

Comparaison de la dérive générée par des éclateurs et par des buses à injection d'air : cas du pulvérisateur Turbo 2 CHABAS



TITRE

Analyse de l'impact du passage de la technologie pneumatique à la technologie jet porté sur les niveaux de dérive du pulvérisateur pneumatique Turbo 2 (CHABAS) en arboriculture.

AUTEURS

Yoan HUDEBINE, CTIFL, yoan.hudebine@ctifl.fr
Florence VERPONT, CTIFL, florence.verpont@ctifl.fr
Contributions Harmony CARMAGNAT, harmony.carmagnat@ctifl.fr et Joël FAVAREILLE, joel.favareille@ctifl.fr

DATE

17/12/2021

SITE D'EXPERIMENTATION

CTIFL, site de Lanxade
28 route des Nébouts
24130 PRIGONRIEUX

FINANCEURS :



Sommaire

OBJECTIF DES ESSAIS	5
MATERIEL ET METHODES	5
LES MODALITES ETUDIEES	5
CONTROLES PRELIMINAIRES AVANT ESSAI	6
METHODOLOGIE.....	6
DISPOSITIF EXPERIMENTAL	6
DEROULEMENT DES ESSAIS	7
RESULTATS	11
DONNEES METEOROLOGIQUES	11
POURCENTAGE DE DERIVE OBTENU POUR CHAQUE MODALITE.....	13
COMPARAISON DES NIVEAUX DE DERIVE OBTENUE AVEC LE PULVERISATEUR TURBO 2 ENTRE LA MODALITE ECLATEURS ET LA MODALITE BUSES IDK :	15
ANNEXE 1 : ROSES DES VENTS POUR CHAQUE MODALITE TESTEE	19
ANNEXE 2 : VARIABILITE DES DONNEES OBTENUES.	22

Introduction

L'un des paramètres essentiels à l'efficacité d'un traitement est la capacité du matériel à localiser le maximum de produit pulvérisé sur la cible et de la manière la plus homogène possible tout en limitant les pertes au sol et dans l'air. L'acquisition d'indicateurs chiffrés sur les performances agronomiques et environnementales des pulvérisateurs est une étape incontournable dans l'identification des combinaisons de matériel permettant de réaliser les meilleures applications d'un point de vue agronomique et environnemental tout en tenant compte des aspects relatifs aux conditions d'utilisation.

Dans le cadre de son activité sur l'évaluation des pulvérisateurs arboricoles au sein de l'unité MATIC, le CTIFL propose, sur la base de méthodologies éprouvées et validées, la caractérisation des performances environnementales de ces matériels. La société CHABAS, constructeur et distributeur de pulvérisateurs arboricoles souhaiterait proposer une version jet porté de son appareil turbo 2. L'objectif attendu de cette transformation d'appareil est de diminuer son impact environnemental, en équipant ce dernier de buses à injection d'air. L'intérêt de ces buses étant de produire des gouttes plus grosses que la configuration pneumatique, afin que celles-ci soient moins transportables par le vent hors du verger. La société CHABAS a ainsi sollicité le CTIFL pour la mise en place d'un essai visant à étudier l'impact de cette technologie sur la qualité d'application.

Ce rapport présente les résultats de ces essais, conduit le 06/10/2021. Ces essais ont été conduits sur la parcelle support des essais de mesure de performances de pulvérisation du CTIFL, un verger standard de type haie fruitière en zone plane.



Photo 1 : Turbo 2 (source : CTIFL)

Objectif des essais

L'objectif de ces essais est de comparer les niveaux de dérive sédimentaire obtenus pour l'appareil Turbo 2 utilisé dans sa configuration pneumatique standard déjà commercialisée, en comparaison de sa configuration prototype en jet porté équipée de buses à injection d'air.

La performance environnementale est atteinte dès lors que le maximum de produit atteint sa cible. Dans le cadre de ces essais avec cet appareil l'évaluation des performances environnementales s'est axée sur sa capacité à réduire la dérive selon la configuration utilisée, la dérive étant la « quantité de produit phytopharmaceutique transportée hors de la zone soumise à pulvérisation sous l'action des courants d'air lors du processus d'application » (Norme ISO 22866 :2005). A noter que d'autres types de pertes dans l'environnement existent comme les pertes au sol et les pertes par évaporation.

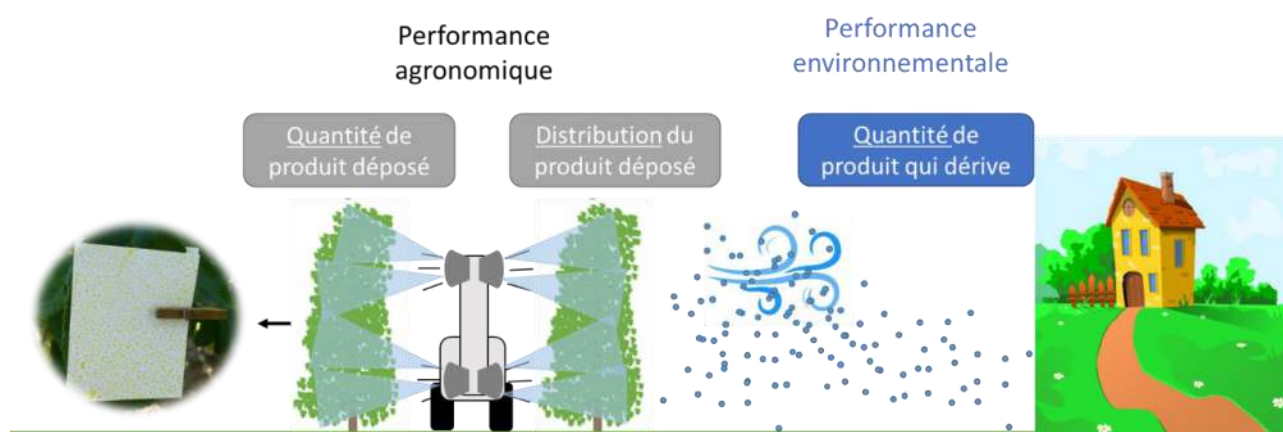


Figure 1 : indicateurs de performance d'une pulvérisation

Matériel et méthodes

Les modalités étudiées

L'appareil support des essais est le pulvérisateur Turbo 2 des Ets CHABAS. Le tableau 1 ci-dessous présente les 2 modalités testées dans le cadre de cet essai :

	1- Turbo 2 pneumatique	2- Turbo 2 jet porté + buses à injection d'air
Pulvérisateur	Turbo 2	Turbo 2
Régime moteur	450 tr/min	450 tr/min
Volume de bouillie	250 l/ha	266 l/ha
Vitesse d'avancement	6 km/h	6 km/h
Passage	Tous les rangs	Tous les rangs
Diffuseurs ouverts	22 (6 éclateurs en haut, 5 en bas)	18 (5 buses en haut, 4 en bas), IDK-90-015
Pression	1.5 bars	3 bars

Tableau 1 : descriptif des modalités

Contrôles préliminaires avant essai

Avant l'essai, la distribution de la pulvérisation a été réglée à l'aide du banc de mesure de la répartition verticale de la bouillie. L'orientation des diffuseurs a été ajustée pour être en adéquation avec la configuration de la parcelle support des essais.

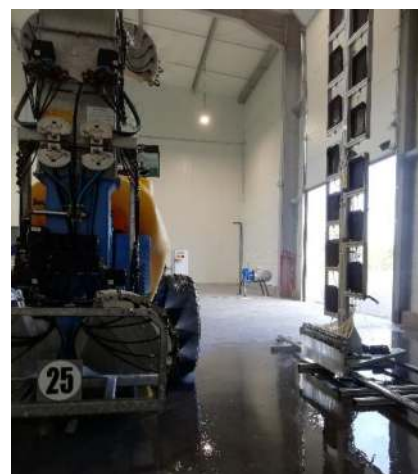


Photo 2 et 3 : Eprovettes et Turbo 2 durant les réglages (source : CTIFL)

Méthodologie

Les évaluations des performances environnementales ont été réalisées selon la norme ISO 22866 :2005 relative au « Matériel de protection des cultures — Mesurage de la dérive du jet au champ ». La méthode consiste 1) à positionner des lignes de boîtes de pétri en plastique au sol à plusieurs distances du dernier rang de la parcelle (5m ; 10m ; 20m et 30m), 2) à pulvériser, avec le matériel mis en conditions souhaitées, une solution eau + traceur selon un passage de tracteur pré défini la quantité de produit à déposer, 3) à récupérer les boîtes de pétri et mesurer par spectrophotométrie les quantités de produit déposé.

Le dispositif expérimental adopté dans cet essai est décrit ci-après.

Dispositif expérimental

Cet essai a été conduit le 06/10/2021 sur une parcelle plane de pommiers adultes (Tableau 2).

Parcelle d'essai 06/10/2021	
Nom de la Parcelle	Sa
Variété	Gala
Plantation	Hiver 2004/2005
Densité	2000 arbres / ha
Distance entre rangs	4 m
Distance sur le rang	1,25 m
Longueur des rangs	55 m
Hauteur plafond filets	4,20 m
Hauteur traitée moyenne	4,1 m
Largeur canopée moyenne	1,70 m
LWA en m ² /ha	20690 m ²

Tableau 2 : descriptif de la parcelle d'essai



Photo 4 : Parcelle d'essai (source : CTIFL)

Déroulement des essais

1- Enregistrement des données météo :

Durant les essais, les mesures météorologiques sont faites à l'aide d'une station météo OREGON. Cette station est placée à une dizaine de mètres de la parcelle à 4 m de haut. Les données sont consultables en temps réel sur la console (photo 5) et enregistrées.



