

FIELD ACCEPTANCE TEST PROCEDURE OF 40 VAISALA PRESENT WEATHER PWD22 SENSORS AND USE OF A THIES SPECTRO-RAIN GAUGE.

Fabrice Zanghi

Météo-France, DSO/DOS/CAT, 7 Rue Teisserenc de Bort 78190 Trappes, France
tel : 01 30 13 62 48, fax : 01 30 13 60 20, Email : fabrice.zanghi@meteo.fr

ABSTRACT

Météo-France has just purchased in 2004 40 PWD22 present weather sensors from Vaisala company . These equipment must be commissioned with a field acceptance test procedure sensors. It is a good opportunity to get a general idea of the capability of the sensor PWD22. They are checked under real weather conditions, by series of 8 sensors. One proceeds to a comparison inter-sensors and also compared to reference sensors. Detection of precipitations, visibility measurement are tested to check that the delivered sensors are in conformity with the schedules of conditions. The results show good correspondence compared to reference sensors :

Visibility : 50% of measurements at $\pm 20\%$ of the reference

Rain detection : better 90%

Drizzle detection : better 70% (in drizzle or rain)

False alarms : less than 2%

Inter-sensors good coherence : around 80% for precipitations.

At the same time a precipitation reference sensor (Thies spectro-pluviometer) is tested. A simple experience was done : Glass balls from several diameters were dropped from different heights to evaluate diameter and velocity given by the sensor. It is noted that the measurements provided by this sensor are not rigorously exact (diameter size and vertical velocity). They account generally for more or less 25% of the good value.

These advanced sensors gradually appear on the sale. The difficulty will be to be able to evaluate them with realism and rigour.

TEXT

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'automatisation de l'observation du temps présent, Météo-France vient d'acquérir en mai 2004, 40 systèmes de détection et d'identification des précipitations. Ces 40 capteurs de temps présent PWD22 (VAISALA) ont fait l'objet d'une recette technique. Un spectro-pluviomètre Thies est essayé et comparé à cette occasion.

Les objectifs sont multiples :

- 1) Tester si les capteurs *recettés* sont en conformité avec les objectifs du CCTP en vue de prononcer la recette technique.

- 2) Obtenir des informations sur les réponses de ces nouveaux capteurs aux divers épisodes météorologiques rencontrés (pluies continues, averses de pluie, réduction de la visibilité, ...).
- 3) En accord avec les spécifications du CCTP, avoir une idée de la dispersion des mesures pour un ensemble de capteurs de temps présent théoriquement identiques.

2. METHODE

Les capteurs envoient un message par minute qui décrit les données classiques de : Status de fonctionnement, Visibilité moyennée sur une minute, moyennée sur 10 minutes, Temps présent code NWS, code synoptique 0..99, Intensité de précipitation, Cumul de pluie, de neige. Les capteurs sont mis en service par groupes de 8 sur le parc instrumental de la DSO (Trappes). Les capteurs PWD22 sont disposés en deux rangées de 4 et espacés de 5 mètres environ. Un des capteurs (N° Z11309) de la première série sera gardé comme témoin pendant toute la durée de la recette. Une période de recette dure au moins une semaine et doit comporter au moins un épisode de précipitations. Le capteur spectro-pluviomètre Thies est en fonctionnement permanent. Il est distant de 30 m du champ des PWD22.



Photo 1 : Vue de 5 capteurs PWD22 (sur 8) en recette dans le parc DSO

2.1. ETUDE DU TEMPS PRESENT

2.1.1. **Calcul d'une référence temps présent sur les codes Synop**

La difficulté réside dans la détermination du temps présent réel ou plausible en absence d'observateur clinique. A partir des codes Synop des 8 capteurs on définit une référence de la façon suivante : Pour chaque minute on prend le code majoritaire, celui qui est indiqué le plus souvent par les capteurs valides. En cas d'égalité on retient le code le plus élevé.

Chaque minute d'observation comporte donc une observation de référence déduite de l'ensemble des 8 capteurs en fonctionnement. Cette méthode permet de vérifier si tous les capteurs PWD22 en essai ont un comportement identique. Les capteurs fonctionnent sans interruption, il n'y a pas de minute manquante.

2.1.2. **Traitements des données**

Cette méthode permet d'obtenir un tableau de contingence pour chaque capteur. Les documents associés à chaque capteur (40 imprimés) sont disponibles dans un document de travail général. Les principaux types de temps présent rencontrés sont : « 0 » : pas de phénomène, pas de précipitation., « 4 » : brume sèche ou fumée ou poussières en suspension mais visibilité supérieure à 1 km, « 10 » : brume, « 30 » : brouillard, « 51 » : bruine faible ne se congelant pas, « 61 » : pluie faible, « 62 » : pluie modérée, « 63 » : pluie forte, « 67 » : pluie (ou bruine) et neige faible, « 99 » : code artificiel créé par la base de données pour indiquer que la donnée du capteur est absente.

Compte tenu de la période d'évaluation on ne devrait pas trouver de précipitation congelante (codes 54, 55, 56, 64, 65, 66), ni de neige (67, 68, 70, 71, ...75).

2.2. COMPARAISON AVEC UN SPECTRO PLUVIOMETRE

Pour palier à l'absence d'observateur humain pendant les campagnes de comparaison, on a comparé les PWD22 à un instrument de nature différente qui peut être considéré comme un capteur de référence : le spectro-pluviomètre Thies.

2.3. ETUDE DE L'INTENSITE DES PRECIPITATIONS

Il n'y a pas de capteur de référence. On procède par inter comparaison des capteurs en recette. Pour chaque minute, la référence sera la médiane des mesures d'intensités de précipitations mesurées par les 8 capteurs de la série. On fixe à 6 le nombre minimum de capteurs fournissant des données situées dans leur gamme de mesure pour valider cette référence. Les résultats sont donnés graphiquement sous forme de « boîtes à moustaches ». Les intensités de précipitations sont exprimées en mm/h et moyennées sur une minute. Des classes d'intensité de précipitations sont définies.

2.4. ETUDE DE LA VISIBILITE

La Portée Optique Météorologique POM est moyennée sur une minute. La gamme de mesure du PWD22 est limitée à 20 km. On a défini un certain nombre de classes de visibilité. Pour chaque capteur, on disposera : d'un graphique présentant une inter comparaison entre les huit capteurs en essais en prenant comme référence la médiane des 8 POMs des PWD22 et d'un graphique où on le compare à la médiane des POMs de 3 diffusomètres de référence du site de Trappes : FD12 visibilimètre de Vaisala, Belfort type 6210, Degréane DF20 témoin n°1

Symboles utilisés dans les graphiques « boîtes à moustaches » :

Pour chaque classe qui a été définie, une boîte rectangulaire est tracée, prolongée par 2 traits horizontaux et 3 autres symboles :

la croix (X) représente la médiane de la classe

la boîte rectangulaire contient 50% des valeurs

entre les pointes des moustaches (lignes horizontales) il y a 90% des valeurs

entre les tirets verticaux il y a 99% des valeurs

les signes < indiquent les valeurs extrêmes (quand elles sont à l'intérieur de limites de l'échelle horizontale des graphiques)

le nombre d'éléments dans la classe est écrit en gras à droite

3. RESULTATS

La période de recette comporte 6 sessions. Elles sont décrites dans un document général. Les codes les plus souvent rencontrés sont le code WW = 10 pour la brume, le code WW = 30 pour le brouillard. les codes WW 51, 52, 61, 62, 63 pour les bruines faibles à modérées et les pluies faibles à fortes.

