



## L'AGRICULTURE CONNECTEE

### La pulvérisation

*Coupage de tronçons ou de buses - pour réduire les manques et les recouvrements de produits*



AGRI/CONNECTEE

Une publication cuma Ouest

## LE PRINCIPE

La coupe de tronçons est un dispositif de gestion automatique d'ouverture et de fermeture des tronçons du pulvérisateur grâce au positionnement GPS. Les recouvrements sont évités ainsi que la distribution hors des limites du champ.



## LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES

### COUPURE AUTOMATIQUE DE TRONÇONS

**Le principe :** la rampe du pulvérisateur est subdivisée en plusieurs tronçons indépendants. Lorsqu'une des parties de la rampe atteint une zone non traitée, un signal est envoyé par un logiciel interne à la console pour ouvrir les vannes du tronçon correspondant. A l'inverse, lorsque le tronçon arrive sur une zone déjà traitée, les vannes se referment automatiquement.

*Remarque : les tronçons sont une caractéristique de la rampe qui ne peut être modifiée*

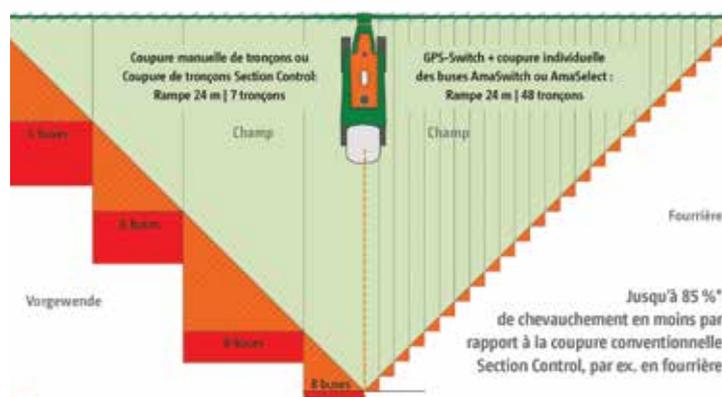
**L'équipement nécessaire :** GPS, précision décimétrique suffisante

### COUPURE INDIVIDUELLE DE BUSES

**Le principe :** les buses fonctionnent indépendamment entre elles. Le module GPS calcule la position de chaque buse et envoie un signal de fermeture (ou d'ouverture), sans intervention du chauffeur, dès qu'une buse entre sur une zone déjà traitée (ou non traitée).

*Remarque : technologie encore peu présente sur le terrain*

**L'équipement nécessaire :** GPS, précision centimétrique nécessaire



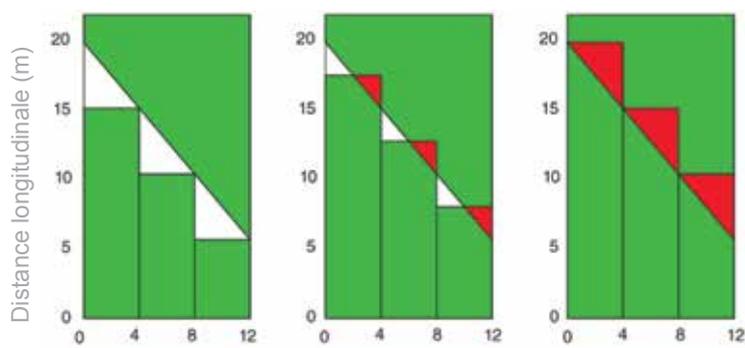
- Zone de chevauchement avec coupe manuelle de tronçons
- Zone de chevauchement avec coupe manuelle de tronçons Section Control
- Zone de chevauchement avec coupe GPS de tronçons de 50 cm

# LIMITER LES MANQUES ET LES RECOUVREMENTS

Les systèmes de localisation (GPS) couplés à une assistance au guidage ou à un autoguidage permettent d'assurer le bon positionnement relatif des passages adjacents, et de prendre en considération le positionnement de la machine par rapport aux zones déjà traitées ou celles à ne pas traiter en se basant sur une information cartographique.

