

- 4^{es} Journées Régionales de l'Air -

30 JUIN - 01 JUILLET

Carole BEDOS (INRA)
Bernadette RUELLE (IRSTEA)

Les émissions de produits phytosanitaires vers l'atmosphère en agriculture:

Processus et pistes pour les limiter



Pesticides, environnement, santé : quelles solutions ?

PLAN

01 Contexte

02 Processus d'émission

- ❖ Pendant l'application par dérive
- ❖ En post application par volatilisation

03 Pistes pour limiter les émissions

- ❖ Pendant l'application
- ❖ En post application

04 Conclusion

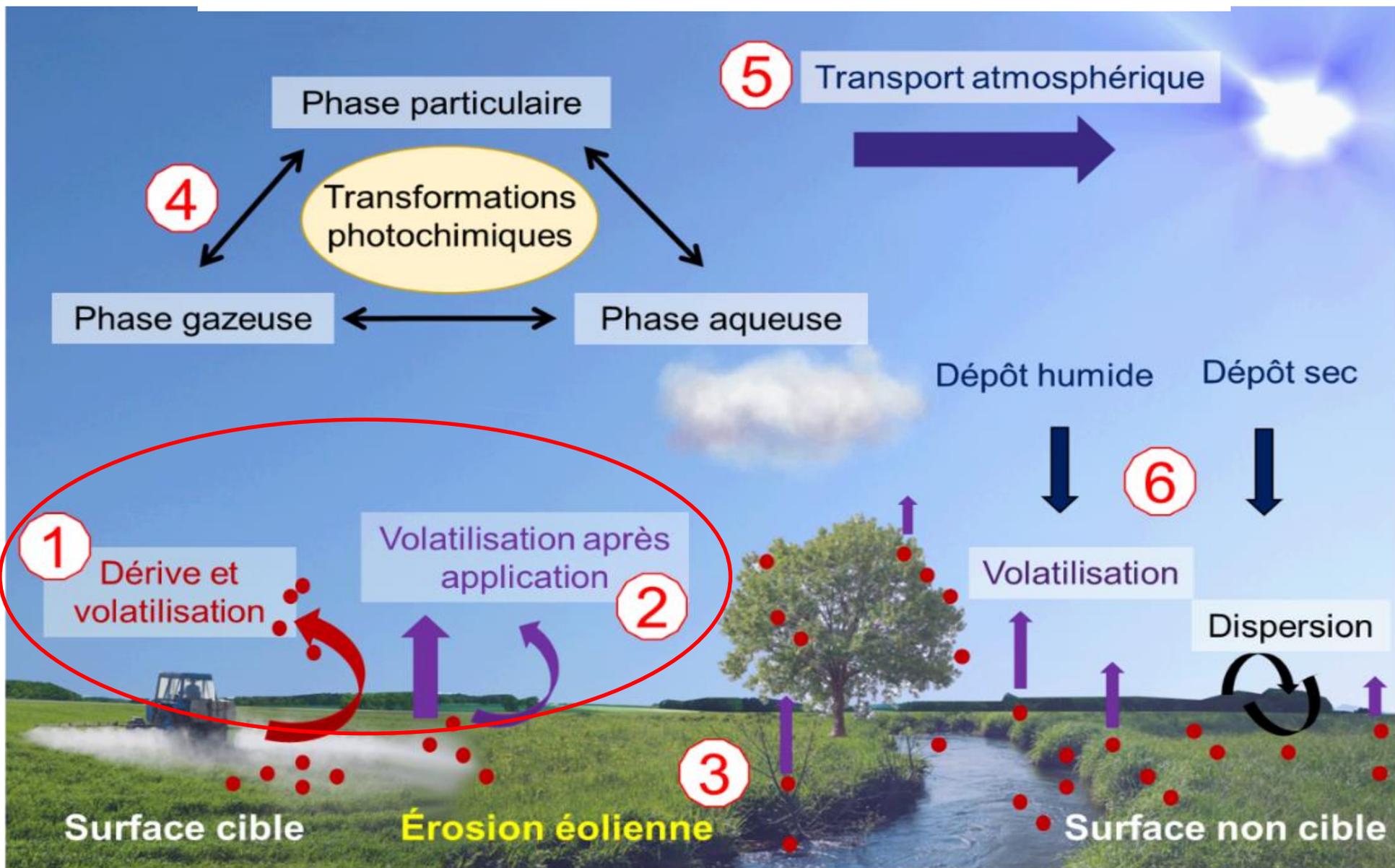




01

Contexte

Contexte





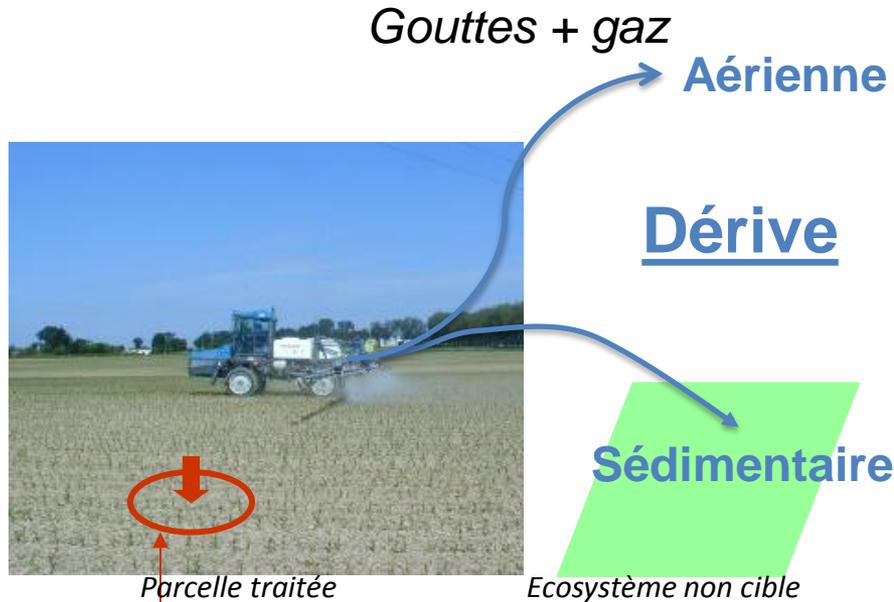
02

Processus d'émission

- ✓ Pendant l'application par dérive
- ✓ En post application par volatilisation