Photo 5 : Console OREGON pour la visualisation des données

2- Pose des boîtes de pétri dans la parcelle nue adjacente :

Après repérage des positions de chacune des boîtes (40 boîtes de pétri par essai), la pose de ces dernières se fait ouverture vers le haut et stockage temporaire des couvercles selon le schéma ci-dessous (Figure 2) :

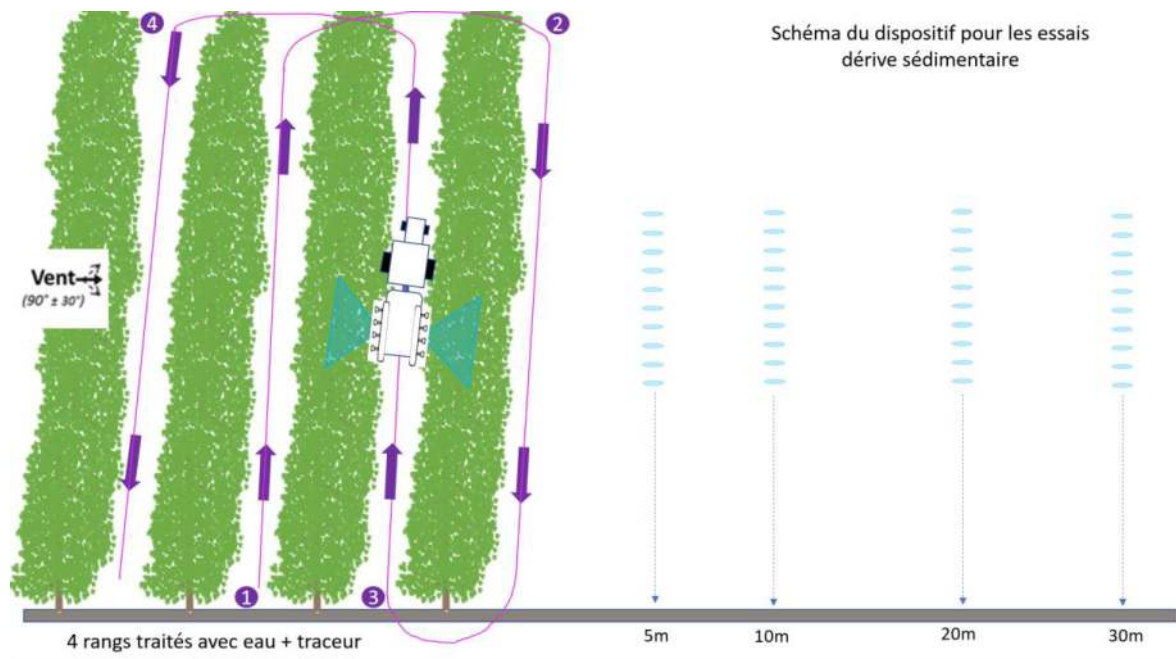


Figure 2 : Disposition des lignes de boîtes de pétri et passage réalisé par l'appareil testé

Les boîtes de pétri utilisées mesurent 14cm de diamètre, elles sont disposées en 4 lignes de 10 boîtes, chacune est identifiée selon la modalité, la répétition, la distance et la position de la boîte sur la ligne (Photo 6).



Photo 6 : pose des boîtes de pétri au sol

Le tableau ci-dessous (tableau 3) résume les caractéristiques la mise en place des essais.

Protocole actuel, collecte horizontale	
Zone traitée (pommiers)	56 m × 16 m
Type de collecte	Horizontale (dépôts au sol)
Distances de collecte dans zone non traitée adjacente	5, 10, 20 et 30 m du dernier rang
Type de collecteurs	Boîtes de Pétri (14 cm Ø)
Nbe de collecteurs par distance	10 par distance de collecte (total = 40)
Surface de collecte	Par distance 1495 cm ² Au total sur toutes les distance : 7475 cm ²
Traceur	Tartrazine à 10g/l
Nbe répétitions configuration pneumatique	3
Nbe de répétitions configuration jet porté	3

Tableau 3 : descriptif du dispositif expérimental

3- Préparation et pulvérisation de la bouillie « eau + traceur » :

Une solution « eau + tartrazine » est préparée afin d'obtenir une concentration de solution pulvérisée de 10 g/l de tartrazine. Ce traceur a été choisi en raison de sa solubilité dans l'eau, de sa stabilité à la lumière, de sa faible dangerosité vis-à-vis du manipulateur et de son coût réduit. Cette bouillie est ensuite appliquée en respectant les modalités d'essai définies. Après pulvérisation, un échantillon de la solution est prélevé à la sortie des buses ou dans la cuve. Cette solution sera appelée « solution mère », c'est à partir de cette solution qu'est réalisée une gamme étalon.

4- Réalisation du tir :

Les paramètres de tir sont enregistrés (conditions météo, durée de tir, incidents, boîtes cassées, ordre de passage réalisé dans les rangs traités ...). Le tractoriste réalise les passages en pulvérisant de chaque côté, à l'exception du passage entre le dernier rang de la parcelle et la première ligne de boîtes de pétri où il ne pulvérise que côté verger, puis on laisse sécher les collecteurs.

5- Récupération des boîtes de pétri au sol :

Après pulvérisation, chaque boîte de pétri identifiée est récupérée en positionnant le couvercle puis en les empilant par 10 dans un sachet, suivant leur distance par rapport au dernier rang. Les sacs sont bien identifiés par des codes définis au préalable.

6- Extraction du traceur :

Dans chaque boîte est rajouté 20, 40 ou 60 ml d'eau selon la distance de la ligne. Les flacons sont agités sur table pendant 5 min afin que l'ensemble du dépôt dans la boîte soit remis en solution. La tartrazine étant photostable, elle se conserve bien, les lots peuvent donc être stockés pour une analyse d'absorbance plus tardive.

7- Analyse au spectrophotomètre :

Principe de la mesure :

La mesure de l'absorption d'un rayonnement par une solution contenant un composé absorbant permet d'en déduire la concentration. La loi de Beer-Lambert permet de relier l'absorbance à la concentration C en mol/L $A = \log(I_0/I) = \epsilon \lambda \times l \times C = k \times C$ Cette formule ne marche que pour des faibles concentrations. La tartrazine est une molécule très soluble dans l'eau (300g/L dans l'eau).

Etape 1 : courbes d'étalonnage

La quantité en tartrazine (formule : $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$) d'une solution est directement corrélée à son absorbance à 427 nm (spectre visible). Une gamme étalon est faite à partir de la solution mère récupérée après pulvérisation dans la cuve ou en sortie de buses (concentration connue de 10g/l). La courbe obtenue à partir de cette gamme étalon permet de calculer l'équation reliant l'absorbance mesurée au spectrophotomètre au volume déposé dans la boîte. Cette équation est du type $y = a x + b$ où x correspond au volume de dilution et y l'absorbance mesurée. La gamme étalon (figure 3) est préparée selon le tableau suivant :

Bouillie mère		Solution 1	Solution 2	Solution 3	Solution 4
10g/l	bouillie mère (ml)	0,25	0,25	0,25	0,125
	Eau déminéralisée (ml)	40	60	100	400

Tableau 3 : Valeurs de la courbe d'étalonnage

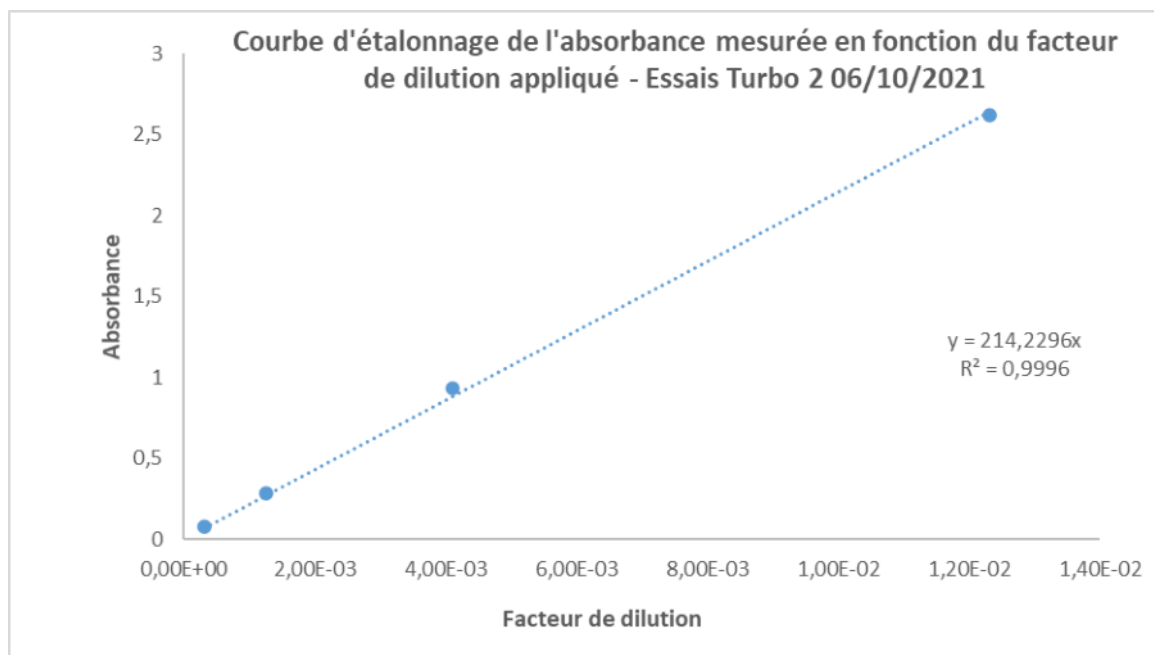


Figure 3 : exemple de courbe d'étalonnage permettant de corréler les mesures d'absorbance au facteur de dilution appliqué

Etape 2 : mesure des dépôts dans les boîtes de pétri

Toutes les boîtes de Pétri sont rapportées au laboratoire afin d'analyser les quantités de traceur collectées aux différents points de mesure. Les quantités de traceur sur les boîtes sont mesurées, en suivant la procédure décrite dans le protocole actuel :

1) Ajout d'une quantité d'eau pour mettre le dépôt en solution. Ce volume d'eau doit être ajusté en fonction de la taille du collecteur et de la concentration prévisible.