3.1. COMPARAISON D'UN PWD22 AVEC UN SPECTROPLUVIOMETRE THIES

3.1.1. Temps présent

L'étude est faite sur la plus longue session de recette avec le PWD22 qui reste fixe (n° Z11309) pendant toute la campagne (la n°6 du 14/06 au 14/07/2004). Le capteur Thies fournit des informations de temps présent et d'intensité de précipitation. Le tableau ci-dessous indique les pourcentage de distribution par rapport aux indications du capteur de référence Thies. Les résultats montrent une bonne correspondance en détection des précipitations liquides.

PWD22 \ Thies	Absence de précipitation	Précipitation de bruine	Précipitation de pluie	
Absence de précipitation	97%	0%	2%	Sur 41514 cas
Précipitation de bruine	12%	12%	72%	Sur 416 cas
Précipitation de pluie	3%	1%	96%	Sur 1742 cas

Tableau 1 : Comparaison du PWD22 (n° Z11309) avec le spectro-pluviomètre Thies (période du 14/06 au 16/07/2004)

La somme des valeurs des lignes n'atteint pas toujours 100%. Ces cas sont ceux où le capteur PWD22 identifie de la brume

Le taux de fausses alarmes est correct. En matière de détection, les taux de concordance sont corrects. Le spectro pluviomètre est un appareil de référence très sensible détectant des précipitations dont l'intensité est inférieure à 0,01 mm par heure. L'identification de la pluie en « pluie » est bonne. L'identification de la bruine en « bruine » est moins en accord avec les données du spectro pluviomètre. Le PWD22 privilégie l'identification de la pluie par rapport à la bruine lorsqu'il y a une faible précipitation liquide.

3.1.2. Intensité et cumuls de précipitations

Le graphique figure 8 représente les variations des cumuls de précipitations mesurés par le Thies et le PWD22 pendant la période du 14/06/2004 au 16/07/2004. On constate que malgré une certaine différence qui s'accroît au fil du temps entre les deux cumuls. Les sauts représentant les épisodes précipitants sont simultanément marqués par les deux capteurs. On verra que les intensités de précipitation mesurées par l'ensemble des capteurs se situent dans une fourchette d'un rapport 2.

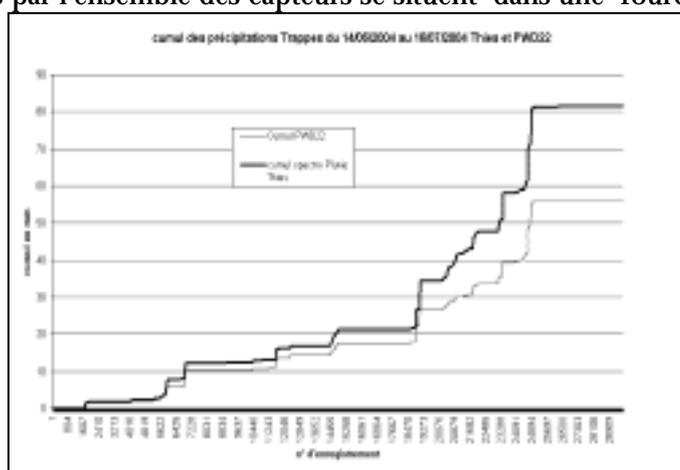


Figure 8 : Cumul des précipitations entre le 14/06 et le 16/07/2004 mesuré par le capteur Thies et le PWD22 Z11309 témoin.

3.2. COMPARAISON INTER-CAPTEURS, DISPERSION DES DIAGNOSTICS

Sur le tableau 3 de contingence qui résume le comportement des 40 capteurs dans les situations rencontrées, on constate une assez bonne correspondance entre les observations de « *référence inter capteurs* » et les observations des capteurs pris séparément. Ce tableau de contingences global est établi à partir des 40 tableaux de contingence de chaque capteur. Chaque case de ce tableau est la somme des cases correspondantes des tableaux individuels. La référence est indiquée dans la première colonne. Les données des capteurs sont réparties par rapport à la première ligne du tableau. Les précipitations liquides sont correctement observées. La brume met en évidence la dispersion des mesures de visibilité inter capteurs autour du seuil de 5000 m. Pour les précipitations, il y a similitude entre ce tableau et celui obtenu précédemment par comparaison du capteur témoin avec le spectro-pluvio Thies. Accord sur :

- absence de précipitation : 98% contre 97%
- détection de la bruine faible : 84% (74% bruine faible + 10% pluie faible) contre 84% pour le Thies
- détection de la bruine modérée : 99% (14% bruine faible+71% bruine modérée+12% pluie faible+2%pluie modérée) contre 84% pour le Thies
- détection et identification de la pluie : 93% (91%pluie+2%pluie modérée) contre 96%. pour le Thies

Les deux méthodes (§ 3.1.1 et § 3.2) de comparaison des codes synoptiques sont différentes. La première compare directement un capteur à un autre de type différent. La seconde compare le même capteur à l'ensemble du groupe de même type dont il est issu. Ces résultats valident le calcul de la référence majoritaire inter capteurs pour le choix de la référence de temps présent.

	0	4	10	30	51	52	61	62	63	67	99	somme
0	98%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	645097
4	16%	80%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2907
10	13%	0%	85%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	59985
30	0%	0%	2%	98%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4327
51	14%	0%	2%	0%	74%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	3896
52	0%	0%	0%	0%	14%	71%	12%	2%	0%	0%	0%	84
61	6%	0%	0%	0%	1%	0%	91%	2%	0%	0%	2%	45301
62	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	87%	3%	0%	0%	4910
63	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	93%	0%	0%	990
67	71%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	7%	0%	14%	0%	14

Tableau 3 : Tableau de contingence représentant les correspondances entre l'observation de référence (majorité des 8 capteurs en service au moment de l'observation) et les observations des capteurs pris individuellement.

Remarque : la somme des % représentent les mesures valides et ne concernent pas les mesures manquantes de la dernière colonne.

3.3. DISPERSION DES INTENSITES DE PRECIPITATIONS

Le facteur multiplicatif est la valeur par laquelle il faut multiplier l'intensité de précipitation donnée par un capteur pour obtenir la valeur d'intensité de pluie de la *référence*. La grande majorité des intensités de précipitations mesurées est inférieure à 5 mm/heure. Pour les intensités inférieures à 2 mm/h, 99% des mesures se situent dans un facteur multiplicatif allant de 0,6 à 1,5. de la valeur de

référence (médiane entre les 8 capteurs en essais à chaque session. Pour chaque capteur, on ne remarque pas de relation particulière entre la sous évaluation ou la sur évaluation et l'intensité de la précipitation. Un capteur conserve sa tendance indépendamment de l'intensité de la précipitation.

Dispersion du facteur multiplicatif des PWD22	Intensité < 2mm/h de la plage du coefficient	Intensité > 2mm/h de la plage du coefficient
Pour 50% des données	0,3	0,25
Pour 90% des données	0,8	0,65

Tableau 4 : Tableau donnant la largeur de plage du coefficient en fonction du pourcentage de données en accord.