Processus d'émission (1/7)

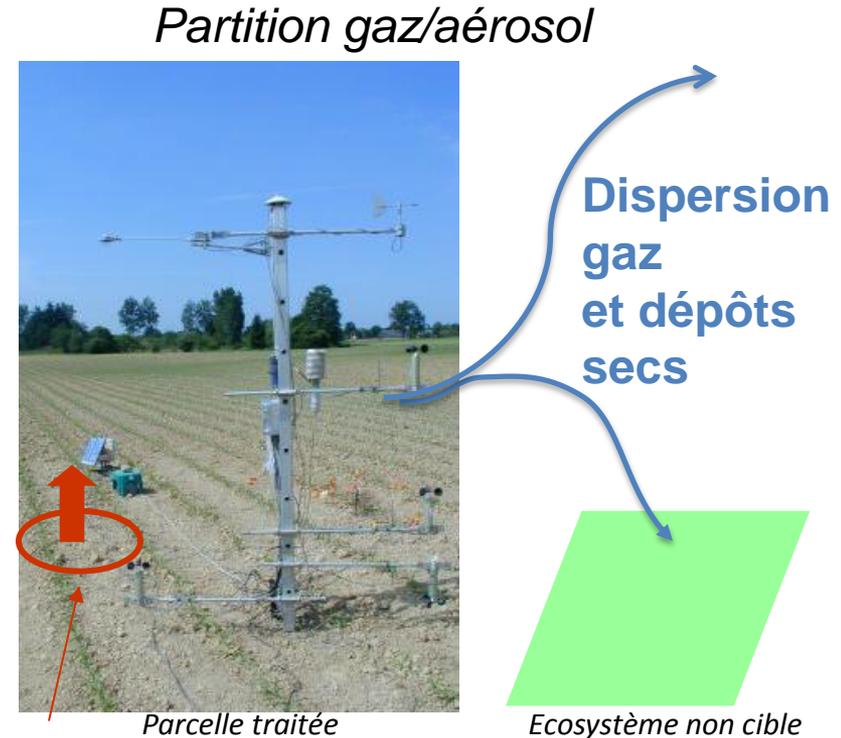
Pendant l'application



Dose appliquée effective:
répartition entre surface foliaire et sol

$\Delta t =$
durée d'application

Après l'application



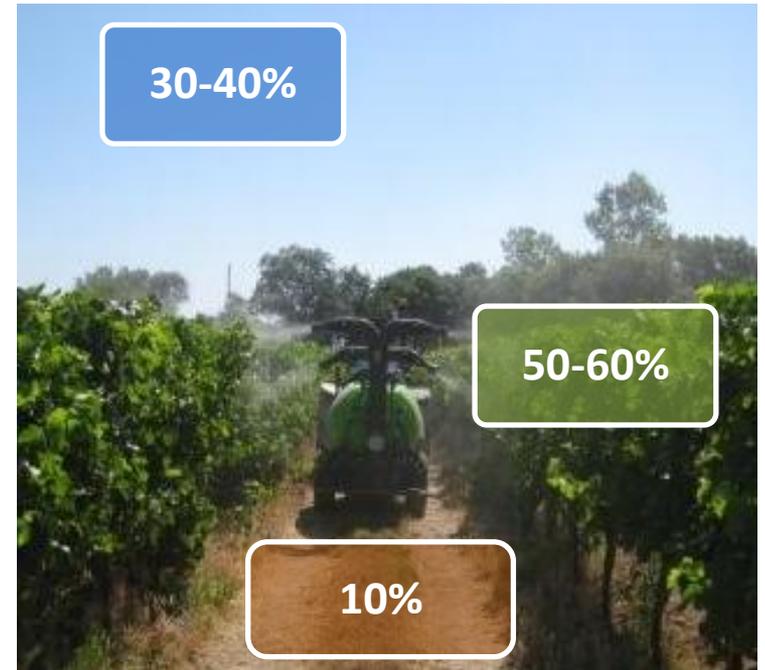
Volatilisation + Erosion éolienne

$\Delta t =$
quelques jours à
quelques semaines

Processus d'émission (2/7)

La dérive: Quantification des pertes dans l'environnement pendant l'application

Matériel « standard »



Début de végétation :
70-80 % de pertes (sol+air)

Pleine végétation :
40-50 % de pertes (sol+air)

Optimiser les technologies et les pratiques, des leviers majeurs : 😊😊😊😊

Projet Life Aware piloté par IRSTEA (2006-2009) (http://www.life_aware.org)



Processus d'émission (3/7)

