



OPTIMISATION DE LA PULVÉRISATION EN ARBORICULTURE : RÉSULTATS DU PROJET DE R&D PULVARBO



14/01/2020

J. Le Maguet, IFPC , F. Verpont, CTIFL

1



PulvArbo :



La responsabilité du Ministère en charge de l'Agriculture ne saurait être engagée

- Un projet national (2015-2020)
- 12 partenaires coordonnés par le Ctifl :





Zoom sur PulvArbo



PulvArbo ou « L'optimisation de la Pulvérisation en arboriculture fruitière »,
deux grands axes de travail



Optimisation de la pulvérisation par l'identification des matériels, des réglages et pratiques les plus performants en termes de qualité d'application et de limitation de la dérive.



Réduction des intrants par la mise au point de méthodes d'adaptation des doses au développement de la végétation.



Pré-requis nécessaire pour s'engager dans des démarches de réduction de doses





EVALUATION DES PERFORMANCES DE PULVÉRISATION



Acquérir des références chiffrées sur les performances agro-environnementales des pulvérisateurs, des différents réglages et des différentes pratiques



Prérequis **NECESSAIRE** pour s'engager dans des démarches sécurisées de réduction de doses



La démarche



Etape 1

- Définir une Référence.

Matériel	Type de buses	Positionnement des diffuseurs adaptés à la végétation	Vitesse des flux d'air	Vitesse d'avancement	Volume de bouillie/ha	Nbe de rangs traités
Jet porté – Axial	Turbulence	Non	Vitesse rotation turbine II	5 à <u>6 km/h</u>	400 l/ha pomme de table 500 l/ha pomme à cidre	Tous





La démarche



Etape 1

- Définir une Référence.
- Définir les matériels, pratiques et réglages prioritaires en termes d'évaluation.

- Essais mettant en œuvre des pratiques / réglages visant à l'imiter les pertes dans l'environnement (vitesse turbine, type de buses...)
- Essais mettant en œuvre des pratiques / réglages visant à augmenter les débits de chantier tout en maintenant une qualité d'application suffisante (1 rang sur 2, vitesse avancement, bas volume....)
- Essais mettant en œuvre des pratiques/réglages combinés visant à optimiser les débits de chantier et les impacts sur l'environnement.



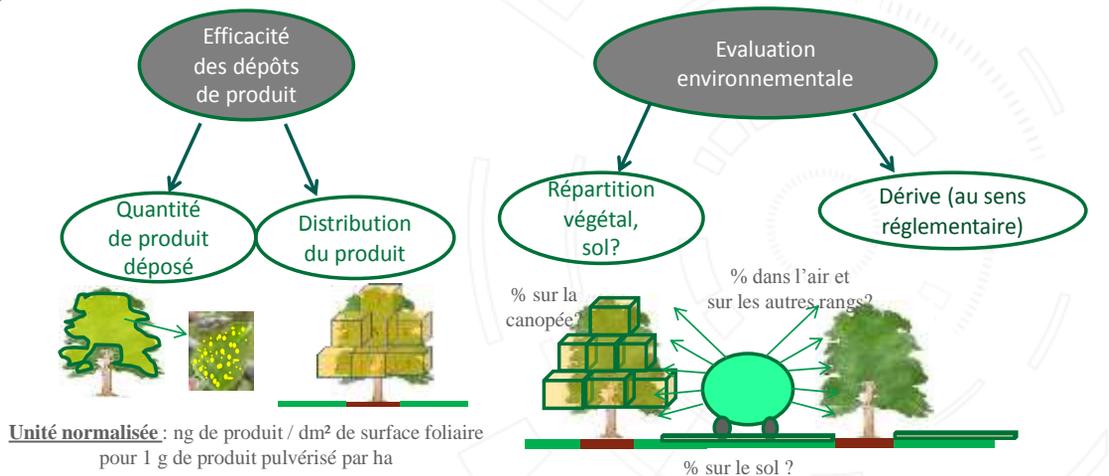
La démarche



Etape 2

- Définir une méthodologie d'évaluation adaptée aux mesures en vergers.

Quels indicateurs de performances et quelles méthodes d'évaluation?





Etape 2 – la méthodologie



Quels indicateurs de performances et quelles méthodes d'évaluation?

- un protocole commun à tous les sites, élaboré avec l'IRSTEA sur la base de la norme ISO22522, 2007.



Mesure des dépôts dans chaque zone = quantité de produit déposé par unité de surface de végétal à protéger (ng de produit/dm² de surface foliaire pour 1 g de produit à l'ha).

Calcul Indicateur n° 1 : dépôt moyen (moyenne des valeurs de dépôts de chaque zone) en ng/dm² de surface foliaire pour 1 g de produit à l'ha.