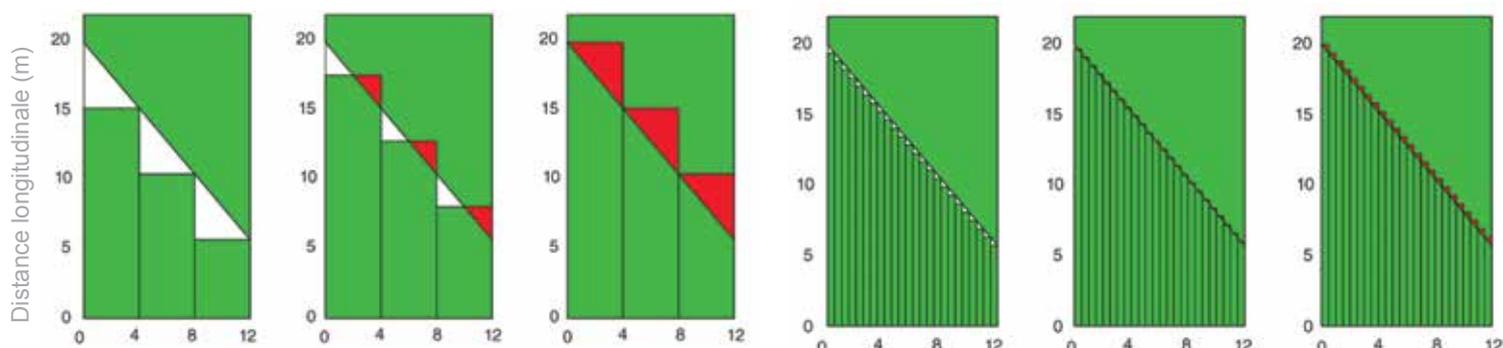
## COUPURE 3 TRONÇONS (4 m)

0% recouvrement    50% recouvrement    100% recouvrement



## COUPURE INDIVIDUELLE DE BUSES (50 cm)

0% recouvrement    50% recouvrement    100% recouvrement



Distance transversale (m)

Vert : dose cible, rouge : double dose, blanc : absence de dose - source INRAe

La coupure de tronçons permet d'éviter la pulvérisation en dehors des limites de la parcelle et améliore ainsi les performances à proximité des cours d'eau, des bandes enherbées et autres structures environnementales.



Sans coupure de tronçons



Avec coupure de tronçons

# L'INTÉRÊT

## ENJEU ÉCONOMIQUE

la double application n'apporte rien et elle est coûteuse

## ENJEU ENVIRONNEMENTAL

l'ajustement strict des apports aux besoins évite le surdosage et les pertes par lessivage des produits

## ENJEU AGRONOMIQUE

le surdosage de produits phytosanitaires provoque un stress chez la plante à l'origine de retards de croissance

## CONFORT DE TRAVAIL

la gestion ouverture/fermeture est automatique

# CHIFFRES-CLÉS

## LA COUPURE AUTOMATIQUE DE TRONÇONS, QUEL(S) BÉNÉFICE(S) ?

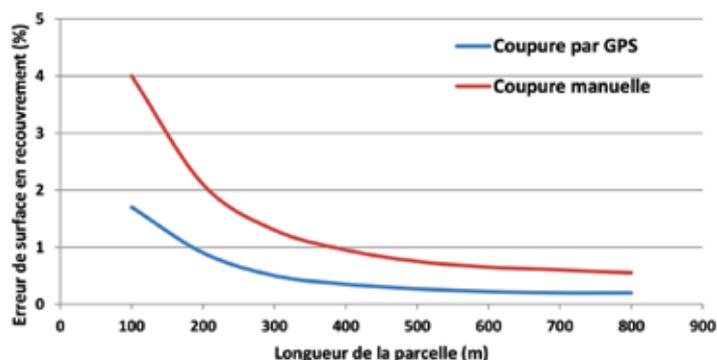
Essais sur l'optimisation des produits phytosanitaires au champ via la coupure automatique de tronçons.