Ce tableau signifie qu'un capteur possédant un coefficient de comparaison de 1 (capteur parfait) peut donner parfois, lorsque l'intensité est inférieure à 2 mm/h, une intensité inférieure ou supérieure de 40% (0,8/2) à la réalité ou d'un capteur à l'autre, alors que ceux-ci sont identiques et placés au même endroit dans les mêmes conditions.

3.4. MESURES DE VISIBILITE

Le graphique (figure 9) suivant représente pour le capteur témoin Z11309 l'ensemble des six périodes de tests.

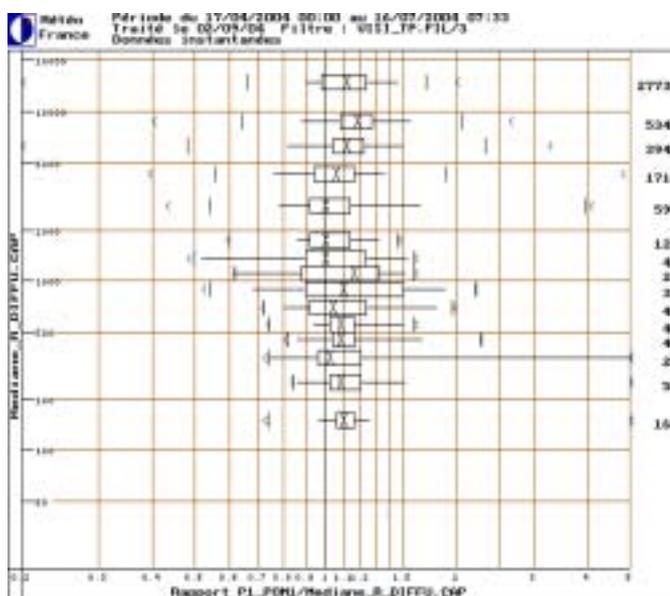


Figure 9 : Comparaison de la visibilité donnée par le PWD22 Z11309 avec la référence (médiane des capteurs de Trappes) sur la somme ses six sessions.

Le nombre de valeurs de visibilités inférieures à 2000 m est assez restreint (2% des données de la période). On ne peut donc tirer des conclusions définitives. Il apparaît tout de même que le capteur conserve un comportement régulier et acceptable dans toutes les gammes de visibilité (90% des mesures (extrémités des lignes horizontales) à $\pm 20\%$). Ici, ce capteur a tendance à surestimer la visibilité.

3.5. DISPERSION DES VISIBILITES

Dans le premier tableau (tableau 5), la dispersion est calculée par rapport à la référence inter capteurs, dans le second (tableau 6) par rapport aux capteurs fiables (BELFORT 6210, FD12, DF20 témoin) du site. Les dispersions importantes apparaissent lorsqu'il y a peu de mesures. Les coefficients sont donnés dans une fourchette car les sessions ont donné des résultats différents.

Visibilité du capteur PWD Z11309 en comparaison inter-capteurs PWD22	Position de la Médiane coefficient	Position du coefficient pour obtenir 50% des mesures en accord	Position du coefficient pour obtenir 90% des mesures en accord
Inférieure à 1000 m	entre 0,95 et 1,1 (peu de cas)	entre 0,95 et 1,2	entre 0,8 et 1,25
Entre 1000 et 5000 m	entre 0,9 et 1,2	entre 0,8 et 1,2	entre 0,7 et 1,3
Supérieure à 5000 m	entre 1 et 1,15	entre 0,95 et 1,15	entre 0,8 et 1,25

Tableau 5 : Comparaison avec la référence inter capteurs donnant la largeur de plage du coefficient en fonction de la visibilité et du pourcentage choisi de données en accord.

Visibilité du capteur PWD22 Z11309 en comparaison avec les références du site	Position de la médiane coefficient	Position du coefficient pour obtenir 50% des mesures en accord	Position du coefficient pour obtenir 90% des mesures en accord
Inférieure à 1000 m	entre 1 et 1,2	entre 0,9 et 2	entre 0,5 et 5
Entre 1000 et 5000 m	1,1	entre 0,85 et 1,4	entre 0,5 et 3
Supérieure à 5000 m	1,1	entre 0,95 et 1,3	entre 0,75 et 1,7

Tableau 6 : Comparaison avec les capteurs de référence du site donnant la largeur de plage du coefficient en fonction de la visibilité et du pourcentage choisi de données en accord pendant toute la campagne (6 sessions).

Un capteur parfait devrait montrer un coefficient égal à 1 et des largeurs faibles pour 50% et 90% des mesures. On remarque pour ce capteur témoin un coefficient légèrement supérieur à 1, ce qui indique une mesure des POM légèrement optimiste.

4. CONFORMITE AVEC LE CCTP

4.1. DETECTION ET IDENTIFICATION DES PRECIPITATIONS

	CCTP	PWD22 Z11309 (tableau 1)
Fausses alarmes	moins de 3%	2%
Détection de la bruine	Au moins 60%	84% (12%+72%)
Détection de la pluie	Au moins 60%	97% (1%+96%)
Identification de la bruine	Au moins 65%	12%
Identification de la pluie	Au moins 65%	96%

Tableau 2 : comparatif entre les exigences du CCTP et les résultats comparatifs (en utilisant le capteur Thies comme référence).

4.2. CONFORMITE, CONCLUSION

On a vu qu'en matière de détection le PWD22 est acceptable voir bien supérieur aux demandes du CCTP. Pour l'homogénéité des mesures de précipitations (tableau 3), les résultats sur la bruine sont légèrement inférieurs (de 6%) à ce qui était demandé (80% des identifications d'un même phénomène devaient être identiques). La pluie est toujours bien vue par un ensemble des capteurs. Rappelons que nous n'avons pas effectué de tests en situation de neige. Pour les mesures de visibilité, le capteur est conforme dans la gamme de mesure. Si on fait une comparaison avec les capteurs de référence du site, il n'y a pas 90% des mesures de visibilité à $\pm 20\%$ de la valeur de la visibilité de référence. Les traits horizontaux des boites à moustaches dépassent largement les valeurs de 0,8 et 1,2 des coefficients. Ce phénomène apparaît encore plus sur les basses visibilités à cause de leur faible nombre par sessions. En revanche on peut dire que 50% des valeurs tiennent correctement à $\pm 20\%$ de la bonne visibilité. La dispersion inter capteurs est correcte

5. CAPTEUR SPECTROPLUVIOMETRE THIES

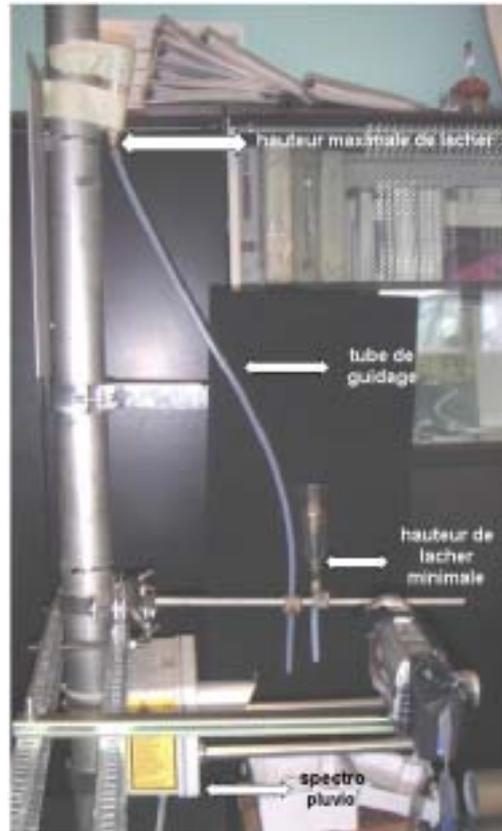


Photo 2 : Montage expérimental permettant de lâcher des billes calibrées de différents diamètres et hauteurs dans le volume d'analyse du spectro pluviomètre Thies