Calcul Indicateur n° 2 : CV (Coefficient de variation en %) = $\frac{\text{écart-type des dépôts entre chaque zone}}{\text{Dépôt moyen}} * 100$



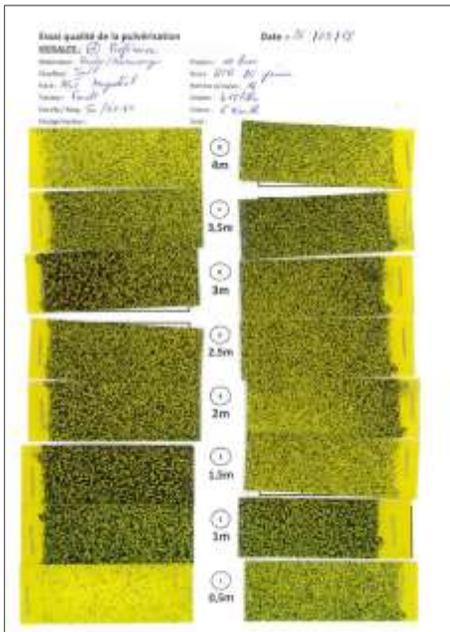
Sans oublier la BASE de tout, avec, en amont de ces approches quantitatives :

- Le Réglage du pulvérisateur

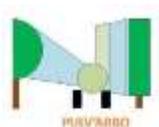




- Le contrôle visuel qualitatif avec les papiers hydro sensibles avant chaque test



Exemple :
Référence
ATR vs buses
anti dérive
TVI



La démarche



Etape 2

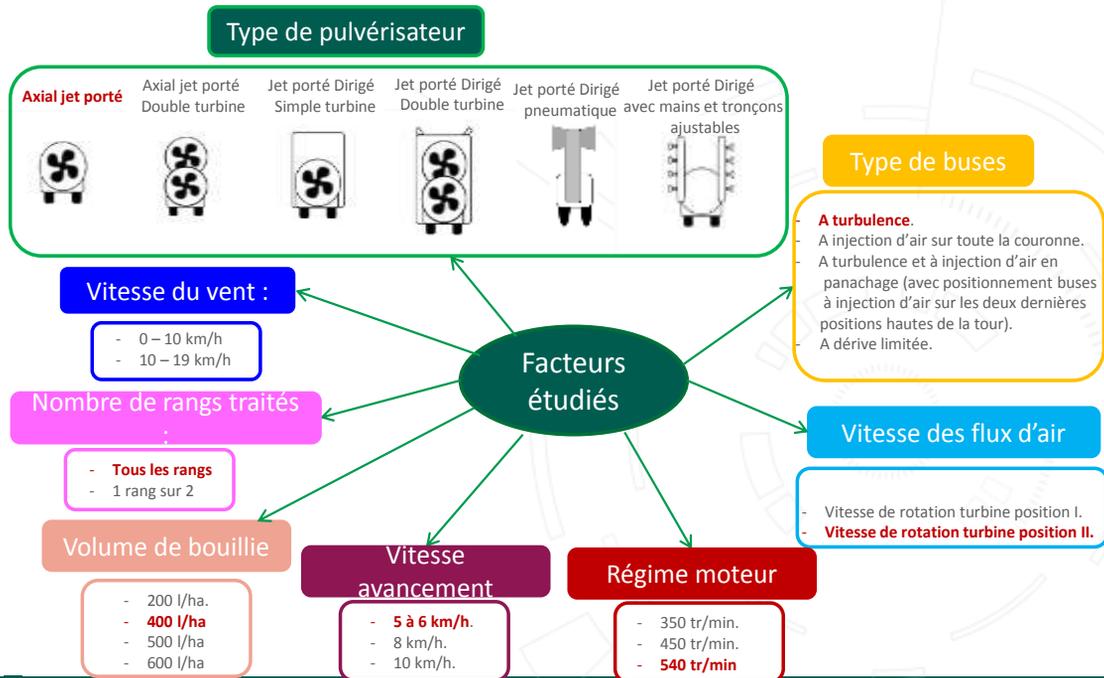
- Définir une méthodologie d'évaluation adaptée aux mesures en vergers.
- Mettre en œuvre les essais in situ et analyser les données .



- 4 sites partenaires : Ctifl, La Morinière, SudExpé, IFPC/Agrial.
- 209 modalités testées en 2016, 2017, 2018, 2019.
- 92000 collecteurs posés.
- 15000 échantillons analysés par spectrophotométrie.



Matériels, réglages et pratiques évalués à ce jour





Les résultats



Limiter le bruit, la consommation et les impacts sur l'environnement en adaptant **le régime moteur et la vitesse de turbine** :