Comparaison des surfaces des couvertures de pulvérisation avec coupure manuelle des tronçons et coupure automatique. Pour une parcelle de 100 m de long, la surface de recouvrement représente 4% de la surface de la parcelle avec une coupure manuelle contre 2% avec coupure automatique.

Les économies en produits phytosanitaires réalisées grâce à la coupure automatique de tronçons sont d'autant plus importantes que la forme de la parcelle impose de fréquentes manoeuvres (petite taille, anguleuse, ...)

Arvalis estime **l'économie de surface traitée à 2,5% en moyenne**. Ce chiffre est confirmé par l'INRAE qui indique une réduction de 0,3 à 5%.

## Comparaison des recouvrements entre coupure manuelle et coupure automatique de tronçons



Source : étude conduite par Arvalis - Institut du végétal (2016)

## LA COUPURE INDIVIDUELLE DES BUSES, QUEL(S) BÉNÉFICE(S) ?

### Essais sur l'optimisation des produits phytosanitaires au champ via la coupure individuelle des buses.

Estimation de l'impact des paramètres du champ sur les économies nettes réalisées avec le système de coupure individuelle des buses. Essais conduits dans 105 champs du Dakota (Amérique du Nord) avec un pulvérisateur automoteur à rampe 36 m.

Source : étude menée par B.Rahman dans le cadre d'une thèse (2018)



Réduction des chevauchements allant de 4 à 45 %, la forme du champ ayant l'impact le plus significatif sur cette réduction

Réalisation d'économies nettes dans les champs de l'échantillon mais il existe une **forte relation entre le coût des intrants et les bénéfices générés**

D'après le constructeur de pulvérisateurs Amazone, pour une exploitation céréalière de 200 ha, avec un coût moyen en produits phytosanitaires de 350 €/ha, le surcoût de l'équipement du pilotage buse par buse par buse peut être rentabilisé au bout d'une dizaine de passages.

## POINTS D'ATTENTION

### FACTEURS INFLUENÇANT LA RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE

- **Forme de la parcelle** : plus elle est irrégulière, plus le gain sera important
- **Rapport longueur/largeur de la parcelle** : plus le rapport est faible, plus le nombre de demi-tours est élevé. Ainsi, dans les parcelles très longues, les économies potentielles sont limitées
- **Largeur de l'outil** : plus l'outil est large, plus le système apporte de précision
- **Surcoût de l'option coupure et autoguidage** (entre 2 000 et 15 000€)



### PRÉCONISATIONS

- Qualité de signal GPS suffisante
- Console performante capable de gérer la multiplicité de commandes
- **Bonne formation à l'outil**

# TÉMOIGNAGE

## TÉMOIGNAGE DE LA CUMA DES FOUILLOUX (53) SAU TOTALE : 500 HA

Pulvérisation de produits phytosanitaires  
(herbicides, fongicides et insecticides)

Le pulvérisateur  
Kuhn - Atlantique 3200 (2012)  
Coupure automatique de tronçons (2016)

Le guidage  
Système dGPS  
Console TRIMBLE CFX 750



« L'option est simple d'utilisation, elle fonctionne bien, avec un bon temps de réponse. La console est intuitive. Il est encore difficile de vérifier les économies d'intrants réalisées mais cette technologie offre bien plus de confort à l'utilisateur. On gagne du temps, surtout dans des parcelles en triangle comme les miennes. On peut également vérifier plus facilement les variations de pression puisque l'on ne s'occupe plus des tronçons. »

Joël Besnard, cuma des Fouilloux (53)

### Ce que retient la cuma



- Confort de travail
- Gain de temps
- Surveillance du travail et des variations de pression accrue
- Fonctionnement intuitif et simple
- Diminution des quantités de produits pulvérisés



- Récupération des données des opérations réalisées difficile
- Absence de réponse satisfaisante des services de proximité
- Economies difficiles à vérifier

# DE NOUVELLES PERSPECTIVES

## L'ARRIVÉE DE LA PULVÉRISATION ULTRA-LOCALISÉE (SPOT SPRAYING)

On distingue deux grands principes :

### DÉTECTION D'ADVENTICES SUR SOL NU

Des capteurs fixés sur la rampe du pulvérisateur émettent des rayonnements infrarouges qui détectent la chlorophylle, pigment responsable de la couleur verte des plantes. Cette reconnaissance déclenche l'ouverture des buses concernées avec une grande réactivité. Cette technologie a fait ses preuves sur sol nu et des offres commerciales existent.