5.1. DESCRIPTION DE L'APPAREIL ET DES ESSAIS

Les essais qui suivent se déroulent en laboratoire. Le spectro pluviomètre Thies est prévu pour donner des informations sur la taille et la vitesse de chute des particules qui traversent un certain volume d'analyse situé entre ses optiques. Les détails de fonctionnement sont donnés dans la notice de l'appareil. Un grand nombre de messages différents peut être délivré. Nous retenons principalement les spectres en vitesse et en diamètre qui sont renvoyés par le capteur. Chaque minute le système comptabilise par classe de diamètre (20 classes) et par classe de vitesse (20 classes) le nombre de particules détectées. Un tableau minute comportant 400 totaux (20 X 20) est transmis. Pour effectuer l'essai de validation, on lâche devant l'appareil un grand nombre de particules dont on connaît précisément le diamètre et la vitesse de chute. Ces particules sont des billes de verre calibrées (opaques ou translucides). Pour être certain que ces particules traversent bien le domaine d'analyse, on canalise les billes dans ses tubes fins. La photo 2 montre le principe de l'expérience. Pour obtenir des vitesses verticales de chute, on lâche les billes à des hauteurs différentes. Une caméra de vidéo numérique est installée pour tenter d'effectuer des vérifications sur la vitesse.

Tableau de classes de diamètre en mm

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
diamètre	0,12	0,25	0,37	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7

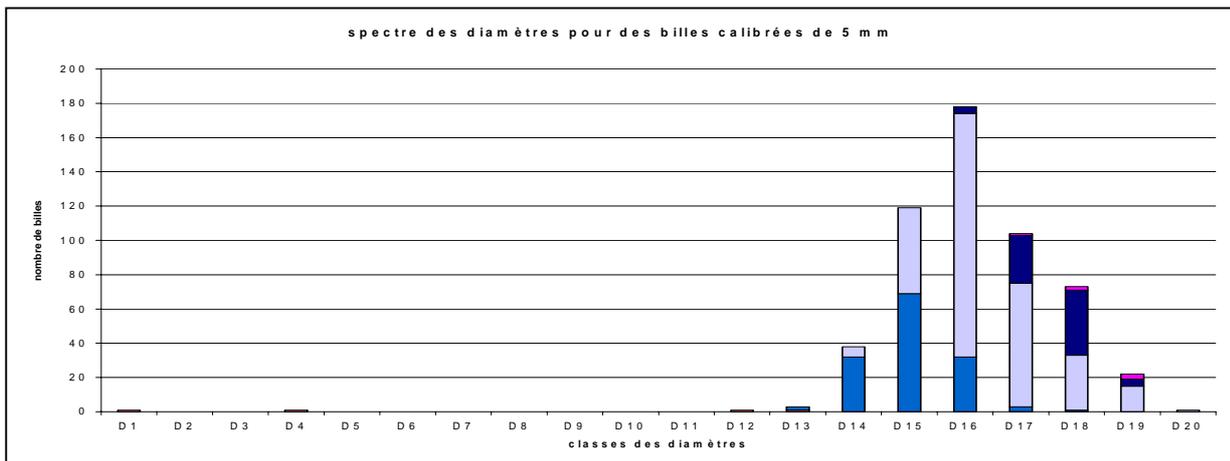
Tableau de classes de vitesses en m/s

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Vitesse	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,4	1,8	2,2	2,6	3	3,4	4,2	5	5,8	6,6	7,4	8,2	9	10

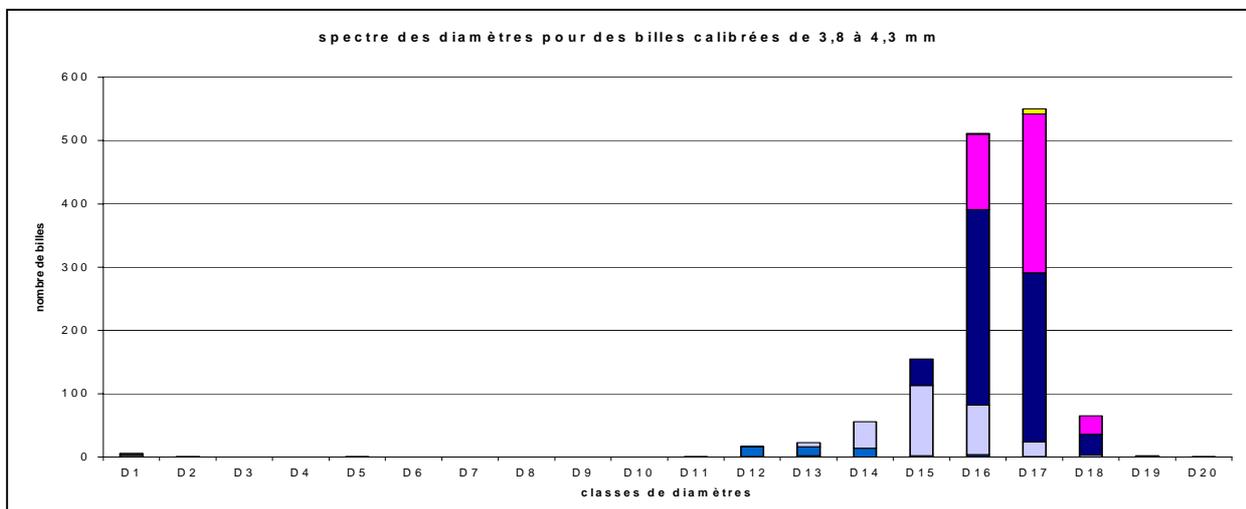
5.2. RESULTATS ET CONCLUSIONS

Les billes sont lâchées progressivement. Il est peu probable que des billes de diamètre supérieur à 2 mm passent en même temps devant le capteur. En revanche pour les petits diamètres cette possibilité est permanente. Les échantillons d'essais de billes vont de 500 billes pour les plus grosses (5 mm) à 80000 pour les plus petites (0,5 mm).