OUI, c'est possible



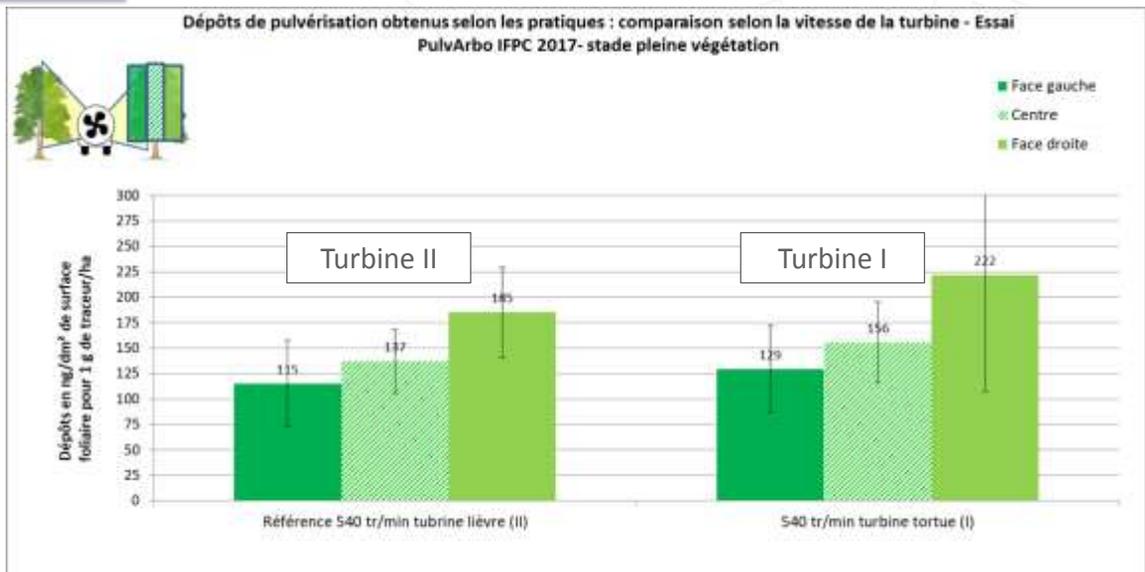


Etape 2 – Les résultats



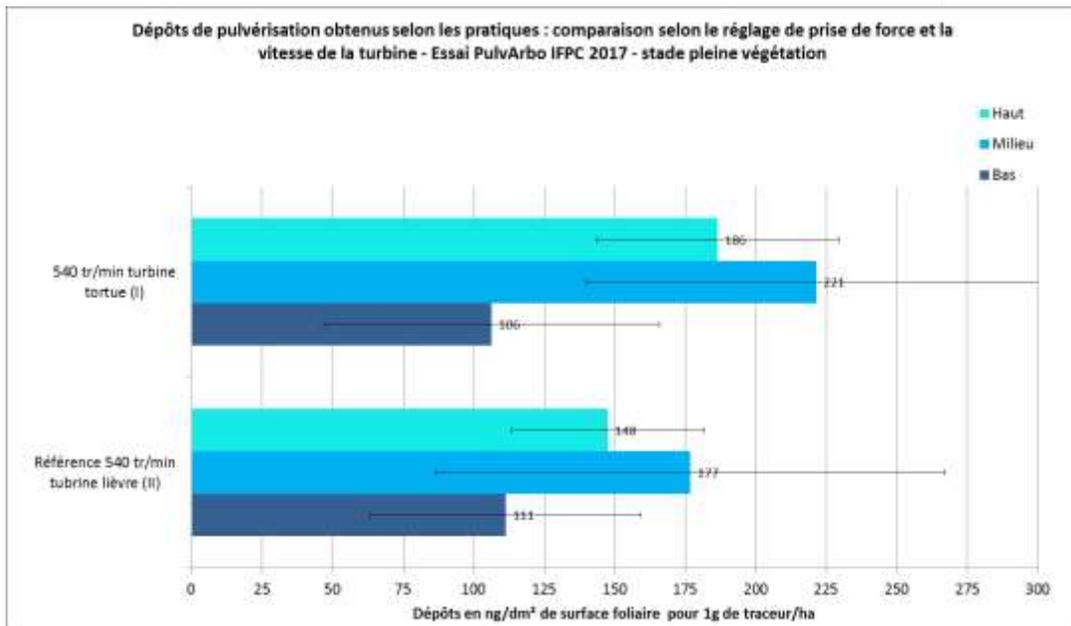
Vitesse de la turbine

1) Essai pommes à cidres, IFPC, pleine végétation, 02/08/17





Etape 2 – Les résultats





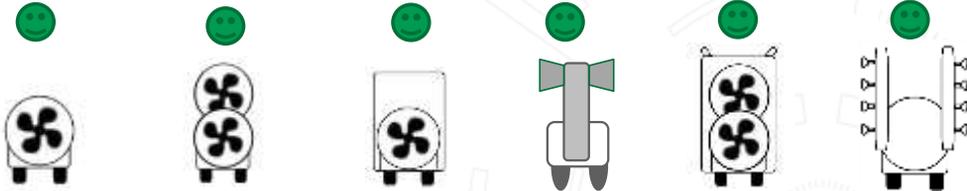
Etape 2 – Les résultats



Vitesse de
la turbine

Régime
moteur

- Travailler avec une vitesse de **turbine réduite (I)** et/ou un régime moteur adapté (**pouvant descendre jusqu'à 430 tr/min**) en début, milieu et pleine végétation



- Travailler avec une vitesse de turbine réduite (tortue) **ET** un régime moteur **< 370 tr/min**, en début et pleine végétation

? Non testé



? Non testé



? Non testé



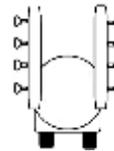
? Non testé



? Non testé



? Non testé





Etape 2 – Les résultats



Limiter les impacts sur l'environnement en privilégiant **l'utilisation de buses anti-dérive** sans dégrader la qualité d'application et l'efficacité :
OUI, c'est possible.