### TRAITEMENT SÉLECTIF DES ADVENTICES DANS UNE CULTURE

L'association de capteurs d'images embarqués avec de l'intelligence artificielle rend possible d'une part, l'identification et la localisation en temps réel des adventices sur la parcelle et d'autre part, le contrôle de l'ouverture/fermeture des buses pour ajuster l'action selon le besoin. Les capteurs identifient directement les mauvaises herbes et impulsent une réponse de traitement immédiate.

**Seules les mauvaises herbes sont traitées, la culture n'est pas impactée.**

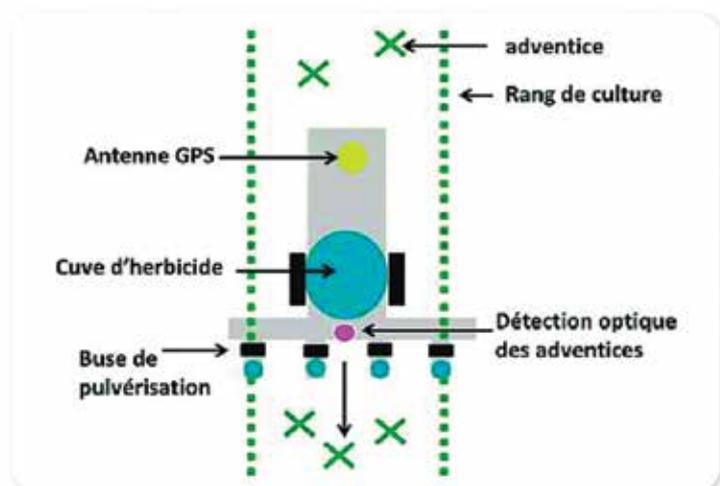
Moins de produits chimiques sont utilisés ce qui est bénéfique pour la culture et pour l'environnement. **Et les promesses d'économie sont très séduisantes : jusqu'à 80% de produits pulvérisés en moins !**

### Exemples d'offres technologiques en 2021

- **Agrifac**, avec la technologie AiCPlus pour les pulvérisateurs automoteurs Condor  
<https://www.youtube.co/watch?v=8R7sGIN8cKw&t=35s>
- **Ecorobotix**, avec le pulvérisateur traîné Ara. Premières utilisations en Suisse ce printemps 2021.  
<https://www.youtube.com/watch?v=CmqVuYJwym4&t=3s>
- **Garford**, avec la rampe Robocrop SpotSpray pour la filière légumes.  
[https://www.youtube.com/watch?v=K1\\_ud53h4pU](https://www.youtube.com/watch?v=K1_ud53h4pU)
- **Berthoud**, avec la technologie Sniper pour les pulvérisateurs traînés Vantage et automoteurs Raptor. Lancement de la commercialisation printemps 2021.

Pour plus d'informations, vous pouvez revivre le webinaire "Le spot spraying, découverte de la technologie avec Berthoud" [https://www.youtube.com/watch?v=MiK\\_WwzmTDw](https://www.youtube.com/watch?v=MiK_WwzmTDw)

Pour aller encore plus loin, on peut aujourd'hui envisager d'appliquer des doses différentes selon l'espèce à détruire. Les travaux sont en cours...



Représentation schématique de l'I-weed Robot - robot autoguidé pour un désherbage localisé





### Partenaires techniques

Fédérations des cuma de Bretagne et des Pays de la Loire



& avec le soutien



avec la contribution financière  
du compte d'affectation spéciale  
«Développement agricole et rural»

# CUMA

OUEST

LA PUISSANCE DU GROUPE

Fédération régionale des cuma de l'Ouest

19 B boulevard Nominoë  
35740 PACE • 02 99 54 63 15

[www.ouest.cuma.fr](http://www.ouest.cuma.fr)