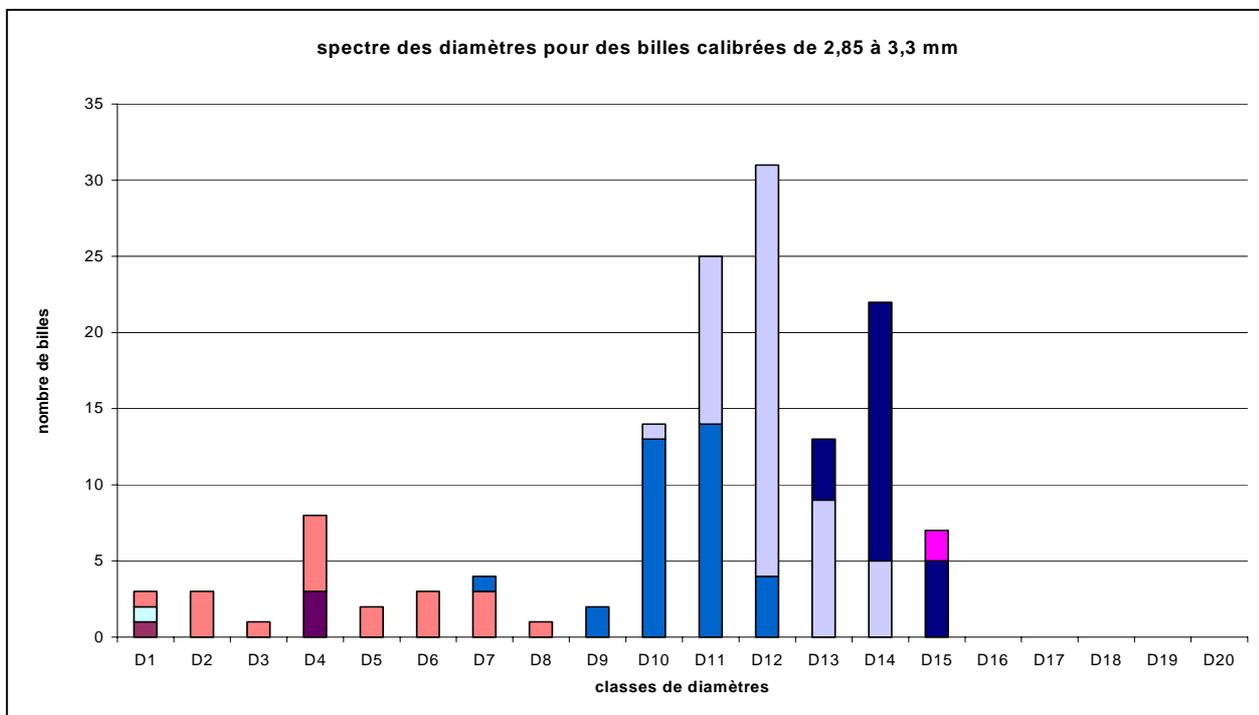
5.2.1. étude des diamètres



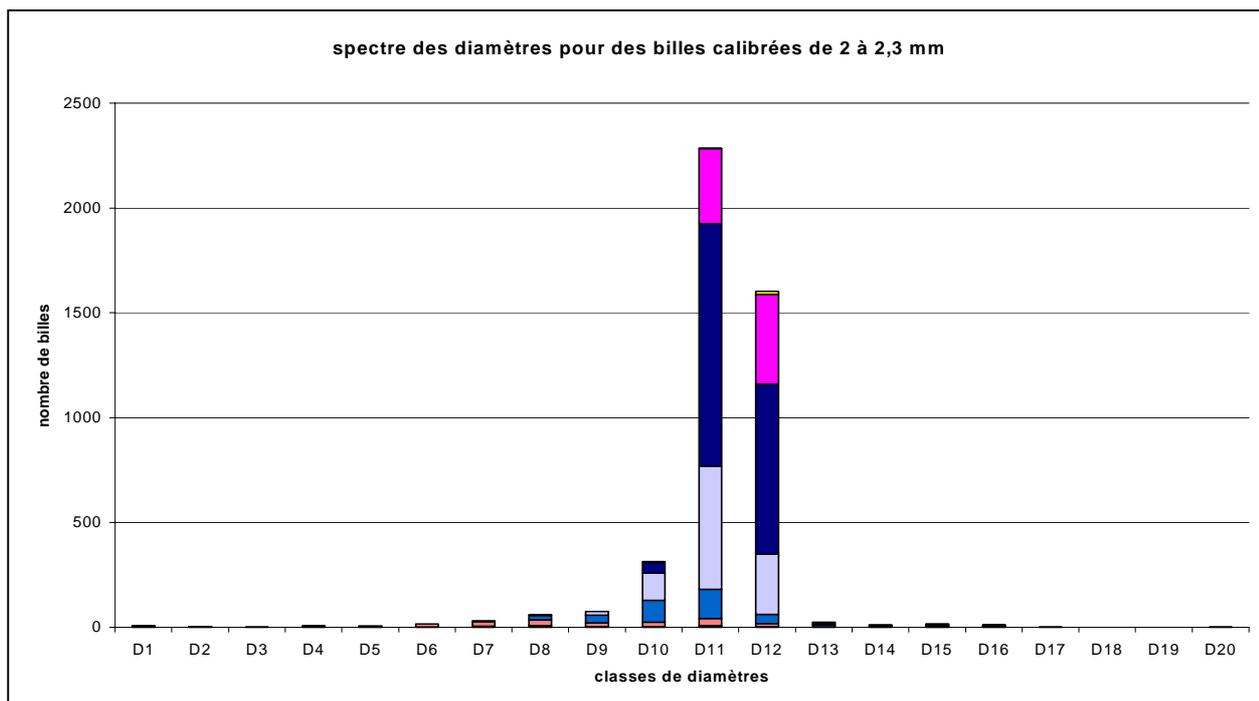
Graphique 1 : Billes de 5 mm. Les diamètres sont évalués entre 4 et 6,5 mm avec un maximum autour de 5 mm



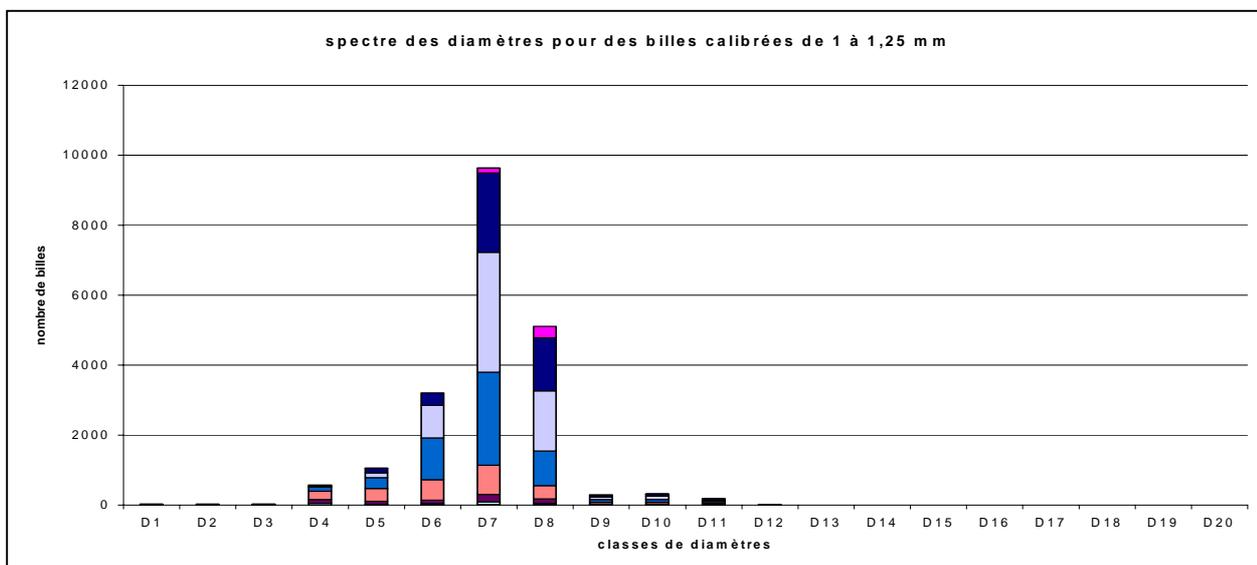
Graphique 2 : Billes de 3,8 mm à 4,3 mm. Les diamètres sont évalués entre 3,5 et 6 mm avec un maximum autour de 5,5 mm