La dérive: principaux facteurs de variation lors de l'application

- ❖ Le type de buse (classique ou anti dérive) 
- ❖ Le type de pulvérisateur utilisé : il dépend de la culture, du bioagresseur ciblé (désherbage, traitement des parties aériennes de la culture...)
- ❖ Les pratiques d'utilisation des matériels par les agriculteurs
- ❖ Les conditions climatiques : température, hygrométrie, vent
- ❖ Le type de produits (poudre ou liquide) et adjuvants



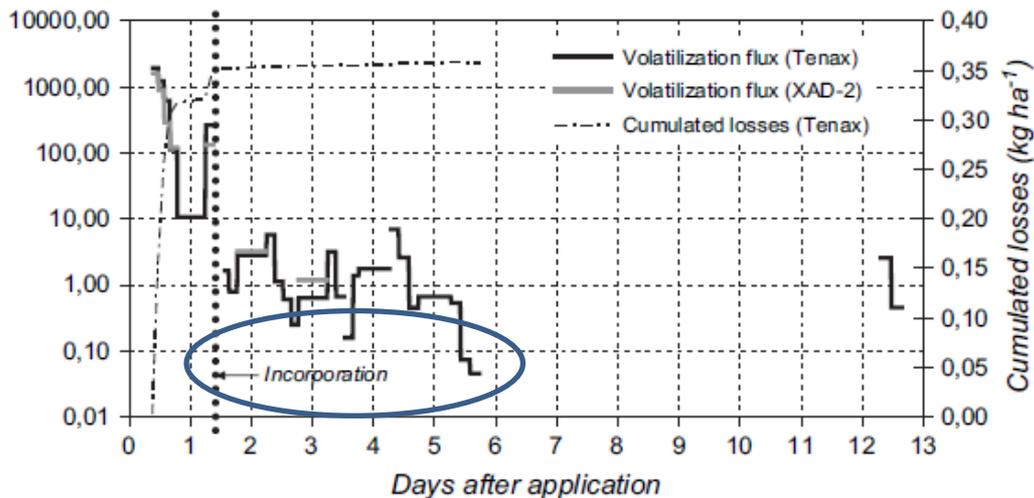
Processus d'émission (4/7)

La volatilisation: quantification des pertes en post application

- ❖ Flux cumulés de quelques 0.1 % jusqu'à quelques dizaines de pourcents de la dose appliquée (en particulier pour les fumigants)
- ❖ De quelques jours à quelques semaines
- ❖ Pouvant décroître dans le temps ou non, avec un cycle diurne

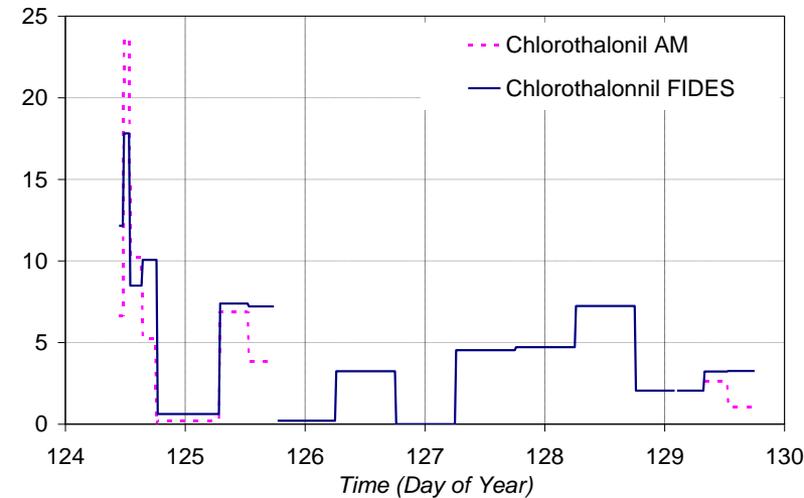
Flux de volatilisation ($\text{ng}/\text{m}^2/\text{s}$)

Cas d'un herbicide appliqué sur sol nu



(Bedos et al., 2006)

Cas d'un fongicide appliqué sur blé



(Bedos et al., 2010)

Processus d'émission (5/7)

La volatilisation : principaux facteurs de variation en post application

- Depuis le sol
- Depuis le couvert végétal

- ❖ Les propriétés physico-chimiques des matières actives (et la formulation)
- ❖ Les techniques d'application, les pratiques culturales, les types de cultures
- ❖ Les conditions pédoclimatiques (de surface)
- ❖ Les conditions météorologiques locales