Pour des Boîtes de Pétri de 14 cm de diamètre, on a ajouté entre 20 et 60 ml d'eau déminéralisée (avec 3 gouttes de liquide vaisselle pour 5 L d'eau) dans chaque boîte.

2) Agitation sur table pendant 5 min à 150 tr/min.

Par la suite, tous les échantillons sont passés au spectrophotomètre afin de mesurer leur absorbance.

Comment se font ces mesures d'absorbance ?

Le volume de la solution obtenue pour l'extraction du traceur est largement supérieur au volume nécessaire pour la lecture au spectrophotomètre mais il permet d'assurer le renouvellement de la manipulation en cas de problème de lecture.

Pour chaque échantillon, 2 puits sont utilisés et une moyenne des 2 lectures est faite. Il faut donc déposer 2*200µl, chaque puits recevant 200µl de solution. Un « blanc » (répété sur 2 puits) est disposé sur la microplaque et sa position est renseignée dans le programme informatique du spectrophotomètre. Les mesures d'absorbance peuvent alors être réalisées (Photo 7). Pour une meilleure organisation, il est nécessaire de préparer à l'avance un plan de disposition des échantillons sur les microplaques.



Photo 7 : lecture de plaque au spectrophotomètre

8- Traitement des données d'absorbance et calcul des dépôts :

A partir de l'équation établie sur la gamme étalon, les volumes de tartrazine déposés sont calculés en fonction des lectures d'absorbance au spectrophotomètre. Le calcul de la quantité de produit déposé prend ensuite en compte plusieurs variables comme le volume d'eau employé pour le rinçage des collecteurs, le volume hectare appliqué ainsi que le volume mesuré pour l'échantillon donné. L'équation suivante permet de calculer le volume de la solution pulvérisée captée :

$$\text{Dérive}_{\text{en \%}} = \text{Abs} \times V_{\text{H}_2\text{O}} \times 10^{-3} \times (1/\text{coef rég}) / (\text{volume hectare} \times \text{surface de l'échantillon}) \times 10^6$$

Dérive en % : pourcentage de dérive obtenu en fonction du volume appliqué

Abs : absorbance mesurée

$V_{\text{H}_2\text{O}}$: volume d'eau distillée utilisé pour remettre en solution le dépôt en mL

1/ coef rég : inverse du coefficient de régression de la courbe étalon

Volume hectare : volume appliqué durant les passages en L/ha

Surface de l'échantillon : surface de la boîte de pétri en cm²

A minima, les principaux descripteurs à utiliser pour caractériser les dépôts sont : la moyenne, l'écart-type, la médiane (valeur qui sépare la population en deux fractions d'égale importance) et le 90ème percentile (valeur qui sépare la population en deux fractions, la première représentant 90% de la population).

Le traitement des données se fait ensuite de la manière suivante :

- Observation des séries de données pour chaque répétition (de façon individuelle) pour détecter d'éventuelles valeurs aberrantes.
- Calcul des critères cités précédemment pour l'ensemble des valeurs issues d'un même essai puis les résultats des trois répétitions sont rassemblés en une seule série à partir du moment où les 3 répétitions sont validées en termes de conditions climatiques.

Dans les textes normatifs, des conditions météorologiques « minimales » sont nécessaires pour la validation d'un essai dérive, elles sont rappelées ci-dessous (Extrait de la version DIS 2005-F de la norme ISO 22866,§) :

Conditions acceptables d'un mesurage de la dérive du jet au champ

a) vitesses du vent (mesurées 1 m au-dessus de la cible et au moins 2 m au-dessus du sol) d'au moins 1 m/s. Il convient qu'au plus 10 % de ces mesurages de vitesse soient inférieurs à cette valeur;

b) la direction du vent: la direction moyenne du vent doit être à $90^\circ \pm 30^\circ$ par rapport au passage de pulvérisation ou au bord sous le vent de la zone de pulvérisation directe lors de la période de pulvérisation et au plus 30 % des résultats doivent être $> 45^\circ$ par rapport à la perpendiculaire du passage de pulvérisation lorsque l'échantillonnage se fait à une fréquence de 1,0 Hz ;

c) les températures entre 5 °C et 35 °C.

La complexité de mise en œuvre de ces essais ne permet pas toujours de satisfaire à ces exigences. Le présent compte-rendu fait l'objet d'essais de comparaison de dérive générée par un système pneumatique et un système à jet porté sur le même appareil. Il est donc tout à fait possible de comparer la répétition de l'une des modalités par rapport à l'autre dans des conditions météorologiques similaires, même si elles ne respectent pas les conditions définies par la norme.

Résultats

Données météorologiques

Les résultats sont présentés essai par essai conformément au protocole actuel. Il y a donc 3 répétitions pour la modalité Turbo 2 avec éclateurs et 3 répétitions pour la modalité Turbo 2 jet porté équipé de buses à injection d'air IDK. Dans un second temps sont présentées les comparaisons Eclateurs / buses IDK.

Les graphiques suivants résument les conditions de vent mesurées pendant chaque test.

Les 6 essais ont tous été réalisés dans des conditions de vent compris entre 1 m/s et 5 m/s, ces deux limites sont représentées par les traits rouges sur la figure 4. L'orientation du vent en degrés pour les 6 essais est représentée sur la figure 5. Le détail pour chaque passage est présenté en annexe 1. Les deux barres rouges matérialisent la plage de directions entre lesquelles le vent doit se situer pour correspondre aux conditions définies par la norme ISO 22866 :2005. En prenant en compte les critères précis de la norme, seules les répétitions 2 du Turbo 2 avec éclateurs et 3 du Turbo 2 équipé des buses IDK seraient validées.

Cependant, au vu du contexte de ces essais qui visent à comparer deux à deux le même appareil équipé d'éclateurs ou de buses à injection d'air, et en tenant compte des données météorologiques qui sont compatibles en termes de vitesse et de direction de vent, il a été décidé de traiter les deux répétitions 1 ensemble, et la répétition 2 de la modalité « éclateurs » avec la répétition 3 de la modalité « buses IDK ». La répétition 2 de la modalité « buses IDK » et la répétition 3 de la modalité « éclateurs » ont été retirées du jeu de données du fait des conditions météorologiques trop divergentes par rapport à l'axe de passage de l'appareil. Les données pour ces deux répétitions sont cependant présentes dans les tableaux de résultats (Tableaux 4 et 5).