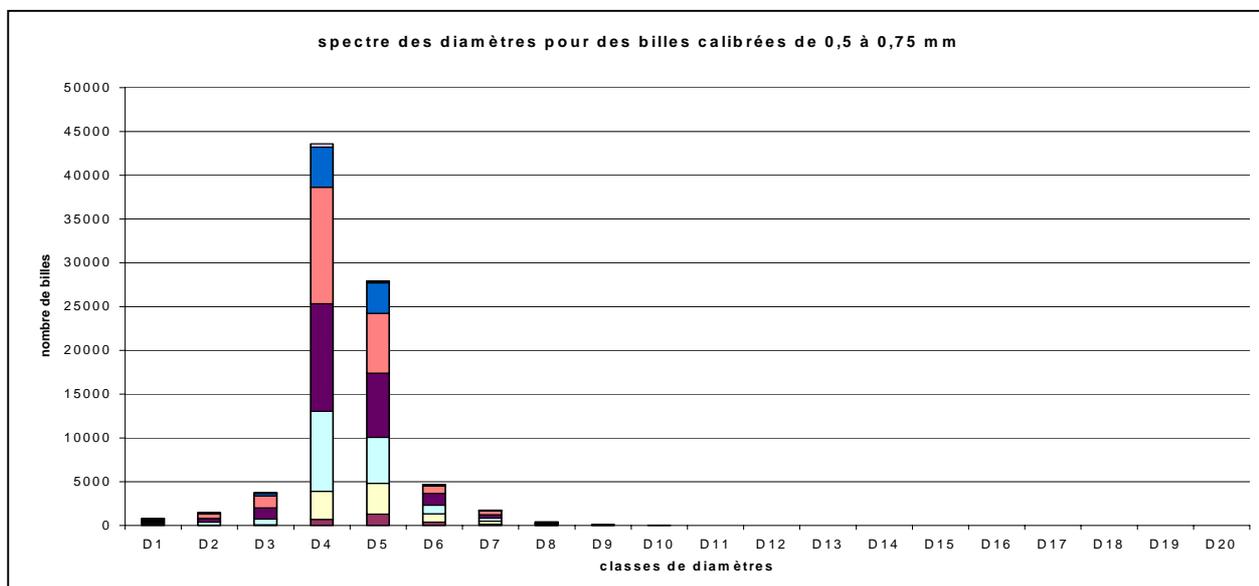
Graphique 3 : Billes de 2,85 mm à 3,3 mm. Les diamètres sont évalués entre 0,5 et 4,5 mm avec un maximum autour de 3 mm. Le nombre faible d'expérience explique la dispersion.



Graphique 4 : Billes de 2 mm à 2,3 mm. Les diamètres sont évalués entre 2 et 3 mm avec un maximum autour de 2,5 mm



Graphique 5 : Billes de 1 mm à 1,25 mm. Les diamètres sont évalués entre 0,75 et 1,5 mm avec un maximum autour de 1,25 mm

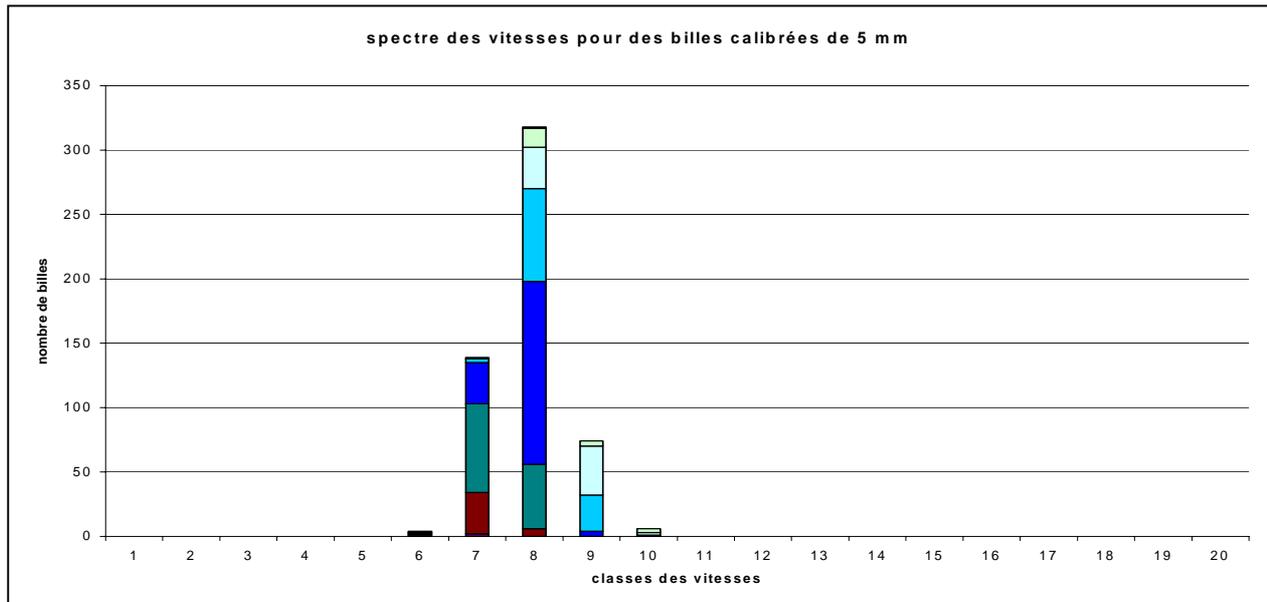


Graphique 6 : Billes de 0,5 mm à 0,75 mm. Les diamètres sont évalués entre 0,25 et 1 mm avec un maximum autour de 0,5 mm

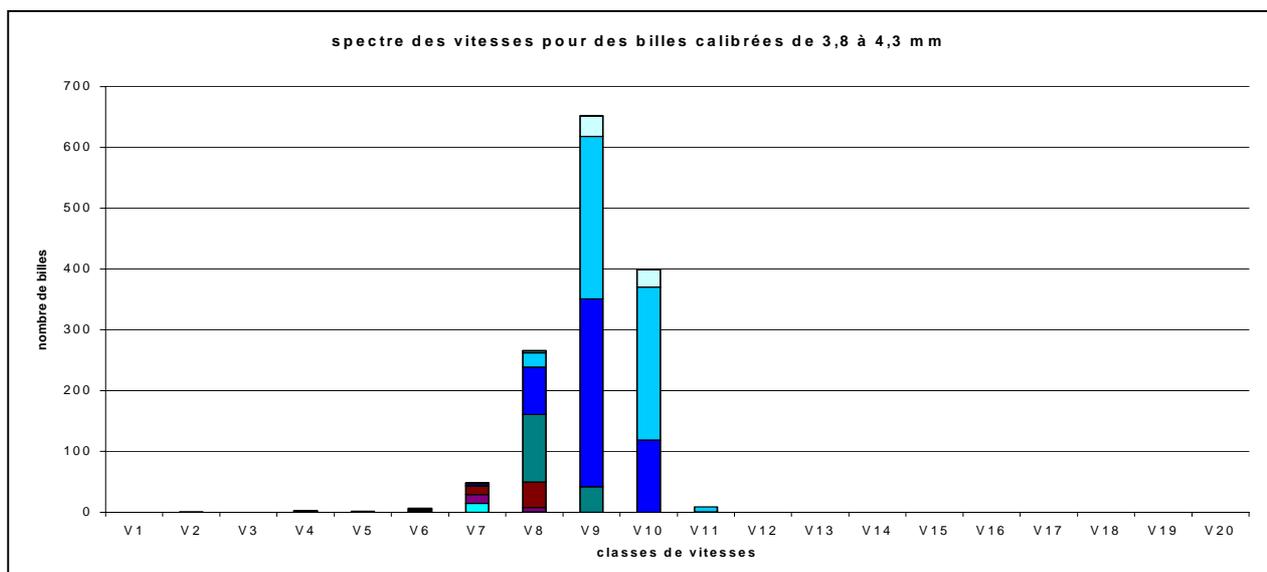
Un document plus détaillé est disponible à la DSO. L'ensemble des essais a montré une dispersion des mesures autour de la valeur moyenne de l'ordre de la moitié de la valeur moyenne du diamètre