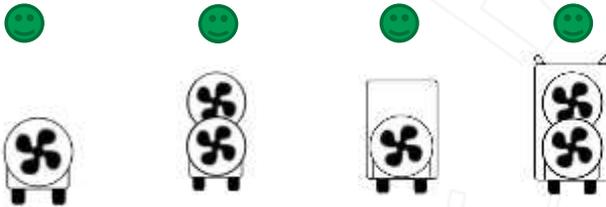


Etape 2 – Les résultats

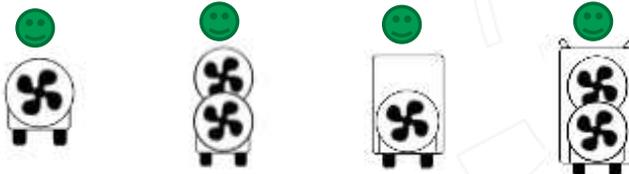


Type de buses

- Travailler avec des **buses à injection d'air sur toute la couronne ou toute la rampe du début à la pleine végétation** : **OUI**



- Travailler avec des **buses à injection d'air en panachage** (buses à turbulence + sur les positions du haut buses à injection d'air) du début à la pleine végétation : **OUI**





Etape 2 – Les résultats



Augmenter les débits de chantier **en diminuant les volumes de bouillie et/ou en augmentant la vitesse d'avancement** : Oui, c'est possible





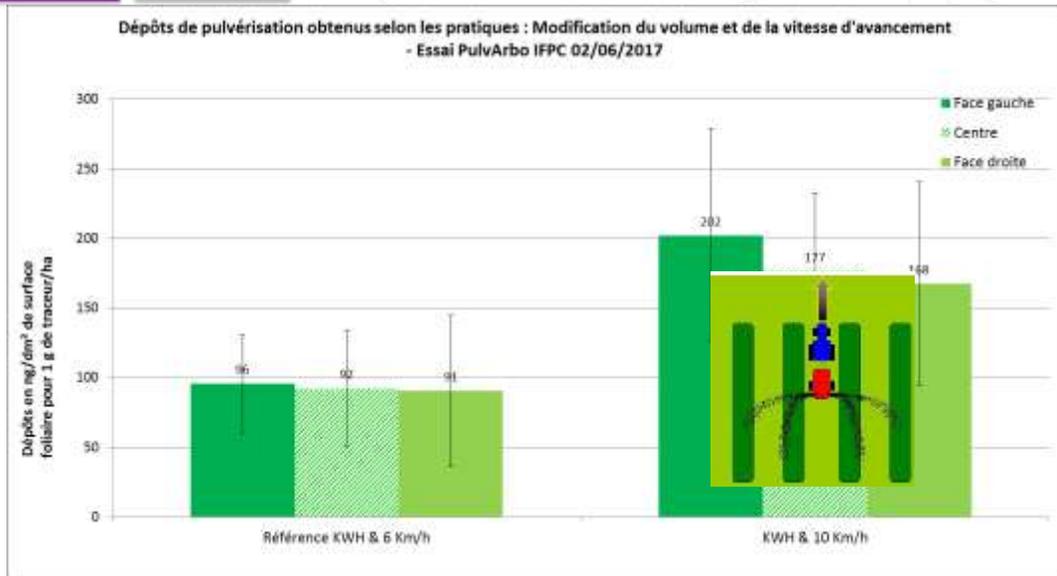
Etape 2 – Les résultats



Vitesse
avancement

Typologie
appareil

4) Essai pommes à cidre, IFPC, milieu de végétation, début juin 2017





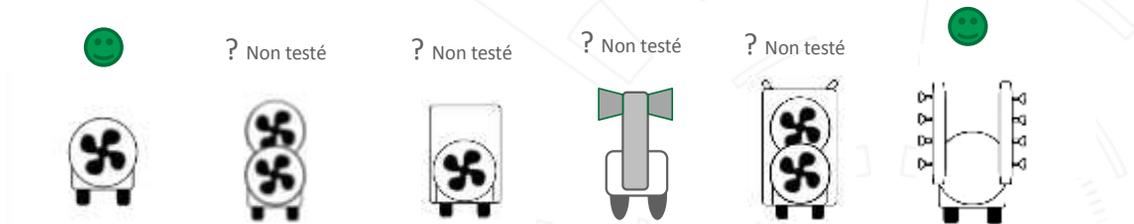
Etape 2 – Les résultats



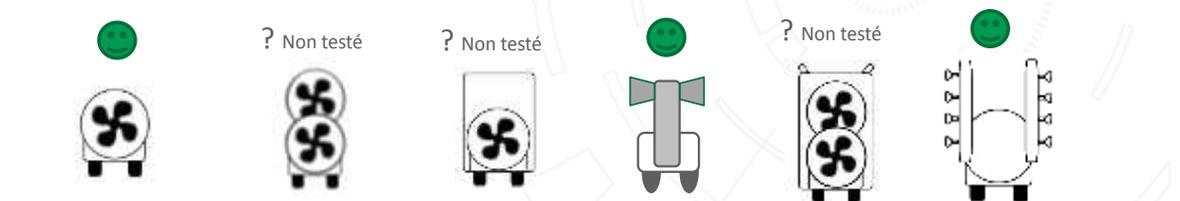
Volume de
bouillie

Vitesse
avancement

- Travailler avec des bas volumes (200 l/ha) du début à la pleine végétation:



- Travailler avec des bas volumes (200 l/ha) et/ou des vitesses d'avancement rapides (8 à 10km/h) jusqu'à début juin :



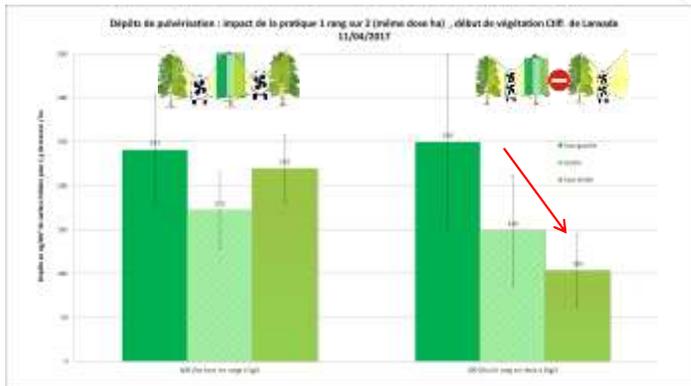


Etape 2 – Les résultats



Augmenter les débits de chantier en **travaillant 1 rang sur 2** : Attention...

Pratique du
1 rang sur 2



Quel que soit le type d'appareil, la face non directement exposée est moins voire beaucoup moins couverte que la face exposée.



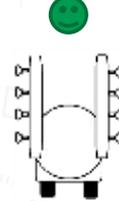
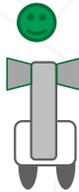
Pratique à privilégier en début de saison et à « raisonner » en fonction du risque épidémiologique (notamment tavelure)...



Etape 2 – Les résultats



Et côté typologie du matériel ?
 Quel impact sur la qualité d'application ?



Typologie
 appareil



La démarche

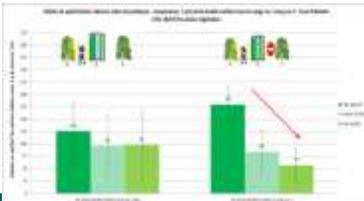


Etape 3

- Construire une base de données multi-sites et pluriannuelles.
- Classifier les performances de pulvérisation ?

Travail en cours :

- Création d'une base de données multi sites et pluri annuelle.
- Calcul d'un indicateur de performance agrégé (prenant en compte la quantité de dépôts et la variabilité);
- Lien entre ces dépôts agrégés et l'efficacité biologique pour arriver à une **classification des performances et à une interprétation en lien avec l'efficacité** :



	Défaut de protection		Protection acceptable		Protection sécurisée	
Milieu pleine végétation						
en ng/dm ² par ha	<20	20-60	60-100	100-200	>200	



A pulvé bien réglé, dosage adapté !



Concevoir et évaluer une ou des méthodes d'adaptation des doses de produits appliqués à la végétation à traiter :

- Simple d'utilisation
- Sécurisée pour le producteur
- Prenant en compte les évolutions à l'échelle nationale et européenne.



La démarche



Etape 1

- Caractériser les vergers par plusieurs indicateurs végétatifs (hauteur traitée, LWA, TRV) et définir des vergers « standards » par espèce.



- Hauteur Traitée
- Épaisseur de végétation
- Distance inter-rang
- Stade BBCH



- Calcul d'indicateurs comme le :
LWA = Leaf Wall Area = Surface de haie foliaire à traiter (m²/ha)



$$\text{LWA en m}^2 \text{ de haie/ha} = \frac{(2 \times \text{hauteur}) \times 10000}{\text{distance entre rangs}}$$



La démarche



Etape 1

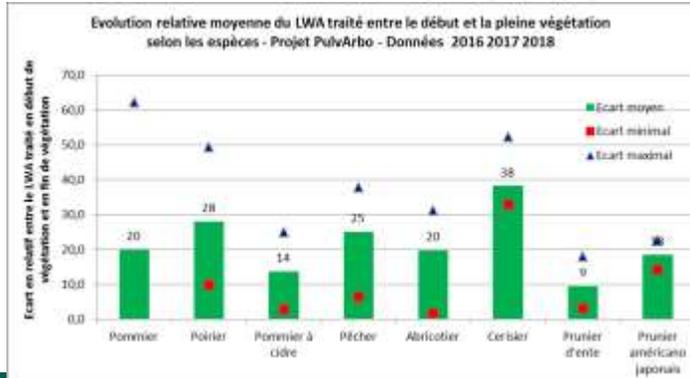
- Caractériser les vergers par plusieurs indicateurs végétatifs (hauteur traitée, LWA, TRV) et définir des vergers « standards » par espèce.

417 vergers suivis :

52% pommes de table
10% pommes à cidre
8% poires
28% fruits à noyaux
1% fruits à coques



- Création d'une base de données : stades BBCH, espèce, variété, âge, conduite, indicateurs de végétation... + de 15000 données individuelles; 1500 données moyennes).