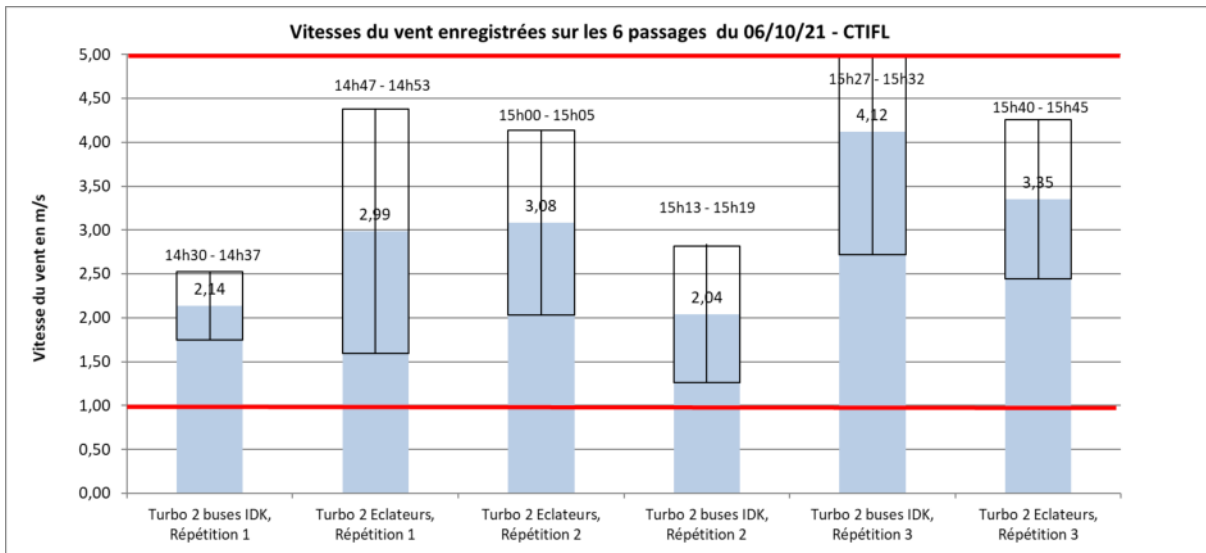


Figure 4 : Vitesses du vent mesurées en fonction de la modalité testée

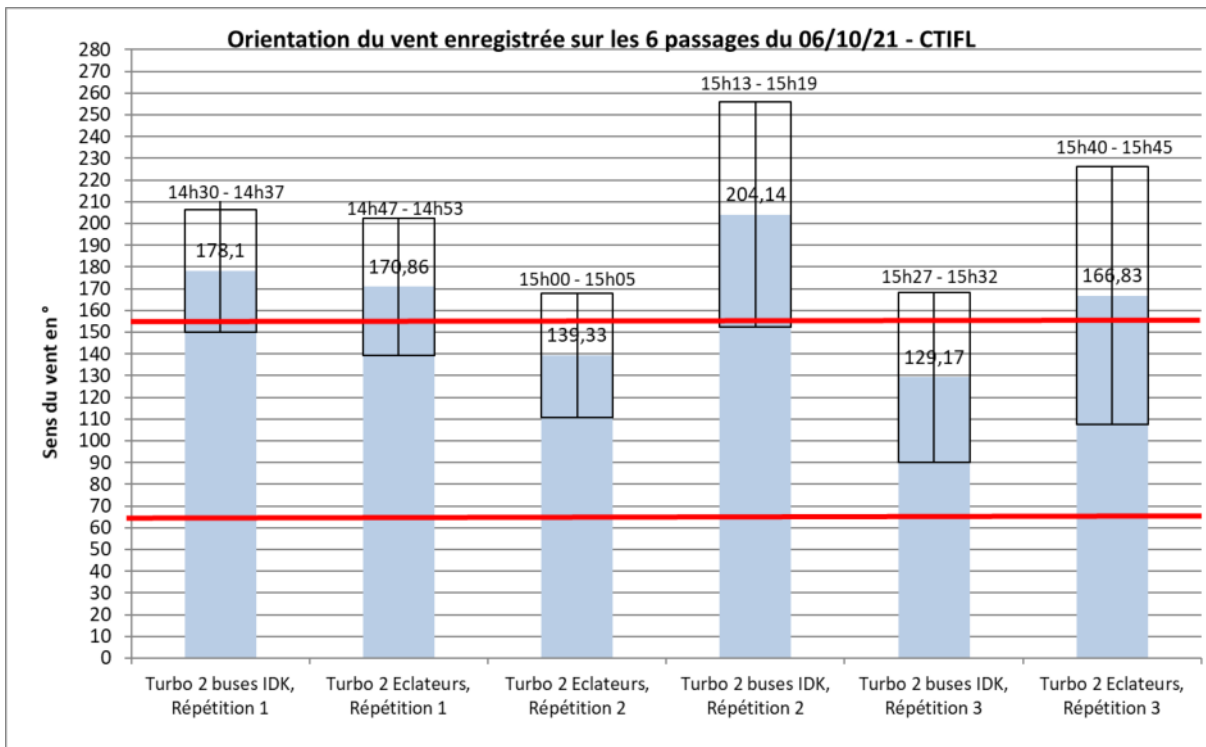


Figure 5 : Orientations du vent moyennes mesurées en fonction de la modalité testée

Une rose des vents est présentée pour chaque essai dans les annexes jointes.

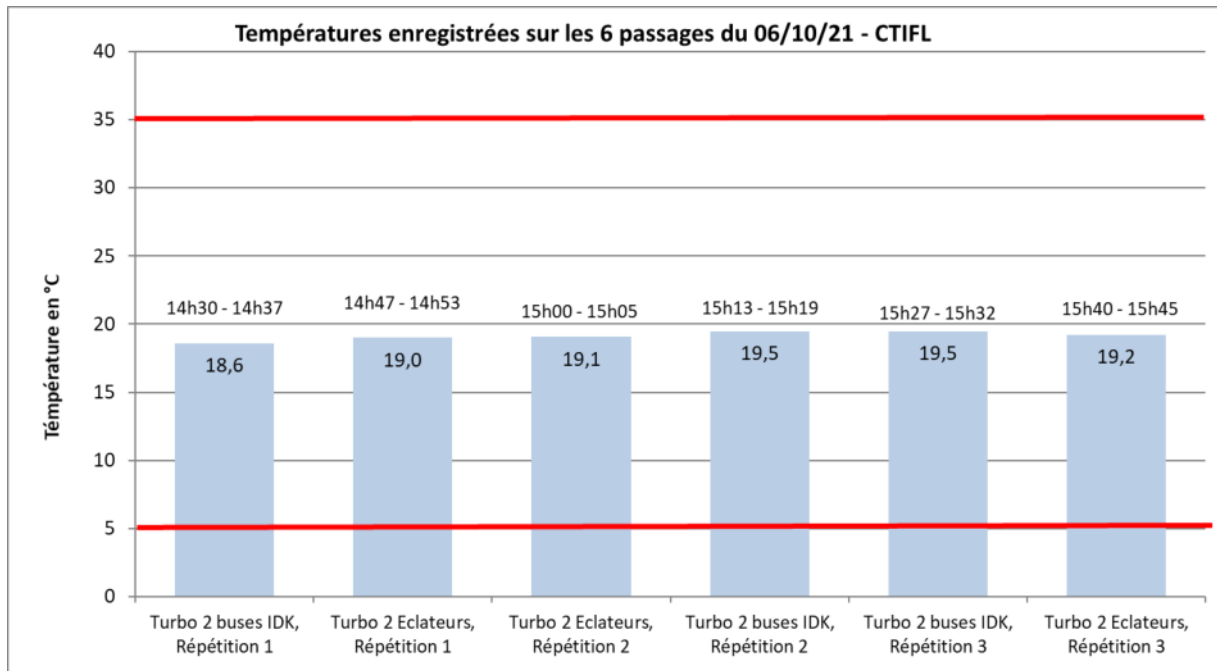


Figure 6 : Températures moyennes mesurées en fonction de la modalité testée

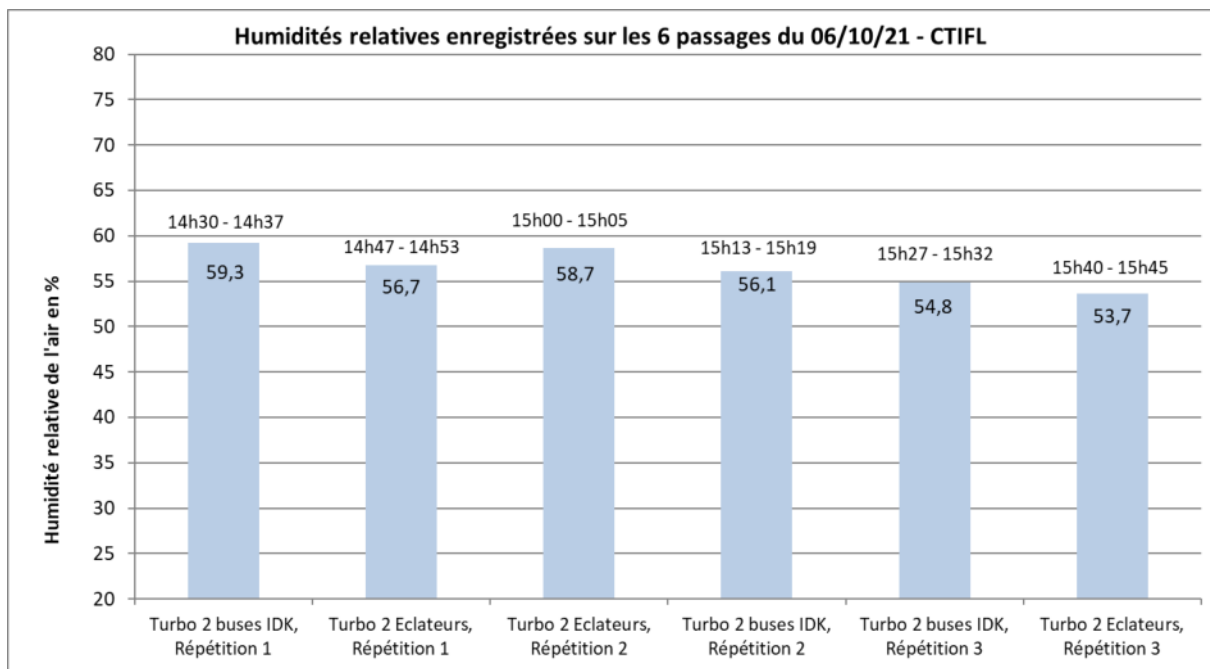


Figure 7 : Humidités relatives moyennes mesurées pendant les 6 essais.

Les figures 6 et 7 présentent les conditions de température et d'hygrométrie au moment des essais. Elles sont restées stables, autour de 19°C pour la température et entre 50 et 60% pour l'hygrométrie.

Pourcentage de dérive obtenu pour chaque modalité

Les 6 essais ont été conduits en alternant une modalité puis l'autre, afin de réaliser chaque répétition dans des conditions météorologiques les plus proches possibles d'une modalité à l'autre.

Les deux tableaux suivants (tableaux 4 et 5), résument les résultats obtenus pour les 3 répétitions de chaque modalité, pour les principaux descripteurs énoncés précédemment : la moyenne, l'écart-type, la médiane et le 90^{ème} percentile.

« Eclateurs » turbo 2	Distance collecte	5 m	10 m	20 m	30 m
		Nbe de valeur	10	10	10
Répétition 1	Moyenne	3,341	0,416	0,136	0,035
	Médiane	3,078	0,352	0,138	0,025
	90 ^{ème} centile	4,739	0,661	0,196	0,077
	Ecart type	1,154	0,235	0,066	0,037
Répétition 2	Moyenne	1,917	0,314	0,044	0,018
	Médiane	1,903	0,320	0,038	0,006
	90 ^{ème} centile	2,990	0,525	0,075	0,040
	Ecart type	0,968	0,169	0,027	0,022
Répétition 3	Moyenne	2,836	0,234	0,065	0,034
	Médiane	2,801	0,199	0,050	0,012
	90 ^{ème} centile	3,975	0,492	0,087	0,065
	Ecart type	0,935	0,161	0,050	0,061

Tableau 4 : Valeurs des 3 répétitions pour la modalité avec éclateurs

« Buses injection d'air IDK » turbo 2	Distance collecte	5 m	10 m	20 m	30 m
		Nbe de valeur	10	10	10
Répétition 1	Moyenne	9,051	6,219	0,133	0,017
	Médiane	10,042	6,441	0,053	0,000
	90 ^{ème} centile	14,191	15,381	0,295	0,041
	Ecart type	6,603	6,140	0,190	0,030
Répétition 2	Moyenne	3,785	0,321	0,095	0,000
	Médiane	3,802	0,339	0,088	0,000
	90 ^{ème} centile	4,896	0,376	0,122	0,000
	Ecart type	1,262	0,056	0,030	0,000
Répétition 3	Moyenne	1,308	0,063	0,066	0,132
	Médiane	0,503	0,047	0,012	0,082
	90 ^{ème} centile	3,817	0,140	0,113	0,264
	Ecart type	1,520	0,048	0,155	0,157

Tableau 5 : Valeurs des 3 répétitions pour la modalité avec buses IDK

Comparaison des niveaux de dérive obtenus avec le pulvérisateur Turbo 2 entre la modalité éclateurs et la modalité buses IDK :

COMPARAISON DES NIVEAUX DE DERIVE :

Les figures suivantes (figure 8,9 et 10), comparent les pourcentages de dérive obtenus en fonction de la distance, en utilisant les répétitions réalisées dans des conditions météorologiques similaires. Les données moyennes, médianes et 90^{ème} percentile sont représentées.

