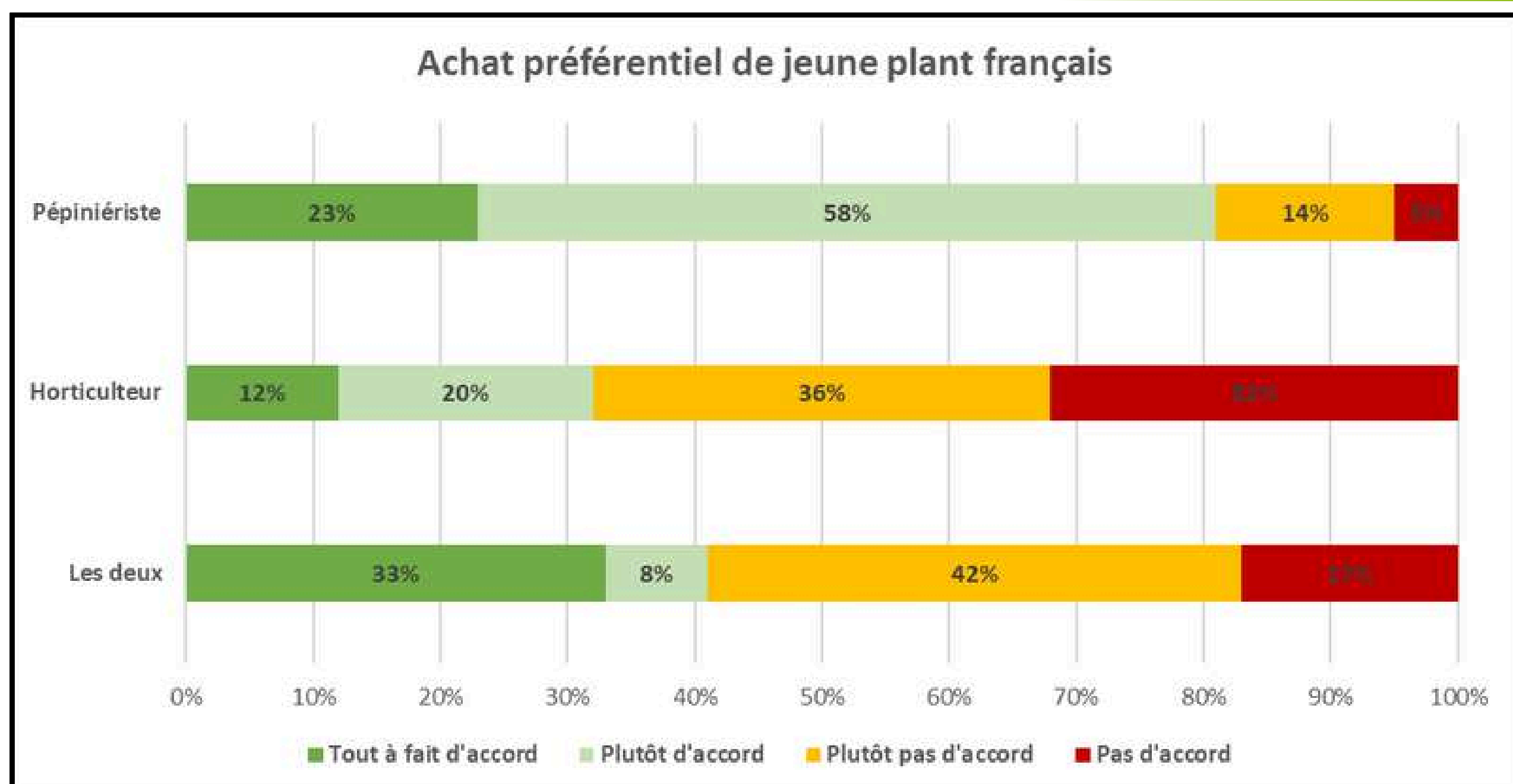
Environ 7 % du chiffre d'affaires horticole français, **en croissance** depuis 10 ans  
 Production réalisée aussi bien par des entreprises spécialisées que non spécialisées (50-50)  
 Entreprises spécialisées peu nombreuses mais d'**envergure nationale voire européenne**

**Approvisionnement en jeunes plants : question stratégique pour les entreprises de production**



Enquête auprès des éleveurs de végétaux Envoi à 599 entreprises ; **10% de répondants**