Etape 1 – Définition d'un verger standard de pommes à cidre



	Verger moyen (adulte , pleine végétation)	Valeur 95 ^{ème} percentile (adulte, pleine végétation)
Hauteur à traiter (en m)	4,1	5,2
Distance entre rangs (en m)	5,2	5,5
Surface à traiter en LWA (m ² /ha)	≈16000	≈21300
Largeur canopée (en m)	3,4	4,4
Volume à traiter en TRV (m ³ /ha)	≈16800	≈32000
Porosité en début de saison	60%	
Porosité en pleine végétation	39%	



La démarche



Etape 1

- Caractériser les vergers par plusieurs indicateurs végétatifs (hauteur traitée, LWA, TRV) et définir des vergers « standards » par espèce.



Vergers pommes de table	Vergers moyens (adulte, pleine végétation)	Valeur 95 ^{ème} percentile (adulte, pleine végétation)
Hauteur à traiter (en m)	3,3	3,9
Distance entre rangs (en m)	4	4,5
Surface à traiter en LWA (m ² /ha)	≈17000	≈21000
Largeur canopée (en m)	1,8	2,5
Volume à traiter en TRV (m ³ /ha)	≈15000	≈21200
Porosité en début de saison	60%	
Porosité en pleine végétation	20% - 30%	



La démarche



Etape 2

- A partir des données de l'étape 1, établir différents scénarios d'adaptation des doses en lien avec les évolutions nationales et européennes (définition des paramètres à prendre en compte...).

Pour rappel : Doses ajustées, facilement utilisables pour le producteur et assurant un bon niveau de protection de la culture .

3 approches ciblées :

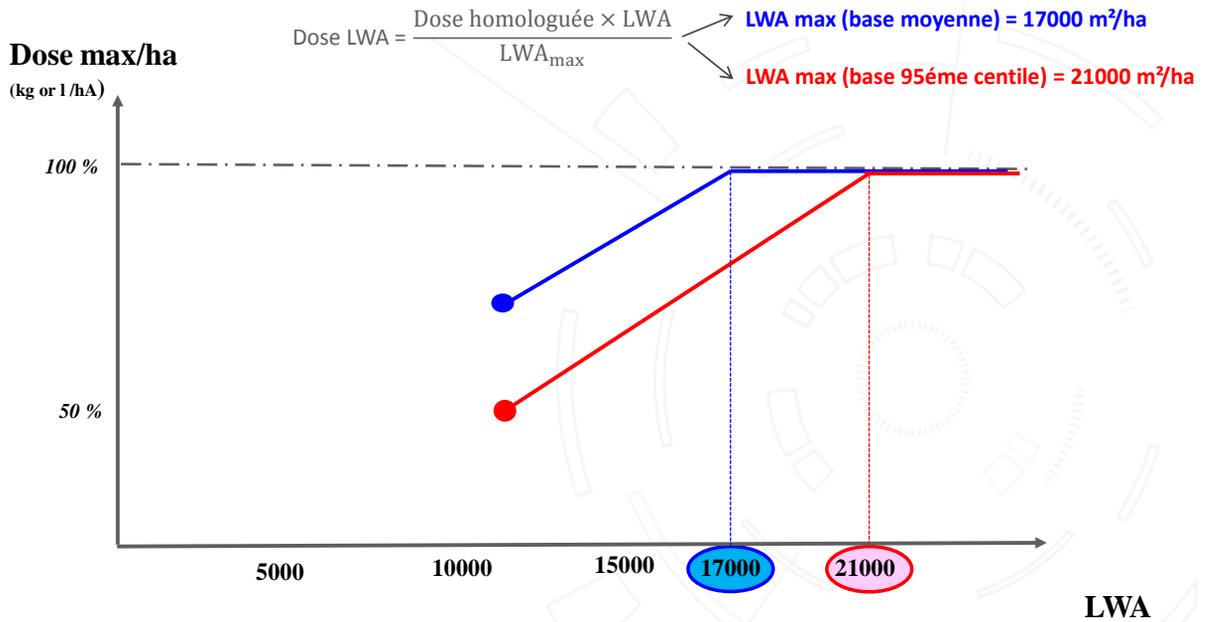
- Approches LWA (hauteur traitée, distance entre rangs),
- Approches à plusieurs entrées (stadeBBCH, indicateur de largeur de canopée, indicateur de densité de canopée, ...)
- Approche "réduction de dose constante" (70 à 75% dose pleine sur toute la saison)



Etape 2 – Les scénarios



➤ Scénarios n°1 et 2 : ajustement linéaire de la dose en fonction du LWA





Etape 2 – Les scénarios



- **Scénario n°3** : ajustement non linéaire de la dose en fonction d'une grille à plusieurs entrées.

Grille pomme de table

Hauteur traitée en m	Stade BBCH < 69			Stade BBCH > 69		
	Largeur canopée en m			Largeur canopée en m		
	0.5 à 1.5 m	[1.5 à 2.5 m[	≥ 2.5 m	0.5 à 1.5 m	[1.5 à 2.5 m[	≥ 2.5 m
< 2.5 m	40	50		60	70	
2.5 à 3.2 m[	70	80	100	80	90	100
[3.2 à 4.2 m[	80	90	100	90	100	100
≥ 4.2 m		90	100	90	100	100