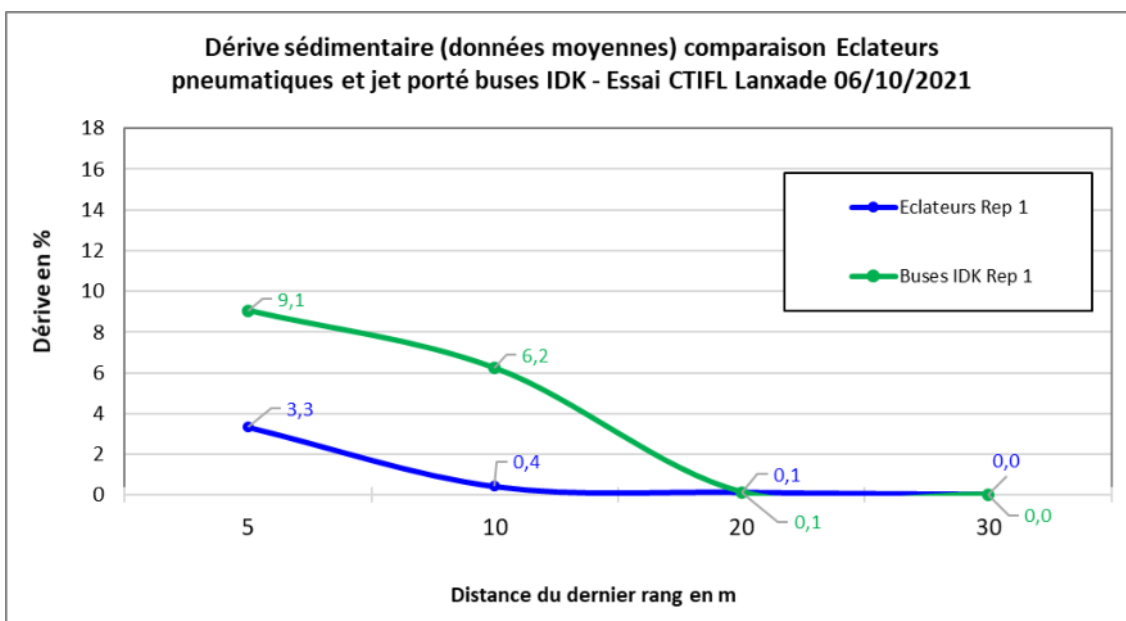


Figure 8 : Pourcentages de dérive sédimentaire généré par le Turbo 2 en version pneumatique (Eclateurs) ou équipé de buses à injection-d'air IDK_90_015 (buses IDK) sur les répétitions 1, en fonction de la distance par rapport au dernier rang. Données moyennes.

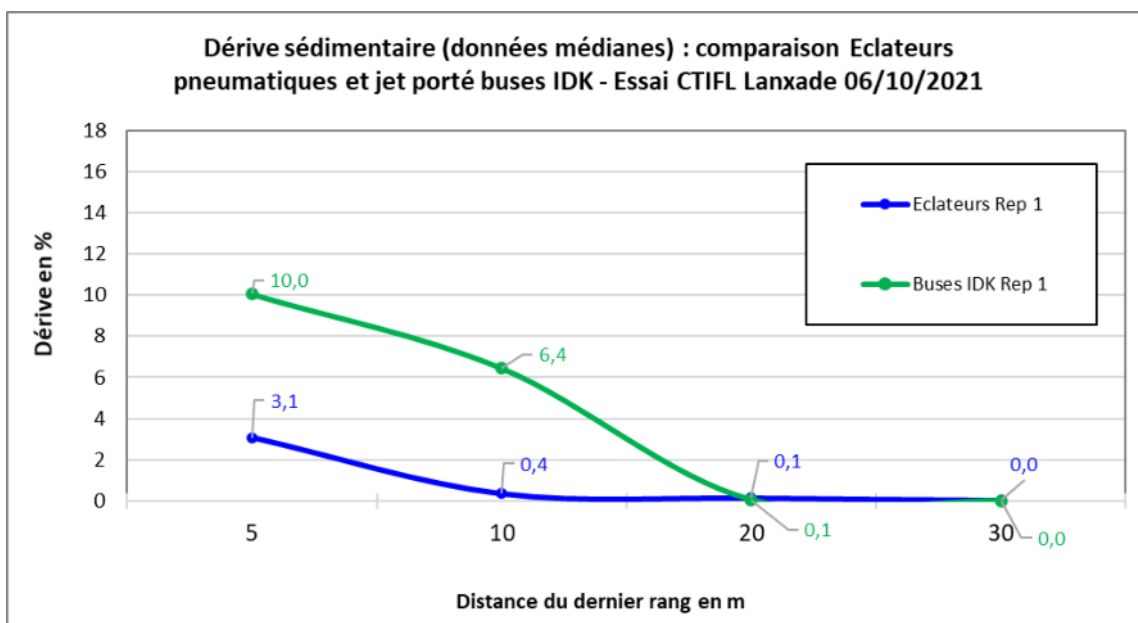


Figure 9 : Pourcentages de dérive sédimentaire généré par le Turbo 2 en version pneumatique (Eclateurs) ou équipé de buses à injection-d'air IDK_90_015 (buses IDK) sur les répétitions 1, en fonction de la distance par rapport au dernier rang. Données médianes.

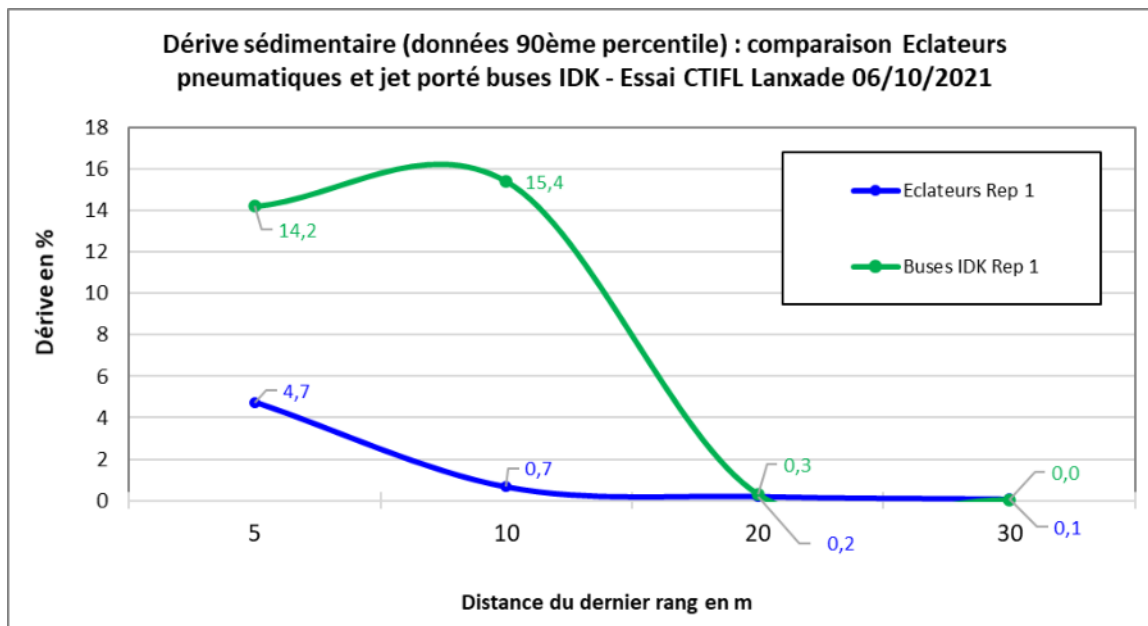


Figure 10 : Pourcentages de dérive sédimentaire généré par le Turbo 2 en version pneumatique (Eclateurs) ou équipé de buses à injection-d'air IDK_90_015 (buses IDK) sur les répétitions 1, en fonction de la distance par rapport au dernier rang. Données 90^{ème} percentile.

Quelles que soit les données observées (Moyenne, Médiane, 90^{ème} percentile), pour les répétitions 1, les niveaux de dérive sont inférieurs pour la modalité « Eclateurs » par rapport à la modalité « buses IDK » quelle que soit la distance de collecte. Le constat est le même lorsque l'on regarde les valeurs du 90^{ème} percentile, qui constitue le pire des cas. Sur les données moyennes de ces répétitions les buses IDK ont tendance à produire 2,8 fois plus de dérive à 5m et 15 fois plus à 10m.

À noter qu'à partir de 20m les résultats obtenus ne permettent plus de différencier l'une ou l'autre modalité, la limite de détection du traceur étant atteinte (Figure 8,9,10).

Les figures suivantes (11, 12 et 13) proposent de comparer les résultats obtenus pour la répétition « éclateurs » et la répétition 3 « buses IDK ». Elles comparent les pourcentages de dérive obtenus en fonction de la distance, en utilisant les répétitions réalisées dans des conditions météorologiques similaires. Les données moyennes, médianes et 90^{ème} percentile sont représentées.