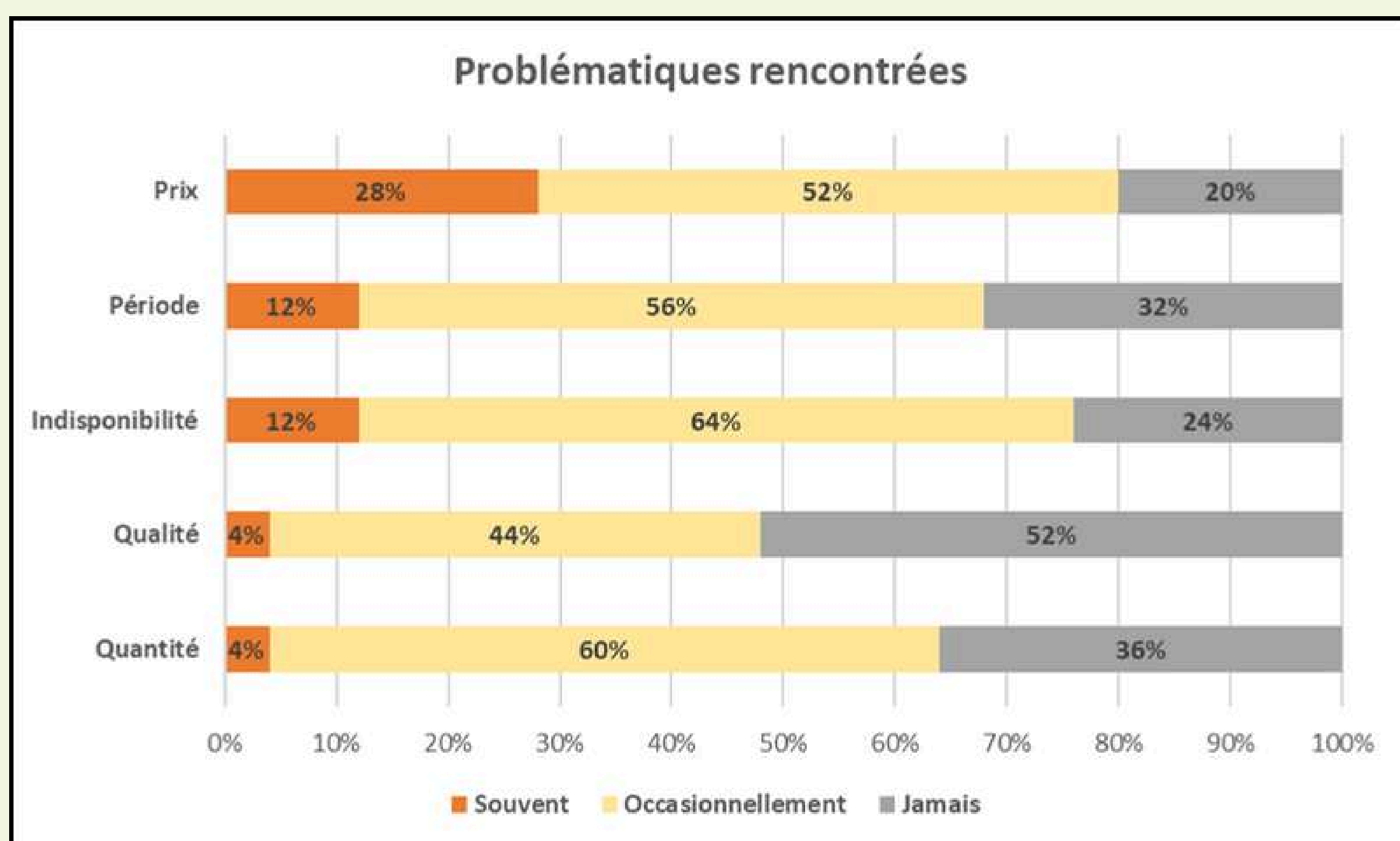
## LA PRÉFÉRENCE VA AU 'MADE IN FRANCE'



- **81% des Pépiniéristes** et 32% des Horticulteurs donnent la préférence au made in France
- Achats majoritaires de jeunes plants en alvéoles, puis racines nues et godets → plus de diversité dans le type de jeune plant acheté chez les Pépiniéristes que chez les Horticulteurs
- **8 à 9 fournisseurs** de jeunes plants différents par entreprise
- **75% des répondants** font de la multiplication interne