mesuré. Pour les billes de taille supérieure ou égale à 2 mm, la position de passage dans le volume d'analyse est importante. Une bille qui est détectée sur un bord sera vue comme une particule au diamètre plus petit que la réalité. Ces erreurs ou incertitudes de mesures influent obligatoirement sur les calculs d'intensité de précipitation. On note aussi qu'en laboratoire, en absence de particules, le capteur ne détecte rien (ce qui semble normal). Ce n'est pas le cas en extérieur en absence avérée de précipitation, où le système peut comptabiliser jusqu'à 200 particules de diamètre 0,1 mm, notamment par vent modéré. Ce défaut conduit parfois à de fausses détections de précipitations.

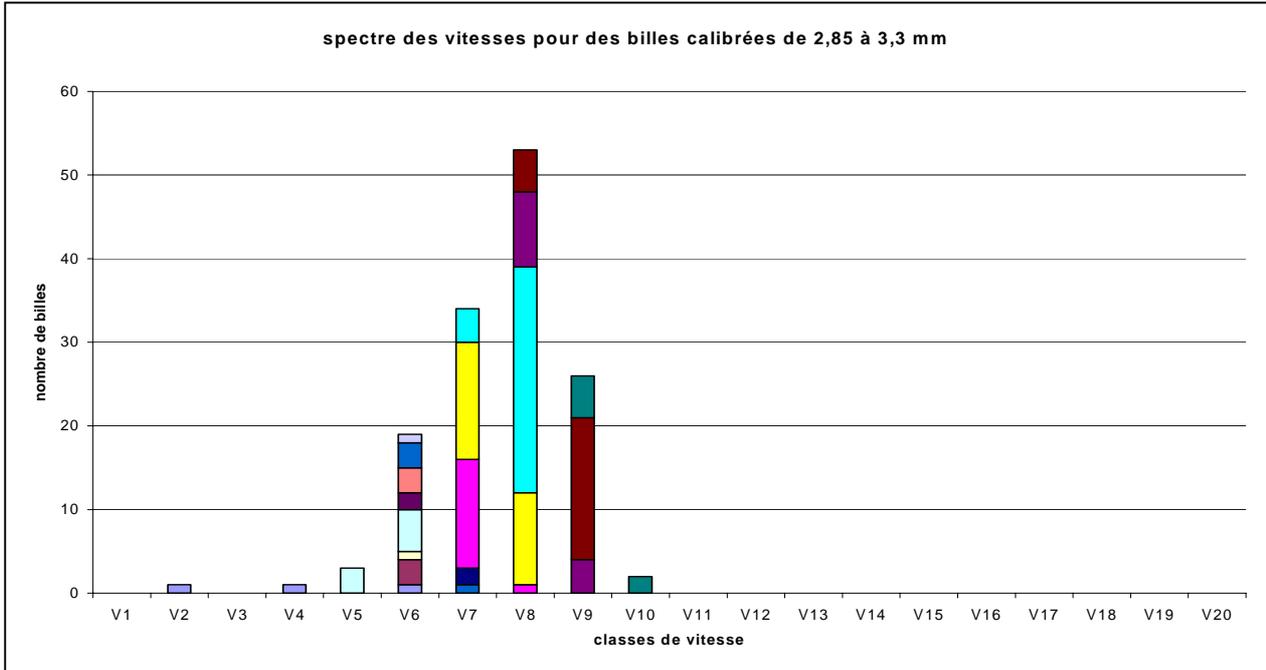
5.2.2. Etude des vitesses



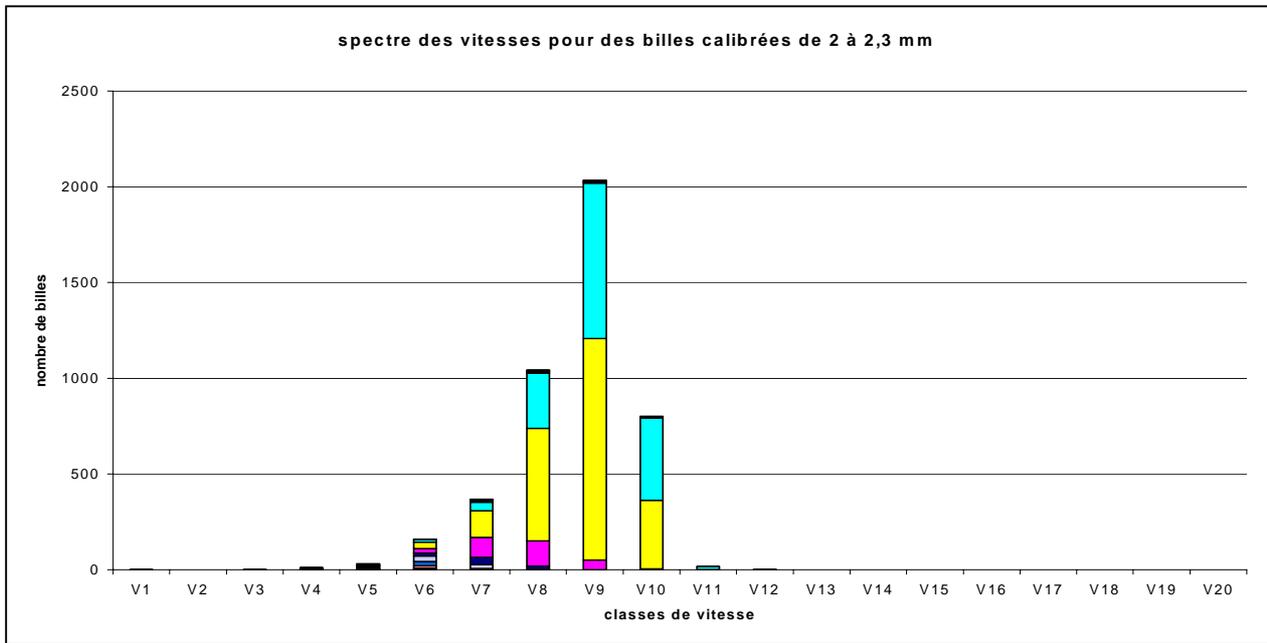
Graphique 7 : Billes de 5 mm. Les vitesses sont évaluées entre 1,4 et 2,2 m/s avec un maximum autour de 1,8 m/s