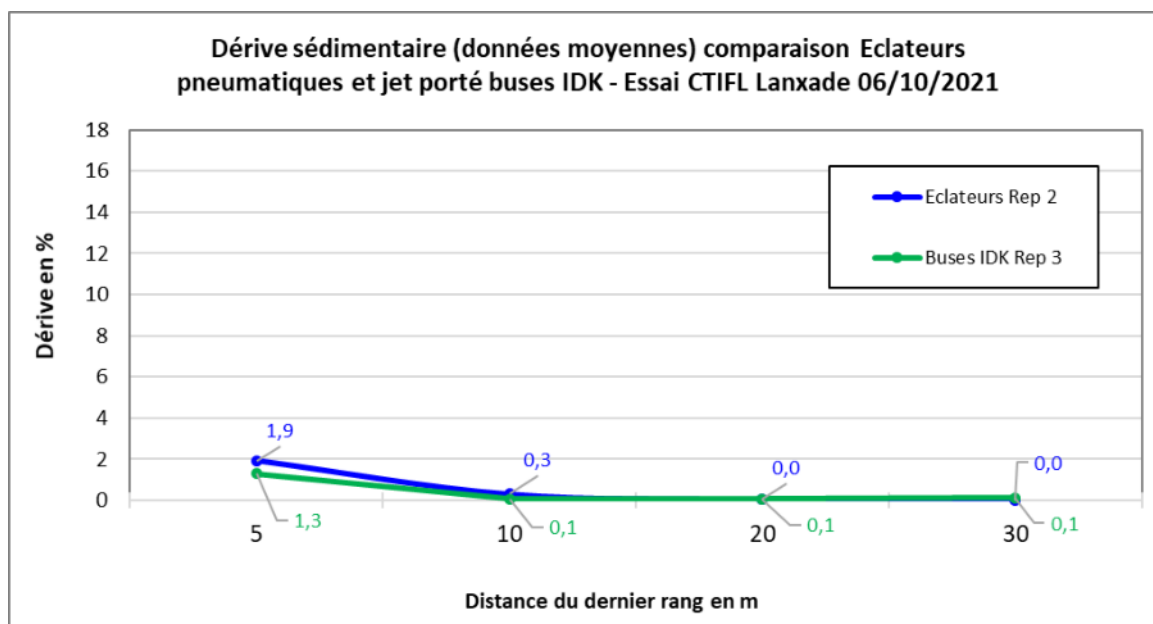


Figure 11 : Pourcentages de dérive sédimentaire généré par le Turbo 2 en version pneumatique (Eclateurs) répétition 2, ou équipé de buses à injection-d'air IDK_90_015 (buses IDK) répétition 3, en fonction de la distance par rapport au dernier rang sur les données moyennes.

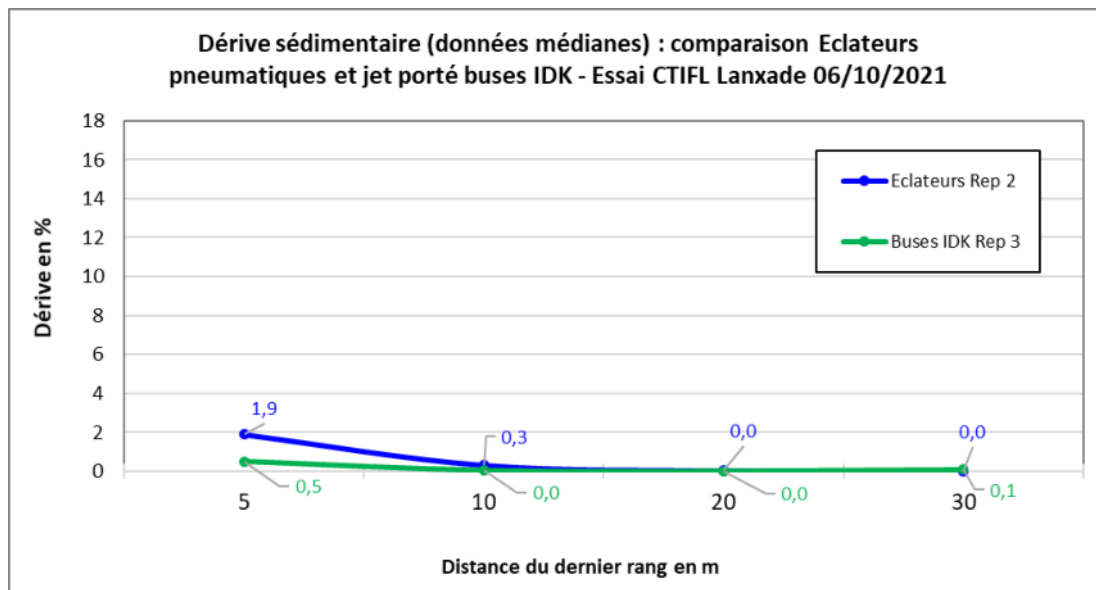


Figure 12 : Pourcentages de dérive sédimentaire générés par le Turbo 2 en version pneumatique (Eclateurs) répétition 2, ou équipé de buses à injection-d'air IDK_90_015 (buses IDK) répétition 3, en fonction de la distance par rapport au dernier rang sur les données médianes

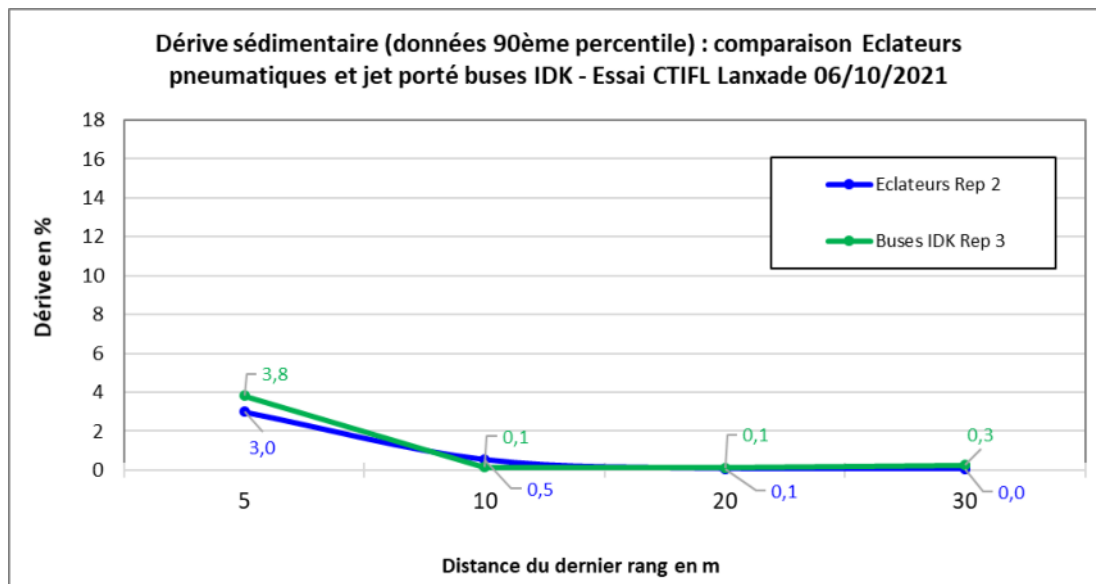


Figure 13 : Pourcentages de dérive sédimentaire générés par le Turbo 2 en version pneumatique (Eclateurs) répétition 2, ou équipé de buses à injection-d'air IDK_90_015 (buses IDK) répétition 3, en fonction de la distance par rapport au dernier rang sur les données 90ème percentile.

Les niveaux de dérive mesurés sur ces passages sont beaucoup moins élevés que sur les passages de la répétition 1 et les courbes obtenues sont très proches que l'appareil soit utilisé en configuration « éclateurs » ou « buses anti-dérive ». En moyenne à 5 m du dernier rang, les dérives générées par les éclateurs et les buses anti-dérive sont du même ordre de grandeur : 1.9% pour les éclateurs contre 1.3% pour les buses anti-dérive. A partir de 10m, les dérives sont proches de zéro.

Ces résultats sont un peu surprenants compte-tenu du fait que lors de ces passages, les conditions de vent étaient propices à une collecte de dérive importante (directions moyennes du vent comprises dans la zone des $\pm 45^\circ$ par rapport à la perpendiculaire de la trajectoire du pulvérisateur).

CE QU'IL FAUT RETENIR

Dans les conditions de ces essais, parcelles planes standards de vergers de fruits à pépins, conditions météorologiques locales, il est difficile de conclure sur l'intérêt d'équiper le pulvérisateur Turbo 2 de buses à injection d'air. Deux cas de figure ont été observés dans le cadre de cet essai :

- Un premier cas (répétition 1) où les conditions de vent étaient « perturbées » (vent en rafale, orientation du vent non perpendiculaire à la zone de collecte) : les niveaux de dérive générés lors ces passages sont très différenciés et dans ces conditions l'utilisation de buses anti-dérive n'a pas d'intérêt, elle génère à 5 et 10 m du dernier rang, plus de dérive que les éclateurs : 10% en moyenne à 5 m contre 3% pour les éclateurs, 6% en moyenne à 10 m contre 0.4% pour les éclateurs.
- Un second cas (répétition 2 éclateurs et répétition 3 buses anti-dérive) où les conditions de vent étaient théoriquement favorables à une collecte optimale de la dérive (orientation du vent perpendiculaire au verger) : étonnamment, dans ce cas, les niveaux de dérive générés sont moins élevés (<2% en moyenne) et les courbes de dérive obtenues sont similaires quelle que soit la configuration d'utilisation, avec éclateurs ou avec buses anti-dérive.

Annexe 1 : Roses des vents pour chaque modalité testée.

Les traits en pointillés blancs représentent les limites à $\pm 30^\circ$ et les traits pleins blancs représentent les limites à $\pm 45^\circ$. Le smiley rouge ou vert signifie que les données mesurées durant la répétition ne satisfont pas/satisfont les conditions décrites dans la Norme ISO 22866 :2005.