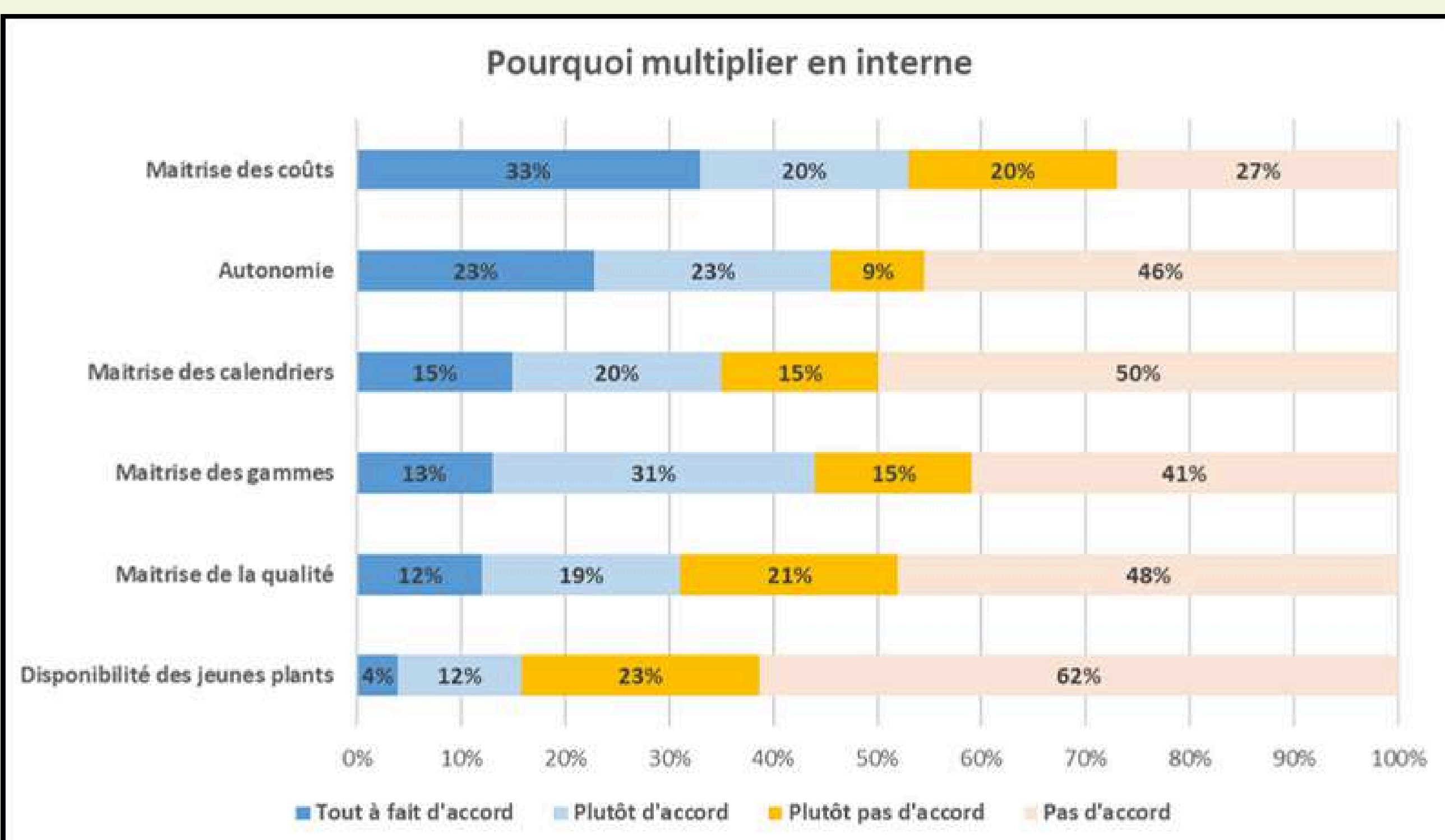
## DIFFICULTÉS D'APPROVISIONNEMENT

### Profil Horticulteur