Etape 2 – Les scénarios



Grille pomme à cidre 1

Hauteur traitée en m	Stade BBCH < 69			Stade BBCH > 69		
	Largeur canopée en m			Largeur canopée en m		
	0.5 à 2.5 m	[2.5 à 4 m[	≥ 4 m	0.5 à 2.5 m	[2.5 à 4 m[	≥ 4 m
< 2.5 m	40	40		60	70	
2.5 à 3.5 m[	60	70	90	80	90	100
[3.5 à 5 m[	70	80	100	90	100	100
≥ 5 m	80	90	100	90	100	100

Grille pomme à cidre 2

Hauteur traitée en m	Stade BBCH < 69			Stade BBCH > 69		
	Largeur canopée en m			Largeur canopée en m		
	0.5 à 2.5 m	[2.5 à 4 m[	≥ 4 m	0.5 à 2.5 m	[2.5 à 4 m[	≥ 4 m
< 2.5 m	40	40		50	50	
2.5 à 3.5 m[	50	50	70	60	60	90
[3.5 à 5 m[	60	60	90	70	80	90
≥ 5 m	80	80	90	80	80	100



La démarche



Etape 3

- Vérifier l'impacts de ces scénarios en termes d'efficacité biologique, de réduction d'IFT, de réduction des charges en intrants phyto dans des conditions de production différentes.



- 9 sites d'essais : 7 sites expérimentaux et 2 sites producteurs.
- Espèces : pomme de table et pomme à cidre.
- Même méthodologie d'observations sur tous les sites : notations tavelure, pucerons cendrés, carpocapses, oïdium...
- Calcul des indicateurs : IFT et coût intrants phyto (fongicides + insecticides).



Etape 3 - Etude de l'impact de ces scénarios sur l'efficacité biologique





Etape 3 - Etude de l'impact de ces scénarios sur l'efficacité biologique



➤ Evaluation des scénarios sur plusieurs critères :

➤ Observations et notations habituelles (tavelure, pucerons cendrés, carpocapses, oïdium...).

➤ Définition d'un Indice de qualité sanitaire

	Seuil (%) Pommes de tables	Seuil (%) Pommes à cidre
Fruits tavelés	2	10
Pousses tavelées	20	40
Fruits touchés par carpo/tordeuses	2	5
Pousses touchées par pucerons cendrés	15	20
Pousses touchées par pucerons lanigères	30	30
Pousses oïdiées	20	20

À l'appréciation de l'expert

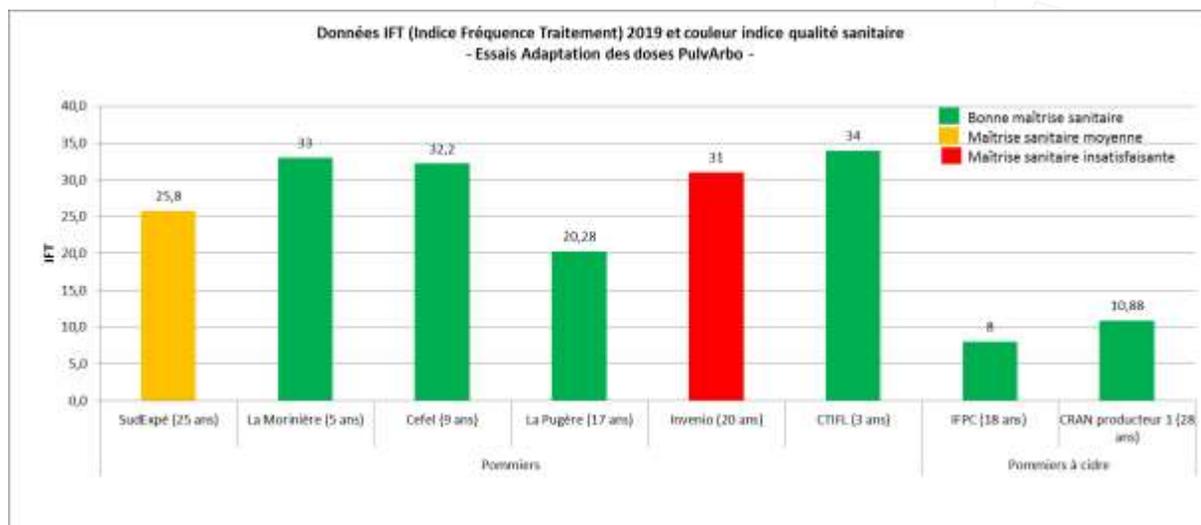
- **Maîtrise insuffisante** (●): un seuil est dépassé sur les fruits pour au moins un bioagresseur, qu'il y ait, ou pas, des bio agresseurs sur pousses.
- **Maîtrise moyenne** (●): aucun seuil n'est dépassé sur les fruits mais un seuil est dépassé sur pousses pour au moins un bioagresseur.
- **Bonne maîtrise** (●): aucun bioagresseur n'est présent sur le verger ou aucun seuil dépassé sur fruits et pousses.