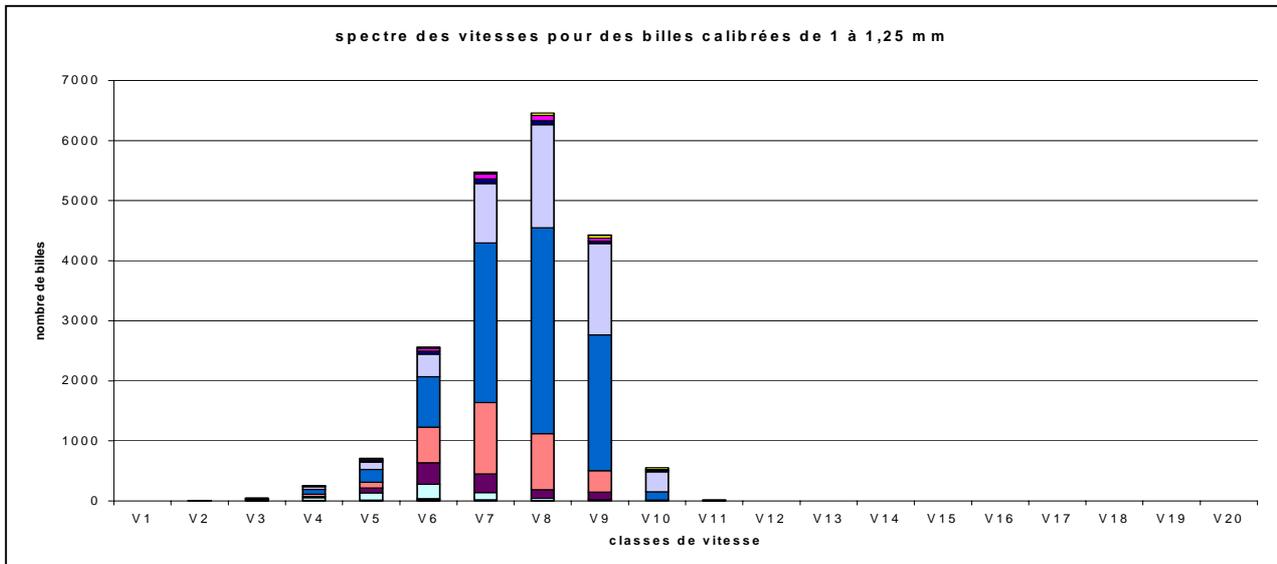
Graphique 8 : Billes de 3,8 mm à 4,3 mm. Les vitesses sont évaluées entre 1,4 et 2,6 m/s avec un maximum autour de 2,2 m/s



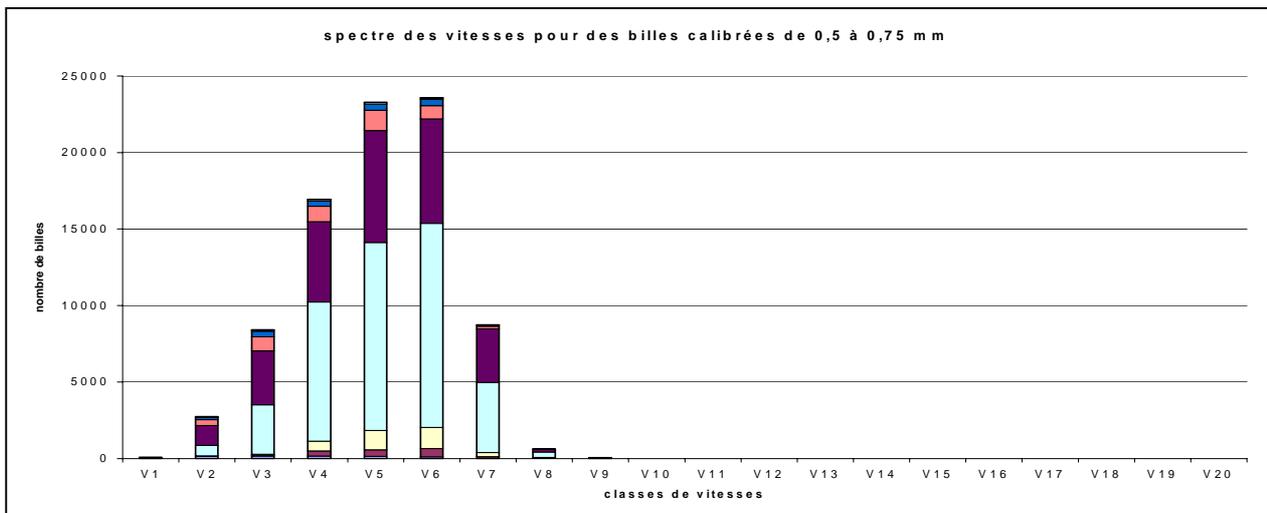
Graphique 9 : Billes de 2,25 mm à 3,2 mm. Les vitesses sont évaluées entre 1 et 2,2 m/s avec un maximum autour de 1,8 m/s



Graphique 10 : Billes de 2 mm à 2,3 mm. Les vitesses sont évaluées entre 1 et 2,6 m/s avec un maximum autour de 2,2 m/s



Graphique 11 : Billes de 1 mm à 1,25 mm. Les vitesses sont évaluées entre 0,8 et 2,2 m/s avec un maximum autour de 1,8 m/s



Graphique 12 : Billes de 0,5 mm à 0,75 mm. Les vitesses sont évaluées entre 0,2 et 1,4 m/s avec un maximum autour de 1 m/s

La hauteur de chute est de l'ordre de 0,8 m. En absence de frottement le capteur devrait indiquer une vitesse de chute d'environ $\sqrt{2gh}$ soit 4m/s. Les billes calibrées sont guidées dans leur chute dans un tube légèrement incliné. Il est normal d'enregistrer des vitesses inférieures à la valeur théorique sans frottement. Toutes les billes ont donné une vitesse de passage devant les optiques centrée autour de 1,8 à 2,2 m/s. Seules les billes de diamètre inférieur au mm ont des vitesses de passage inférieure. Une étude comparative plus poussée mesurant les vitesses réelles de passage avec une caméra fixe est en cours.

6. CONCLUSION

La recette technique de 40 capteurs de temps présent PWD22 a montré que si ces capteurs se comportent assez correctement pour l'ensemble des mesures qu'ils sont destinés à produire, ils présentent tout de même des différences de comportement avec des valeurs dispersées dans des conditions météorologiques rigoureusement identiques. Parallèlement, un spectro pluviomètre, capteur pris comme référence, possède lui aussi des incertitudes de mesures en particulier pour l'évaluation des diamètres des particules de bruine, de pluie ou de neige.. Ces écarts peuvent conduire à des différences dans l'identification des phénomènes. Dans l'avenir, d'autres appareils vont se développer et apparaître sur le marché des équipements (systèmes permettant de caractériser la couverture nuageuse, l'état du sol, le givrage, ...). Ils équiperont progressivement les centres météorologiques. Il sera nécessaire de tester et de *recetter* ces systèmes. La difficulté dans l'évaluation de ces types d'appareils sera d'estimer avec justesse et réalisme les écarts en détection, en intensité, en identification, .. qui seront acceptables ou qui ne le seront pas.

7. BIBLIOGRAPHIE

« Evaluation du capteur spectro-pluviomètre THIES modèle 5.4110.00.200 » rapport d'essai DSO/DOS/CAT Ref : R041 Par F Zanghi Météo-France

« COMPARAISON RADAR DISDROMETRE » Par K Do Khac rapport d'essai DSO/CMR/DEP Ref : S039 Météo-France