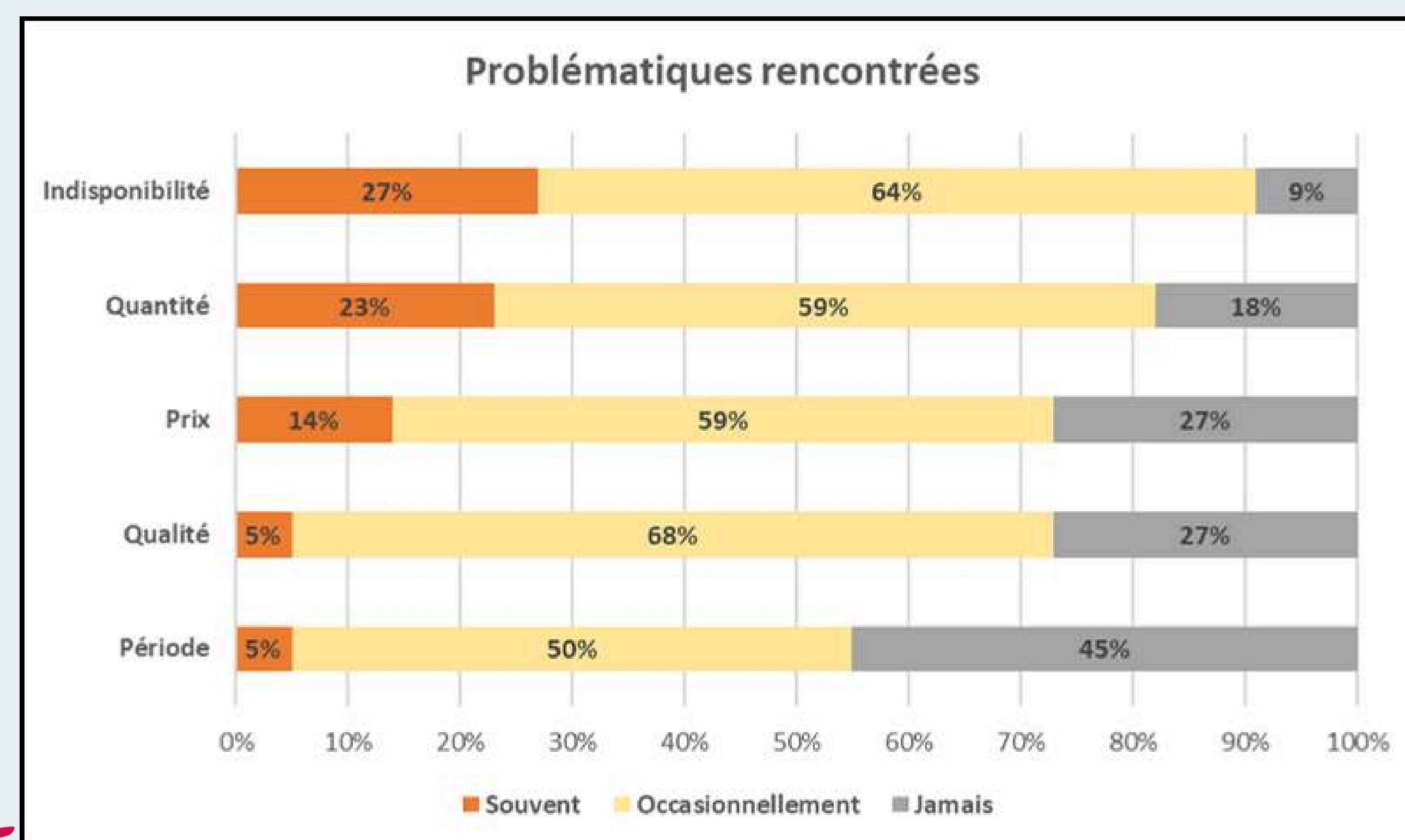
Préoccupation majeure : prix trop élevés, résultat de la dépendance aux fournisseurs étrangers