Figure 14 : Rose des vents pour la répétition 1 avec buses IDK

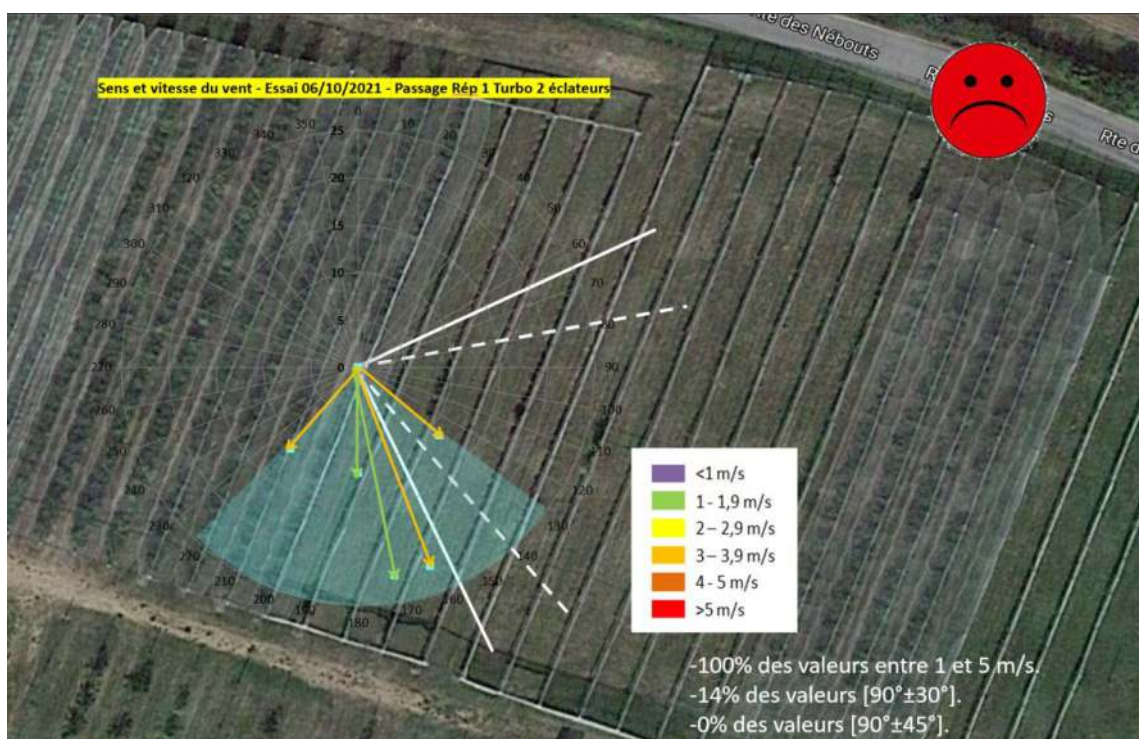


Figure 15 : Rose des vents pour la répétition 1 avec éclateurs

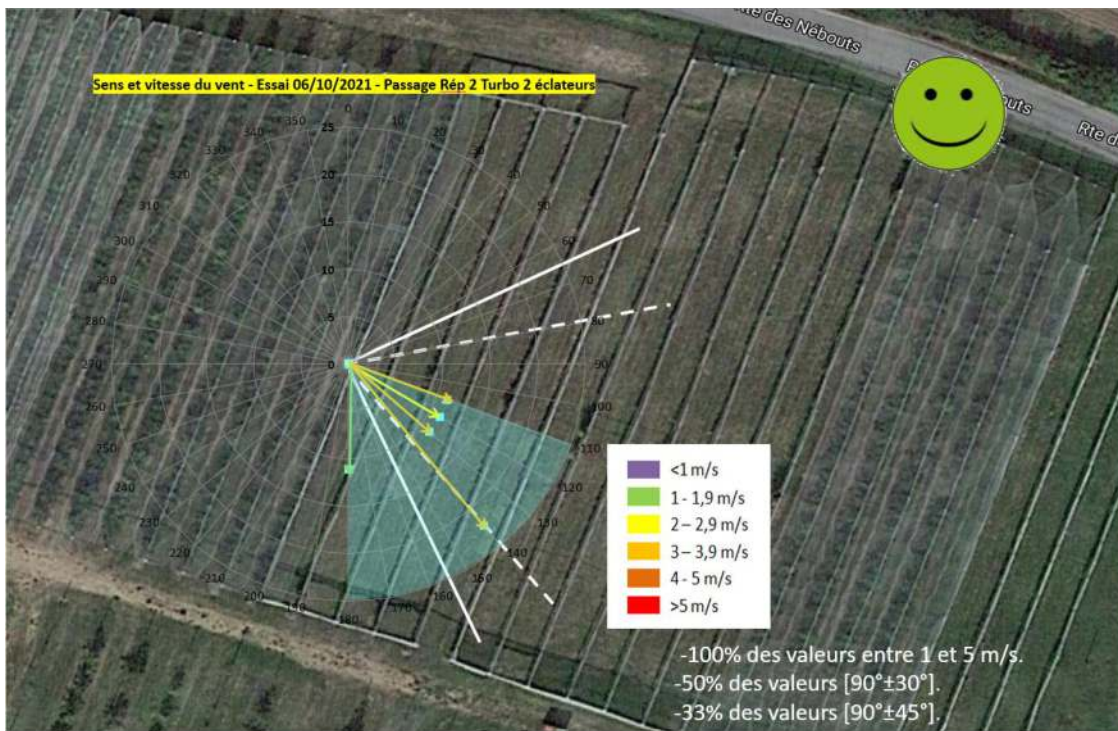


Figure 16 : Rose des vents pour la répétition 2 avec éclateurs

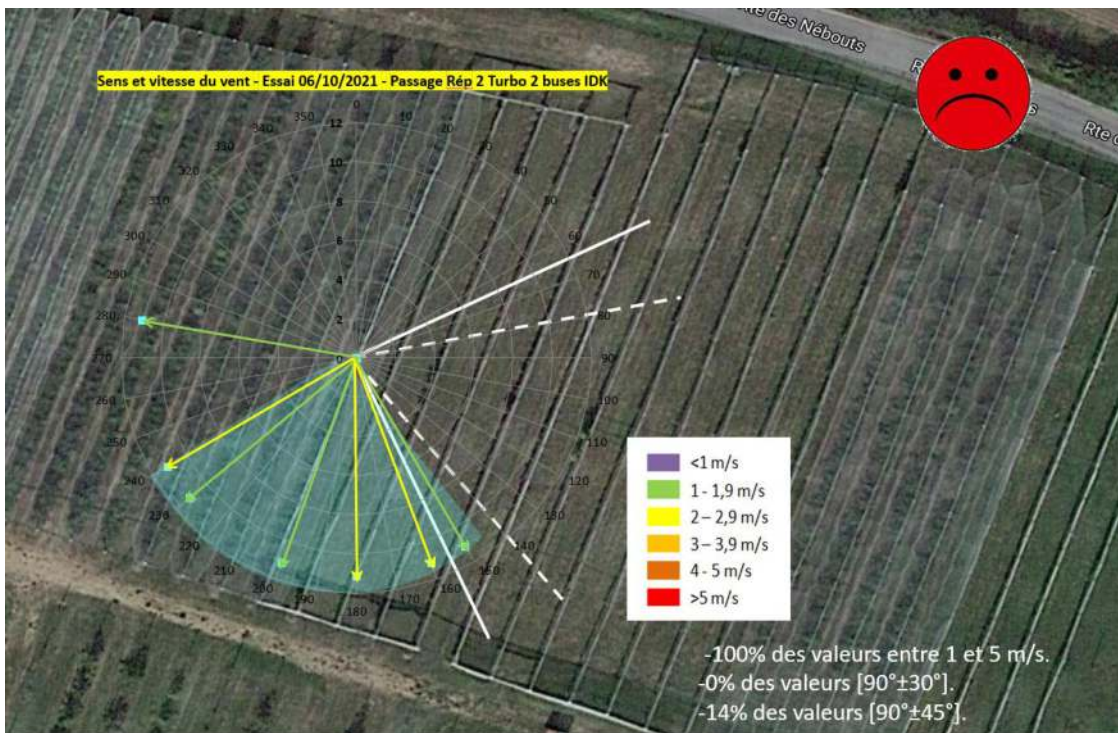


Figure 17 : Rose des vents pour la répétition 2 avec buses IDK

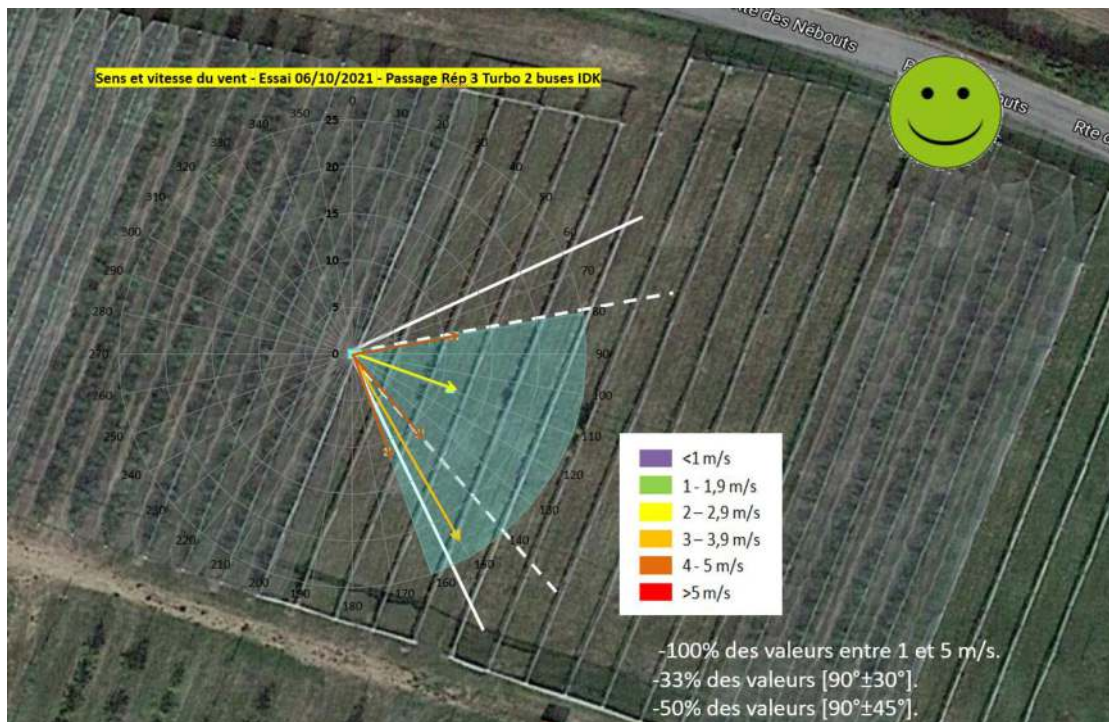


Figure 18 : Rose des vents pour la répétition 3 avec buses IDK

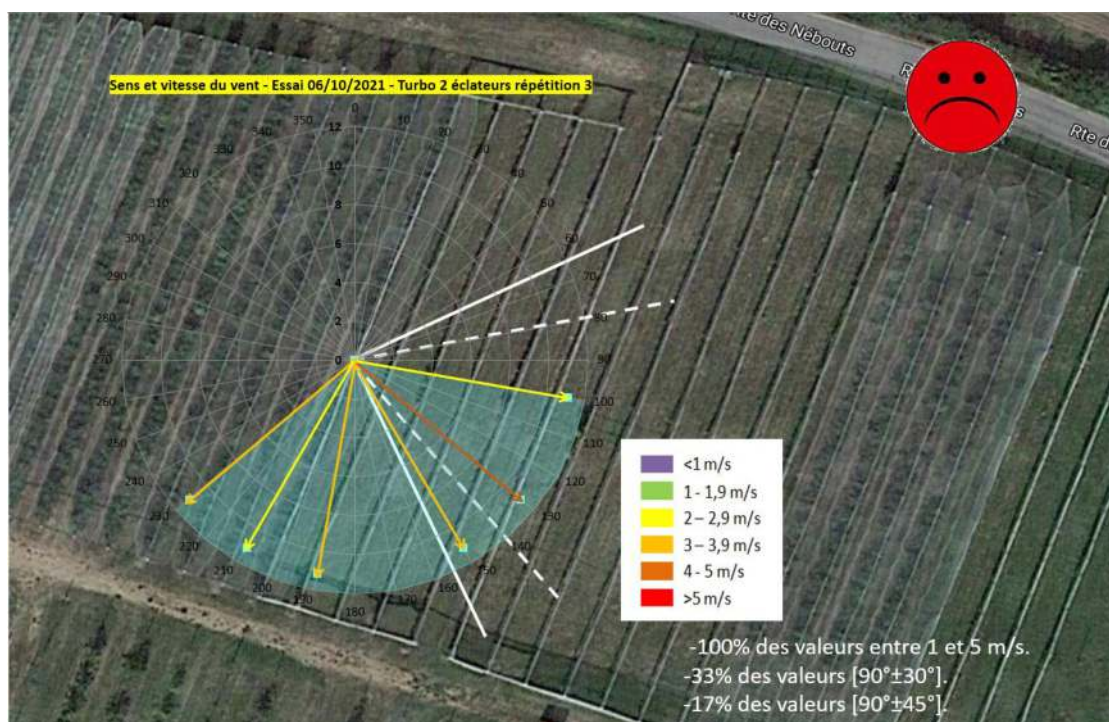


Figure 19 : Rose des vents pour la répétition 3 avec éclateurs

Annexe 2 : Variabilité des données obtenues.

Du fait de conditions météo assez tumultueuses, les coefficients de variations calculés pour chaque distance selon la modalité sont assez élevés, ce qui traduit une variabilité importante des dépôts mesurés dans les 10 boîtes d'une même ligne. Le coefficient de variation est calculé en faisant le rapport entre l'écart-type de 10 boîtes sur moyenne de dérive obtenue sur ces mêmes 10 boîtes.