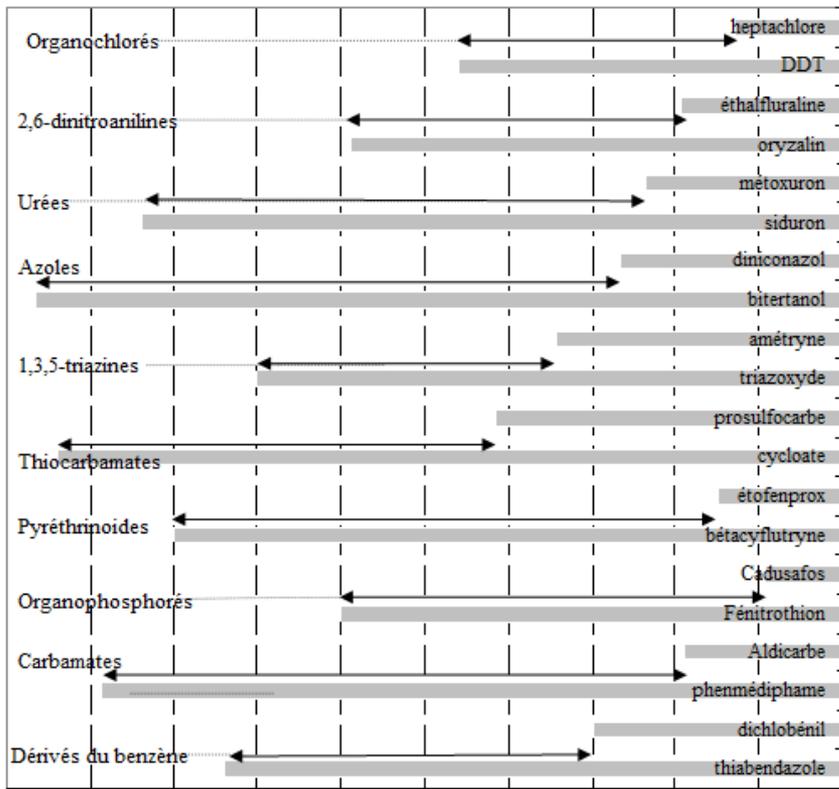
=> Des leviers d'action adaptés à chaque voie de transfert

Processus d'émission (6/7)

Facteurs de variation: Toute une gamme de valeurs des propriétés physicochimiques mais aussi des interactions avec la surface

Pression de vapeur saturante (Pa)

(Calvet et al., 2005)



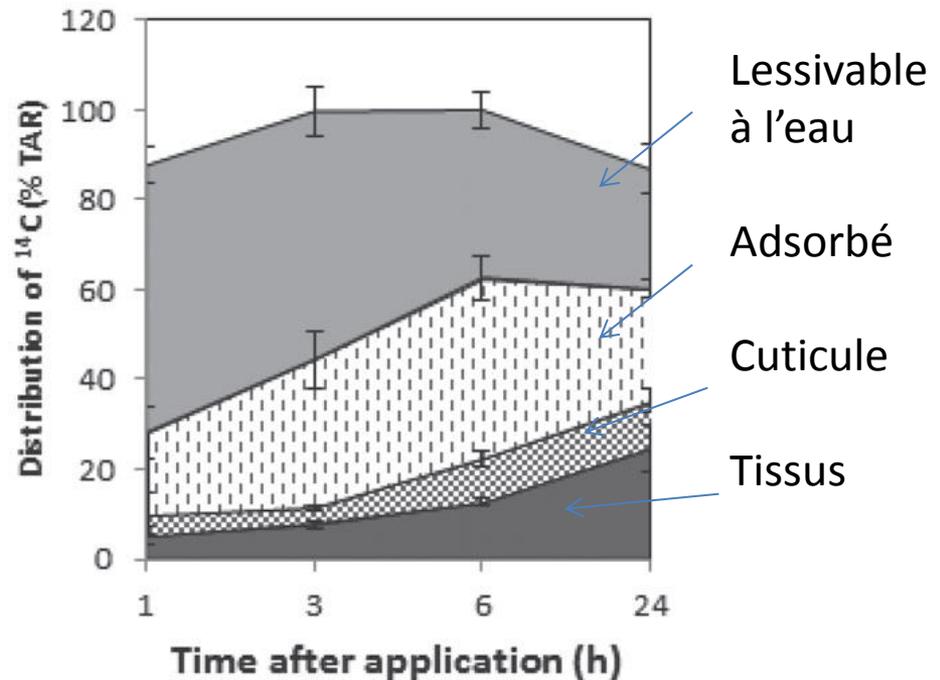
1 E-10

1

⇒ large gamme de potentiel de volatilisation

Devenir sur la feuille (labo) (Lichiheb et al., 2015)