### Pourquoi multiplier en interne



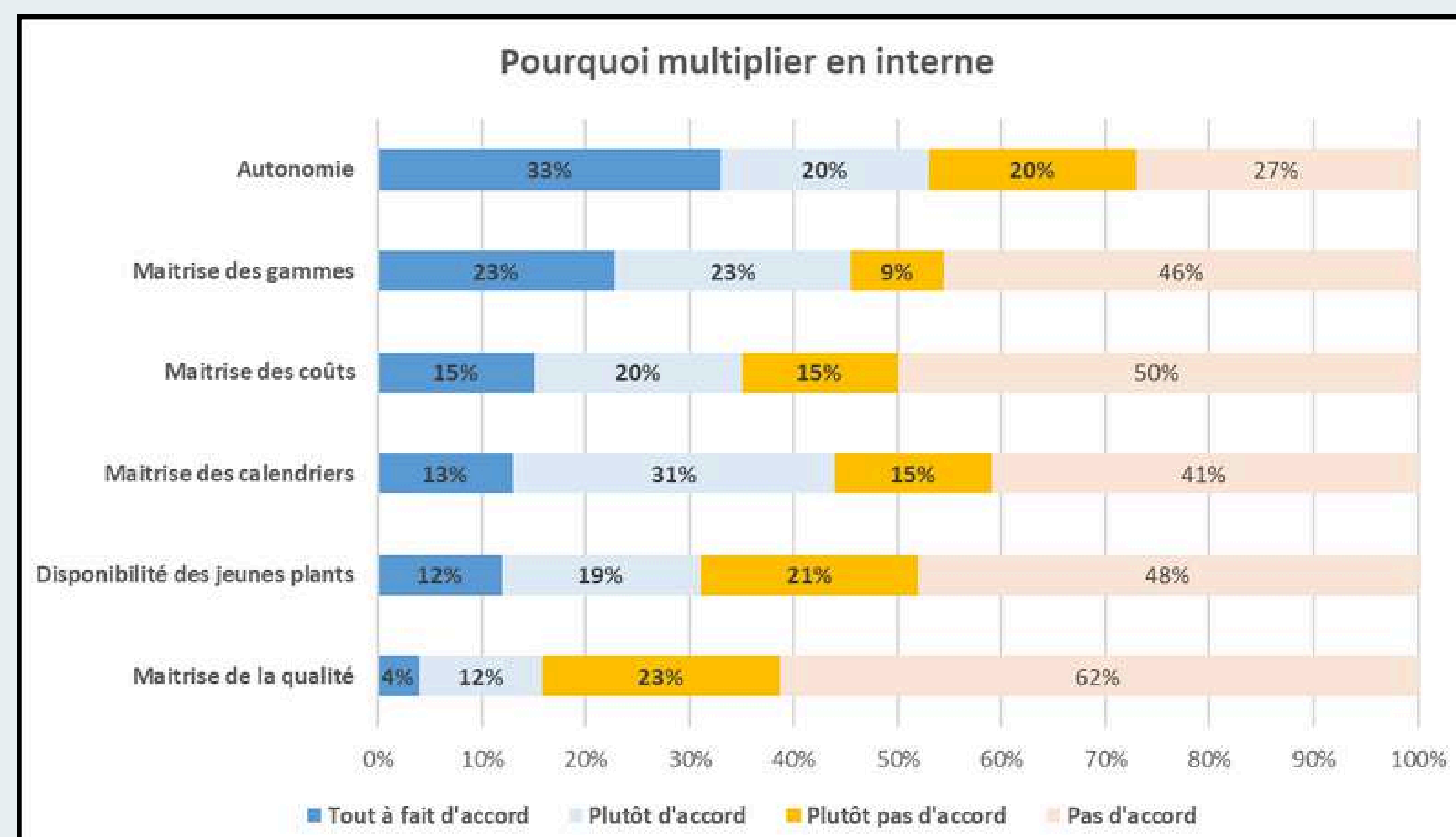
Maitrise des coûts, principale raison de la multiplication en interne

### Profil Pépiniériste



Préoccupation majeure : l'indisponibilité quantitative et spécifique de certaines espèces

### Pourquoi multiplier en interne



Autonomie et maitrise des gammes, principales raisons de la multiplication en interne

## BESOINS D'ACQUISITION DE RÉFÉRENCES

- Qualité intrinsèque des boutures & gestion des pieds-mères
- Calendrier de multiplication & type de contenants
- Conduite du bouturage & des jeunes plants

Avec le soutien financier de :

En partenariat avec :

**A venir :**  
 Résultats du projet sur l'intérêt de l'aéroponie pour multiplier les espèces difficiles