CV	boîte	5	10	20	30
Répétition1	Buses_IDK_1_0610	72,961	98,723	142,393	181,952
	Eclateurs_1_0610	34,538	56,600	48,369	104,870
Répétition 2	Buses IDK_2_0610	33,346	17,562	31,583	NA
	Eclateurs_2_0610	50,499	53,831	62,088	126,885
Répétition 3	Buses IDK_3_0610	116,200	75,702	237,231	119,099
	Eclateurs_3_0610	32,986	68,615	77,879	182,324

Tableau 6 : Valeurs des coefficients de variation

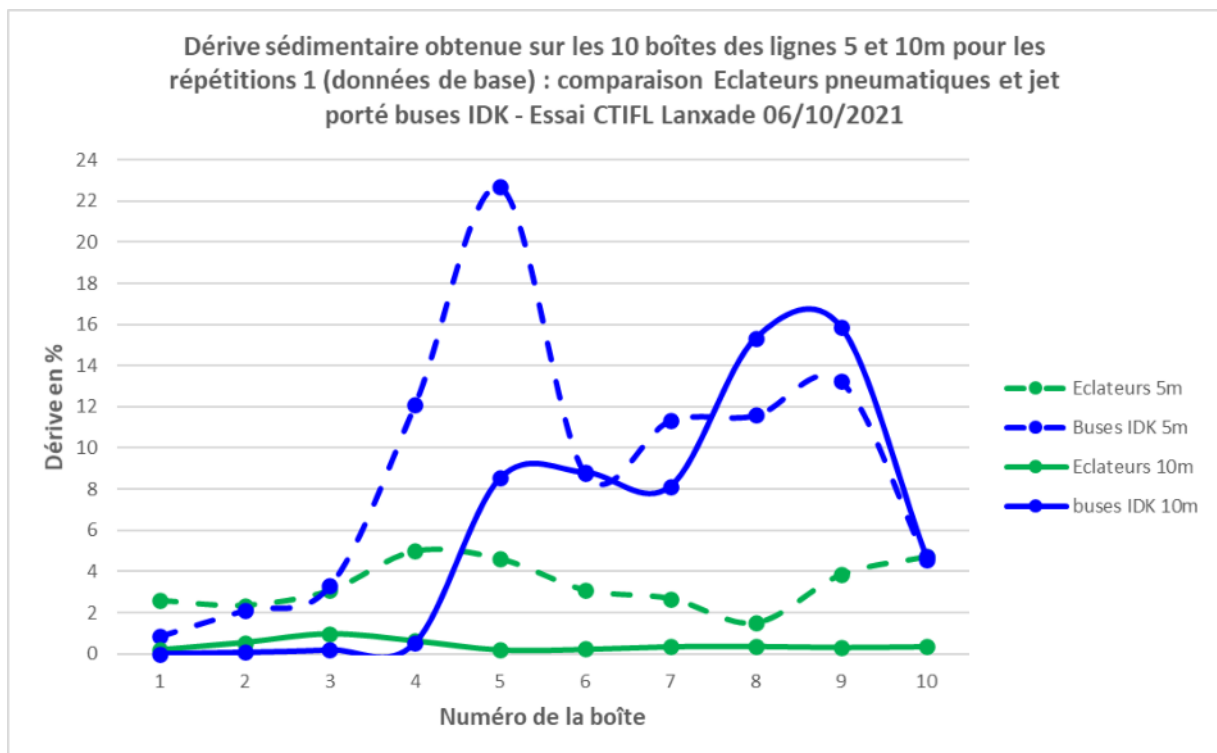


Figure 20 : Pourcentages de dérive sédimentaire générés par le Turbo 2 pour les répétitions 1 en version pneumatique (Eclateurs), ou équipés de buses à injection-d'air IDK_90_015 (buses IDK), dans chacune des boîtes de pétri des lignes 5m et 10m.

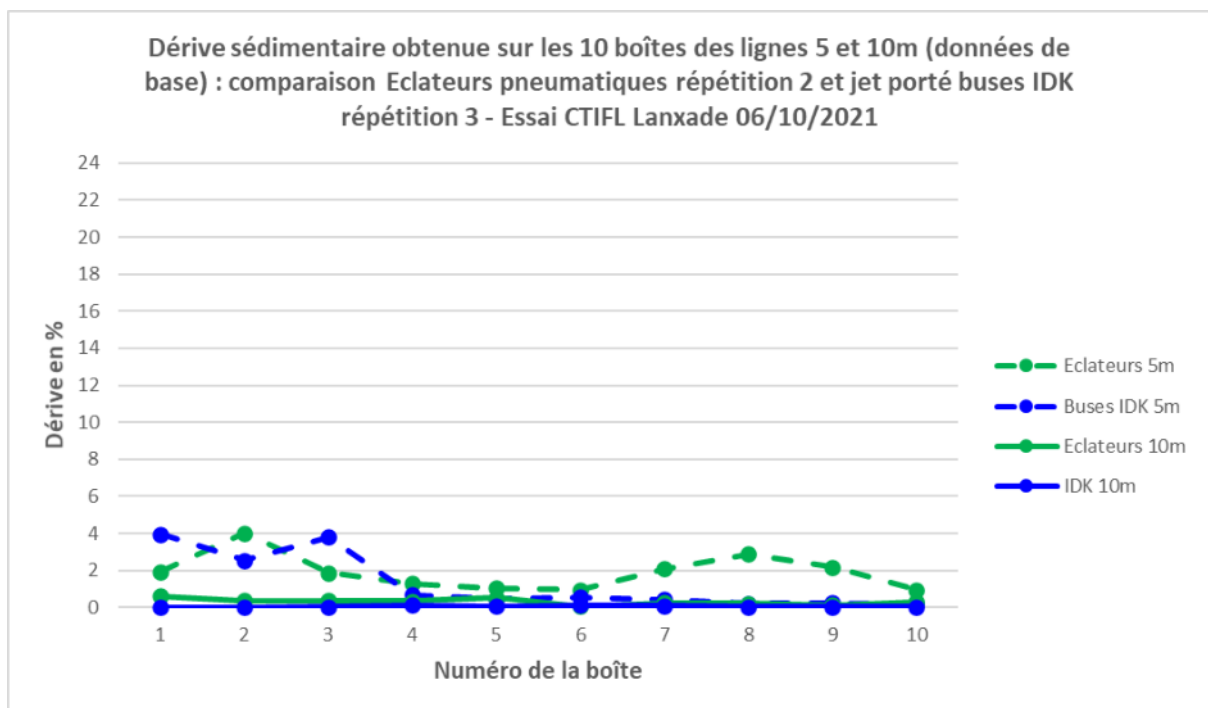


Figure 21 : Pourcentages de dérive sédimentaire généré par le Turbo 2 pour la version pneumatique (Eclateurs) répétition 2, ou équipé de buses à injection-d'air IDK_90_015 (buses IDK) répétition 3, dans chacune des boîtes de pétri des lignes 5m et 10m.