Formulated chlorothalonil

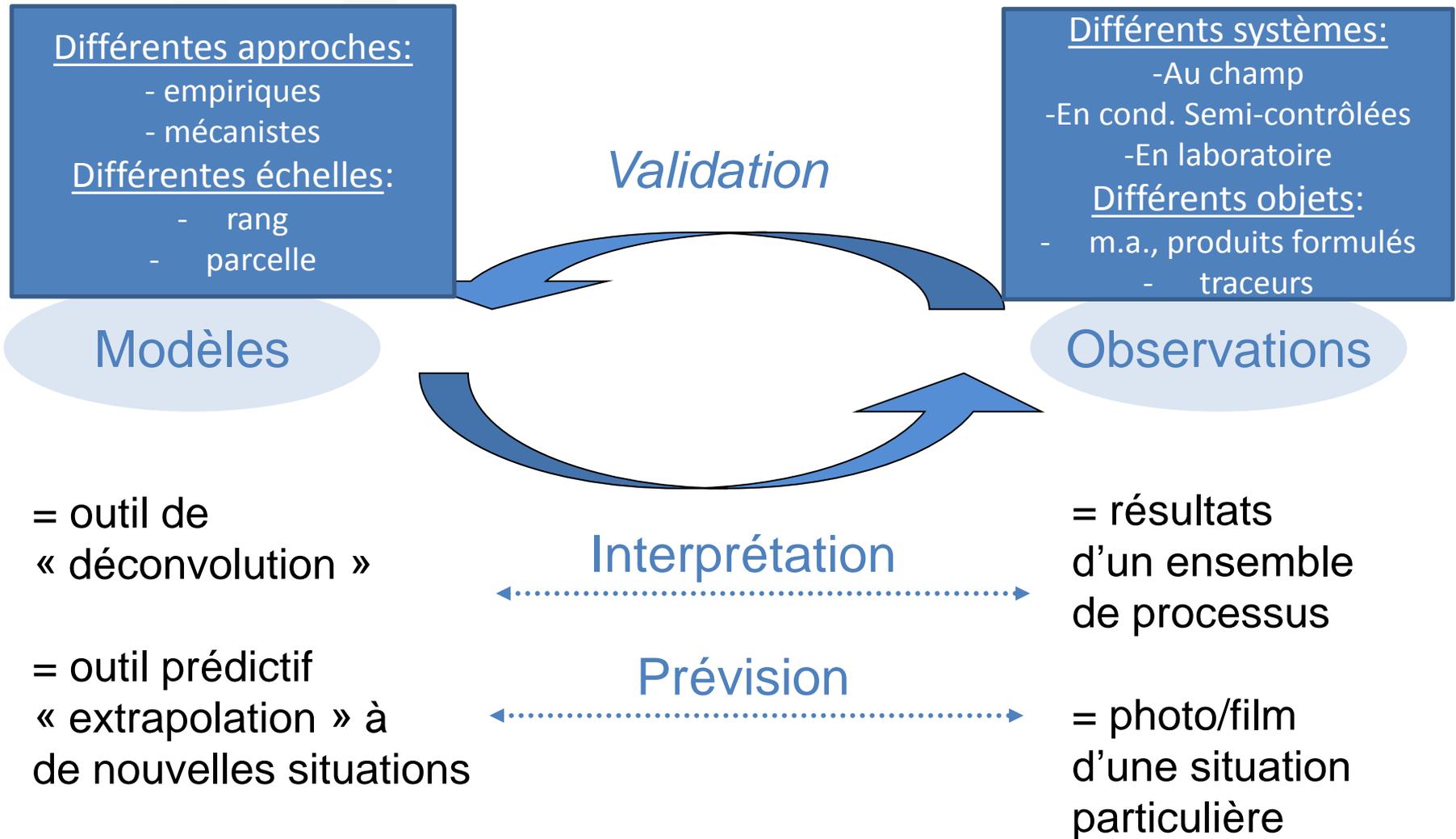


⇒ Différents comportements selon
 ✓ le composé
 ✓ la formulation (différencié systémie)

⇒ Sol: résidus de cultures, humidité, ...

Processus d'émission (7/7)

Méthodologies mises en œuvre



➔ Gammes d'outils développés ou en cours de développement



03

Pistes pour limiter les émissions

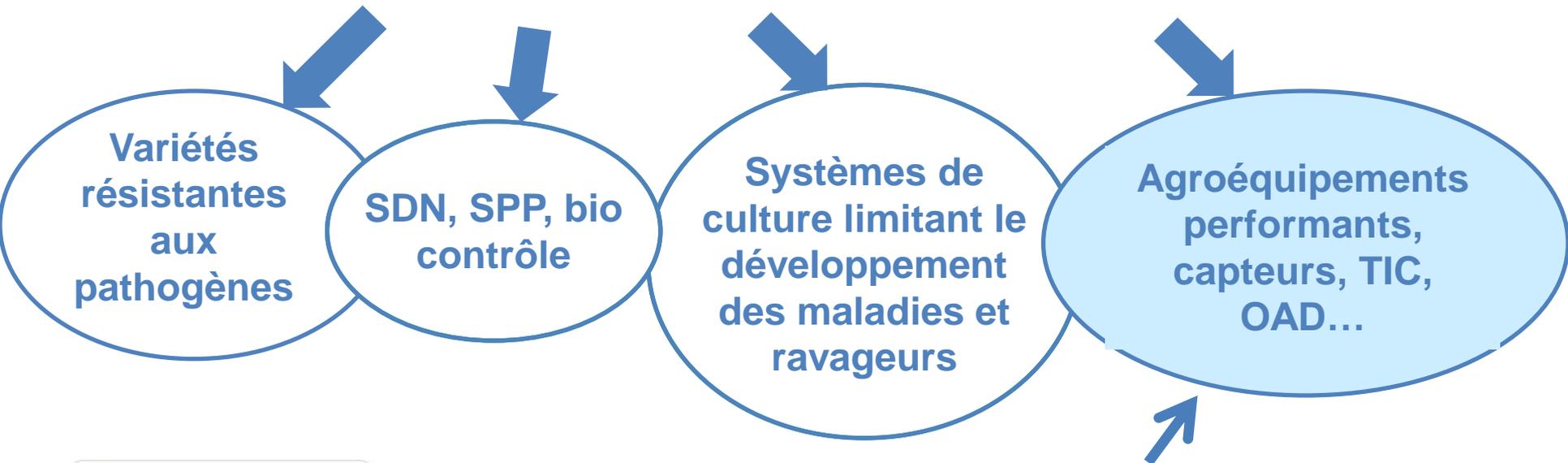
- ✓ Pendant l'application
- ✓ En post application

Limitation des émissions (1/12)

Pendant l'application: plusieurs leviers

- Réduire significativement les quantités utilisées**
COMMENT?