Etape 3 - Les résultats



➤ L'exemple de 2019 : synthèse des données multi-sites

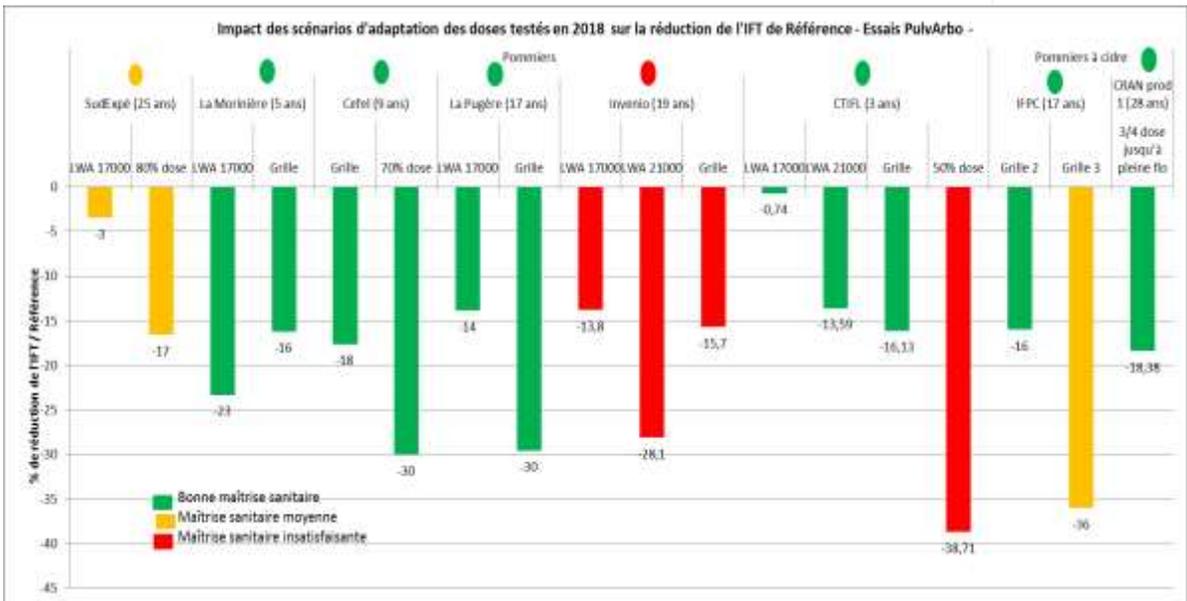




Etape 3 - Les résultats



➤ L'exemple de 2019 : synthèse des données multi-sites

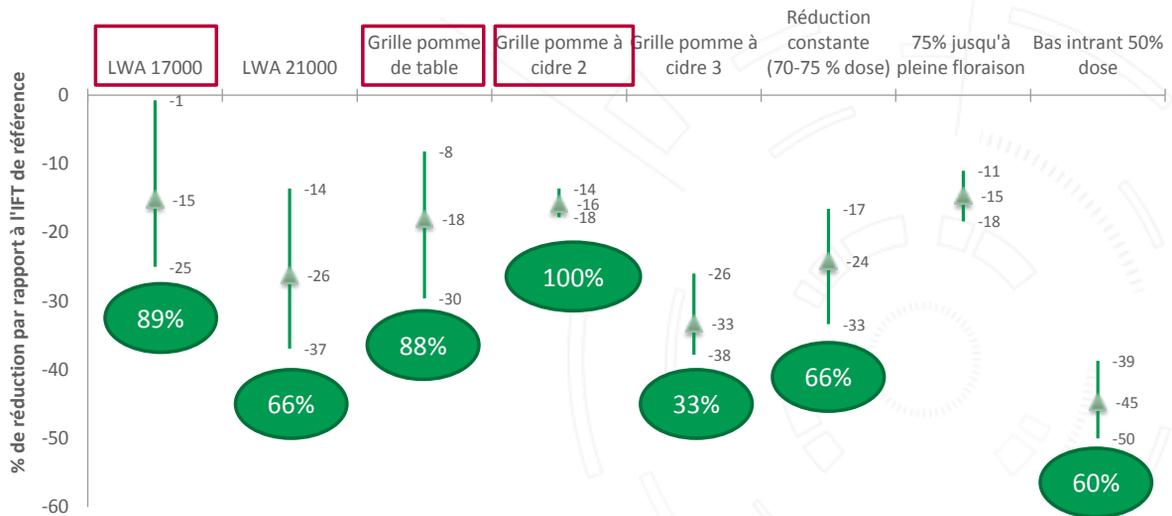




Etape 3 – Les tendances depuis 2016



Impact des différents scénarios sur la réduction de l'IFT - Synthèse multi-sites 2016/2017/2018/2019



% de cas où la qualité sanitaire du verger à la récolte est identique à la Dose pleine de référence (étude de cas sur 9 sites et 4 années d'essais consécutifs).



Etape 3 - Les premières conclusions



Adapter les doses : c'est possible MAIS

- L'entrée dans une démarche d'adaptation de la dose ne peut se faire qu'à condition d'utiliser un matériel de pulvérisation performant (bien réglé)
- Rester prudent sur les effets cumulés sur plusieurs années (qualité sanitaire) et la gestion des résistances





Etape 3 - Les perspectives de travail 2020...



- Refaire l'analyse de ces données multi-sites et pluri annuelles via une entrée « bioagresseur » pour essayer d'expliquer les cas d'échecs et bien définir les contours d'utilisation, les intérêts et les limites de chaque scénario.
- Formaliser des recommandations pratiques pour les deux méthodes paraissant les plus pertinentes en vue d'une mise en pratique à plus grande échelle.



Merci de votre attention