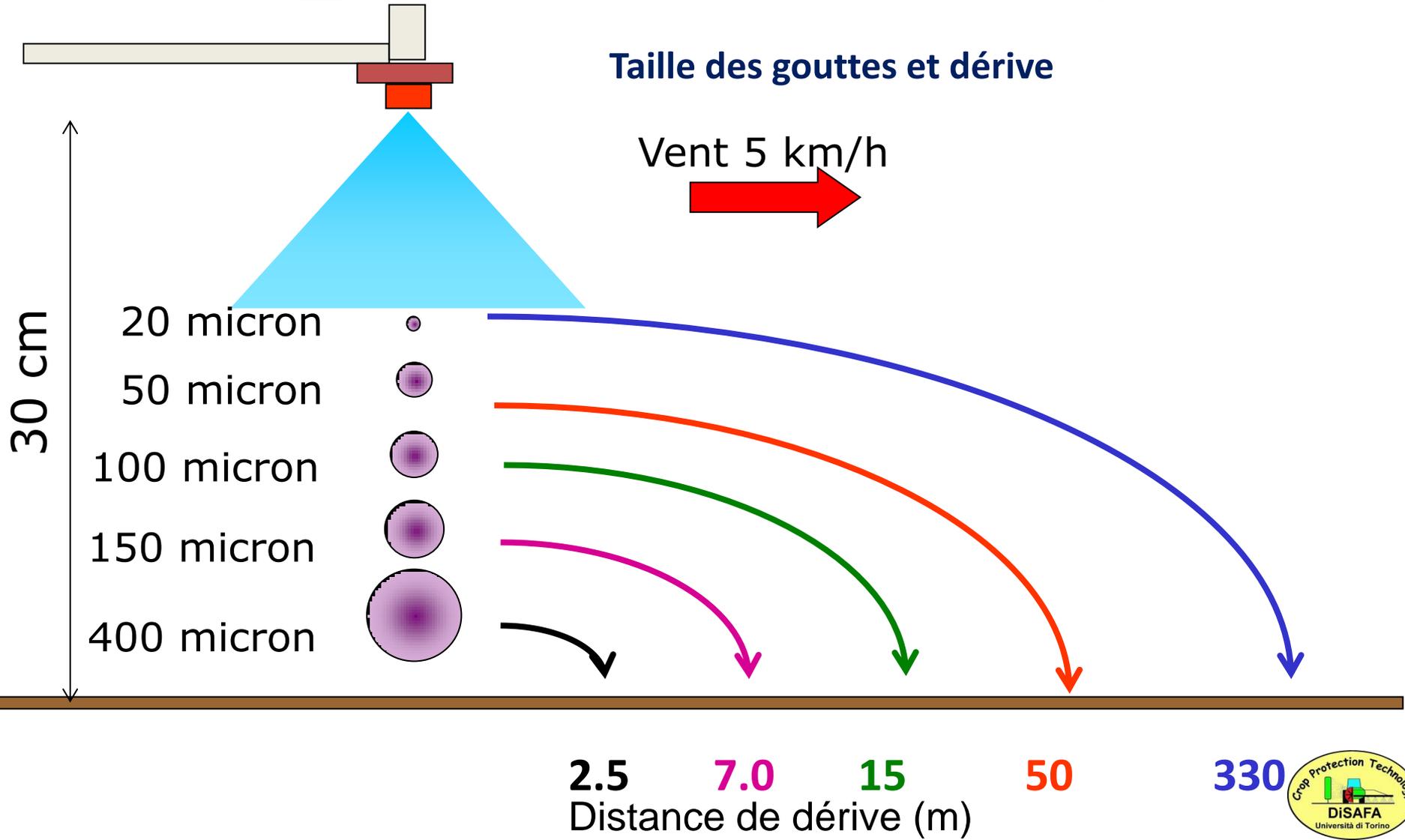
En combinant plusieurs outils



Limitation des émissions (2/12)

Pendant l'application: plusieurs leviers

2. Avoir des gouttes de bonne dimension $\geq 100 \mu$



Limitation des émissions (3/12)

Pendant l'application: plusieurs leviers

2. Avoir des gouttes de bonne dimension $\geq 100 \mu$



50 microns

Dérive
Évaporation
=
jusqu'à 30%
des gouttes
mais seulement
5% de bouillie



100 microns

Taille de
gouttes
optimale pour :
dérive et
ruissellement
LIMITES



+ de 300 microns

Ruissellement
=
jusqu'à 30% de bouillie
dans
seulement
5% de gouttes

Limitation des émissions (4/12)

Pendant l'application: plusieurs leviers

3. Les buses anti dérive



Buses à
injection d'air



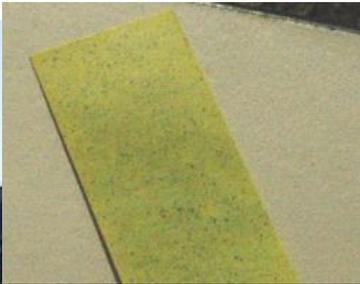
Buses à
turbulence
classique

Limitation des émissions (5/12)

Pendant l'application: plusieurs leviers



3. Les buses anti dérive



Buses à turbulence classique

Limitation des émissions (6/12)

Pendant l'application: plusieurs leviers

3. Les buses anti dérive



Attention à la filtration car buses plus sensibles au phénomène de bouchage !!!

Limitation des émissions (8/12)

Pendant l'application: plusieurs leviers

4. Type de pulvérisateur: cas de la vigne

Comparaison des dépôts de pulvérisation sur une vigne artificielle à 3 stades végétatifs différents



ÉCOPHYTO
RÉDUIRE ET AMÉLIORER
L'UTILISATION DES PHYTOS

UMT ECOTECHVITI


INSTITUT FRANÇAIS
DE LA VIGNE ET DU VIN

Limitation des émissions (9/12)

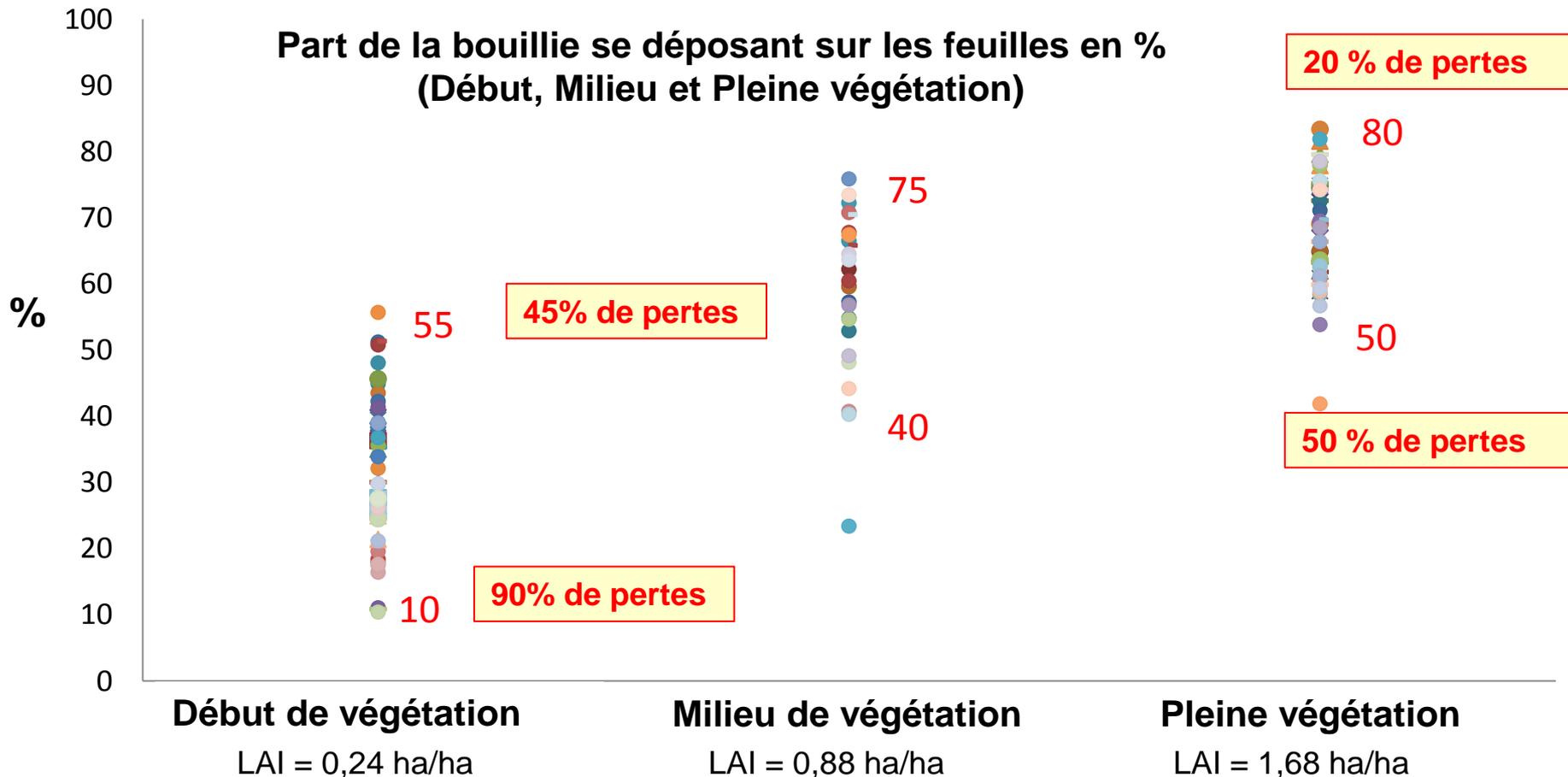
Pendant l'application: plusieurs leviers



4. Type de pulvérisateur: cas de la vigne

Résultats obtenus sur le banc d'essai EvaSprayViti avec différents types de pulvérisateurs

- ✓ de grosses différences de performances entre appareils en particulier en début de végétation
- ✓ un maximum de dépôt et de pertes en début de végétation



Limitation des émissions (10/12)

Pendant l'application: plusieurs leviers

5. Les conditions climatiques

L'hygrométrie et la température: influent sur la durée de vie des gouttelettes

Durée de vie en seconde et distance avant évaporation en mètres

Taille des gouttes en microns	Température 20° Hygrométrie 80%		Température 30° Hygrométrie 50%	
	Temps de vie en secondes	Distance avant évaporation	Temps de vie en secondes	Distance avant évaporation
50 microns	12,5 sec	0,127 m	3,5 sec	0,0032 m
100 microns	50 sec	6,7 m	14 sec	1,8 m
200 microns	200 sec	81,7 m	56 sec	21 m

Une forte hygrométrie favorise la pénétration des produits dans la plante et limite l'évaporation des gouttelettes → en été les agriculteurs traitent la nuit: température moins élevée, hygrométrie plus importante, moins de vent

=> Hygrométrie conseillée ente 60 % et 95 %

Le vent:

=> Ne pas traiter si vent fort et interdiction si vent > à 19km/h (3 sur échelle de Beaufort, arrêté 12/09/06)



Limitation des émissions (11/12)

Après l'application

<i>Au niveau des pratiques</i>	
Prise en compte du développement du couvert à l'application	Permet de réduire les doses utilisées notamment en début de végétation
Incorporation dans le sol pour les produits le permettant	Efficace
<i>Au niveau des produits de traitement</i>	
Substitution par des composés moins volatiles	Complexe : interaction de surface + effet formulation
Choix de la formulation	Requiert d'identifier des typologies de formulations efficaces contre la volatilisation
<i>Au niveau des conditions météorologiques</i>	
Heure d'application	Complexe: la volatilisation augmente avec la température <i>mais</i> peut être freinée en conditions sèches (sol) → effet combiné température & humidité du sol

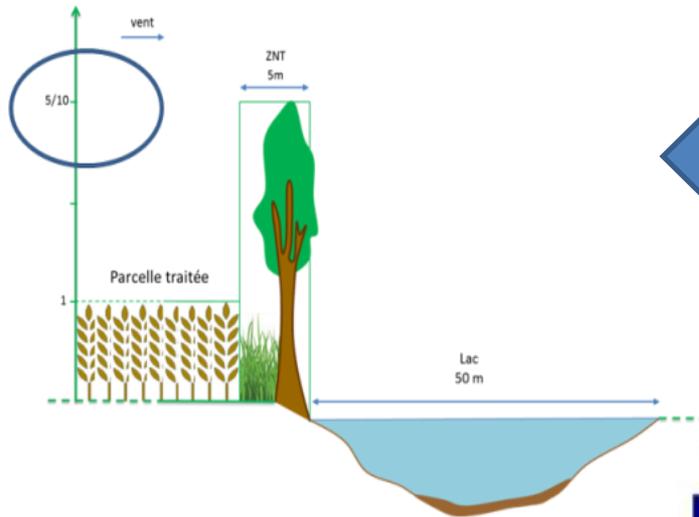
(Guiral et al. 2016, Rapport Ademe)

=> Besoin d'une meilleure compréhension des **interactions** pour affiner les préconisations

=> Gestion en termes d'aménagement du territoire

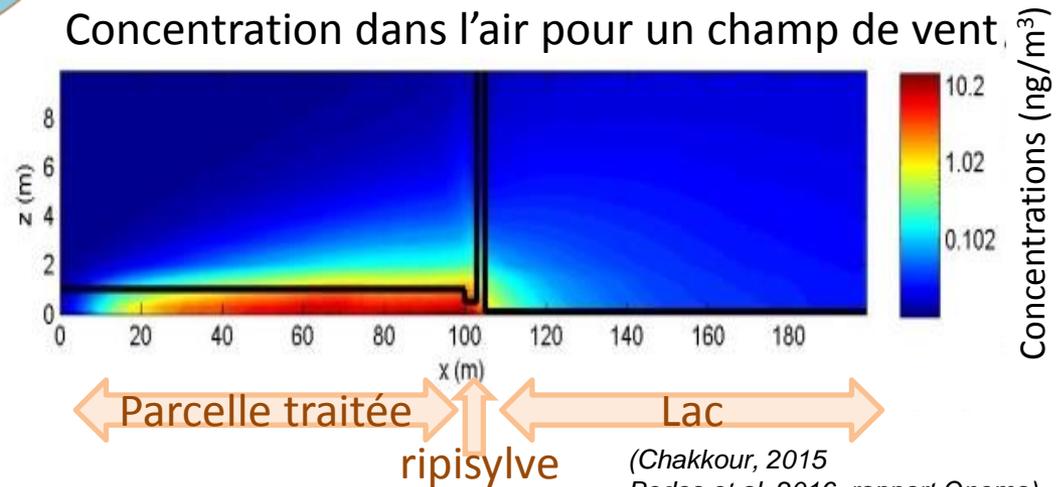
Limitation des émissions (12/12)

Aménagement du territoire: cas de l'effet d'une haie en aval de la parcelle traitée sur la dispersion atmosphérique de la fraction de pesticides volatilisée



Modélisation

émission par volatilisation & dispersion atmosphérique & dépôt gazeux surface aquatique



Aménagement utile quelque soit la voie de transfert



04

Conclusion

Conclusion (1/2)

- ❖ **Les voies de transferts vers l'atmosphère sont connues ainsi que les principaux facteurs les gouvernant (verrous identifiés)**
- ❖ **Des méthodes de quantification et de prédiction sont disponibles**
- ❖ **Plusieurs leviers d'action existent pour limiter la contamination de l'air liés aux épandages de produits phytosanitaires**
 - => mais pour aller plus loin il faudrait mieux comprendre les phénomènes et les modéliser**

Conclusion (2/2)

Quelles sont les pistes de recherche?

- ❖ **Développer des méthodes et des protocoles standards** : certaines des méthodes doivent être simplifiées (ex: mesure de la dérive sédimentaire) ou précisées (ex: dérive aérienne lors de l'application) ou élaborées
 - ❖ **Acquérir des jeux de données** avec une large gamme de situations
 - ❖ **Approfondir les connaissances et poursuivre le développement de modèles** : effet formulation, effet combiné de différents facteurs (pratiques, équipements, produits utilisés, conditions pédoclimatologiques, ...)
- ➔ **Grâce à ces progrès dans la connaissance, optimiser les pratiques de protection des plantes et limiter l'exposition des personnes et de l'environnement**

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

