

# Étude d'un nouveau détecteur de seuil de soulèvement

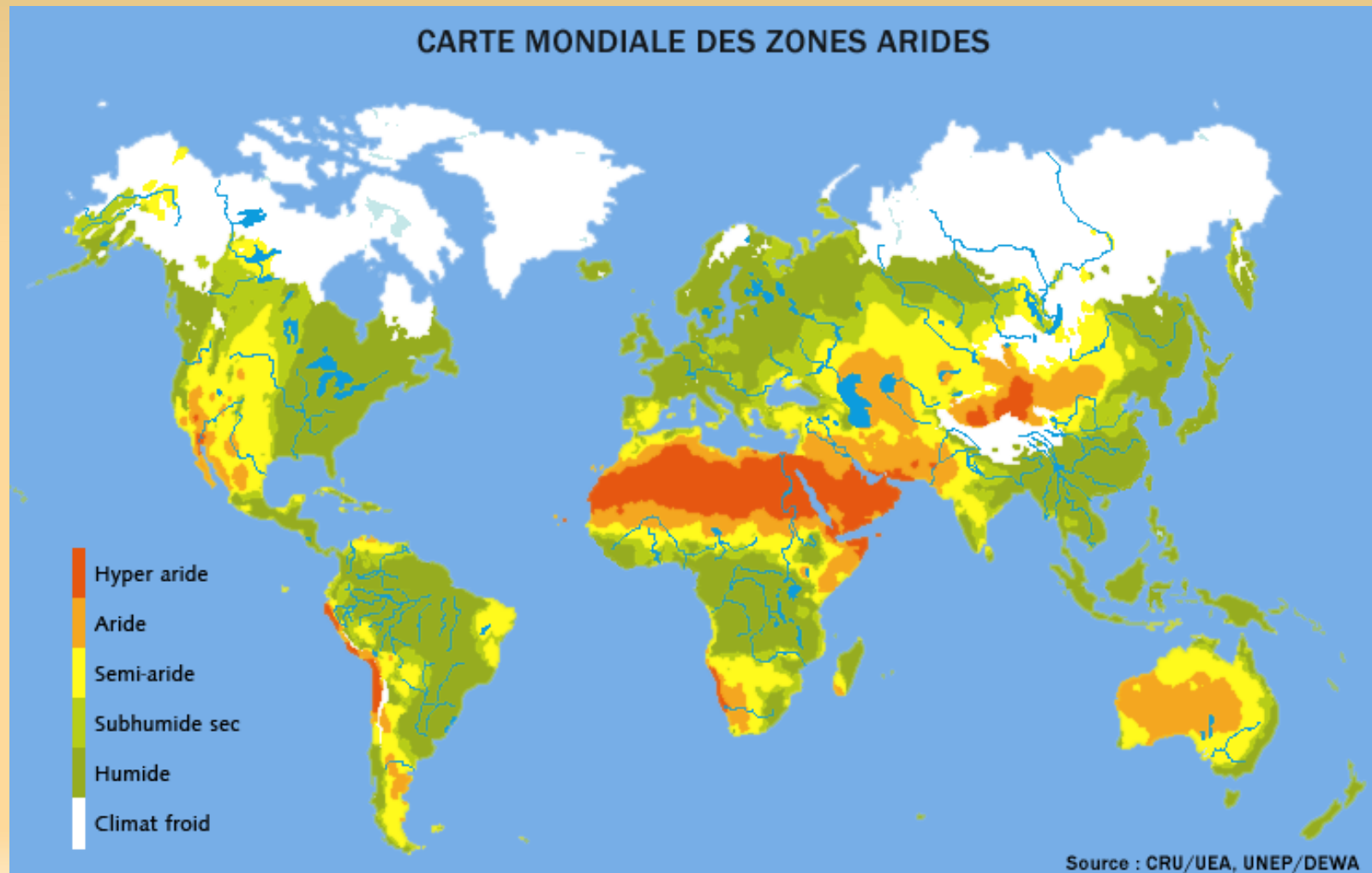
ZAPF Pascal  
BERGAMETTI Gilles  
GRAND Noël  
MARTICORENA Béatrice

Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques  
UMR 7583



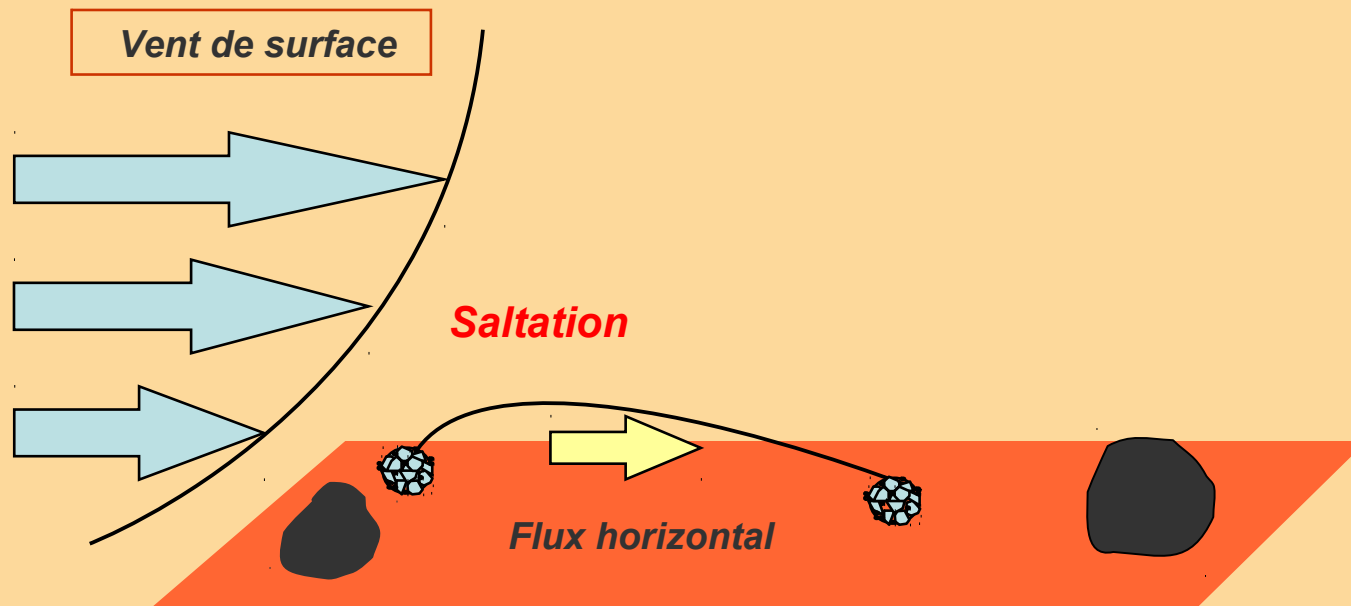
# Contexte

L'érosion éolienne est un problème majeur dans les zones arides et semi-arides de la planète.



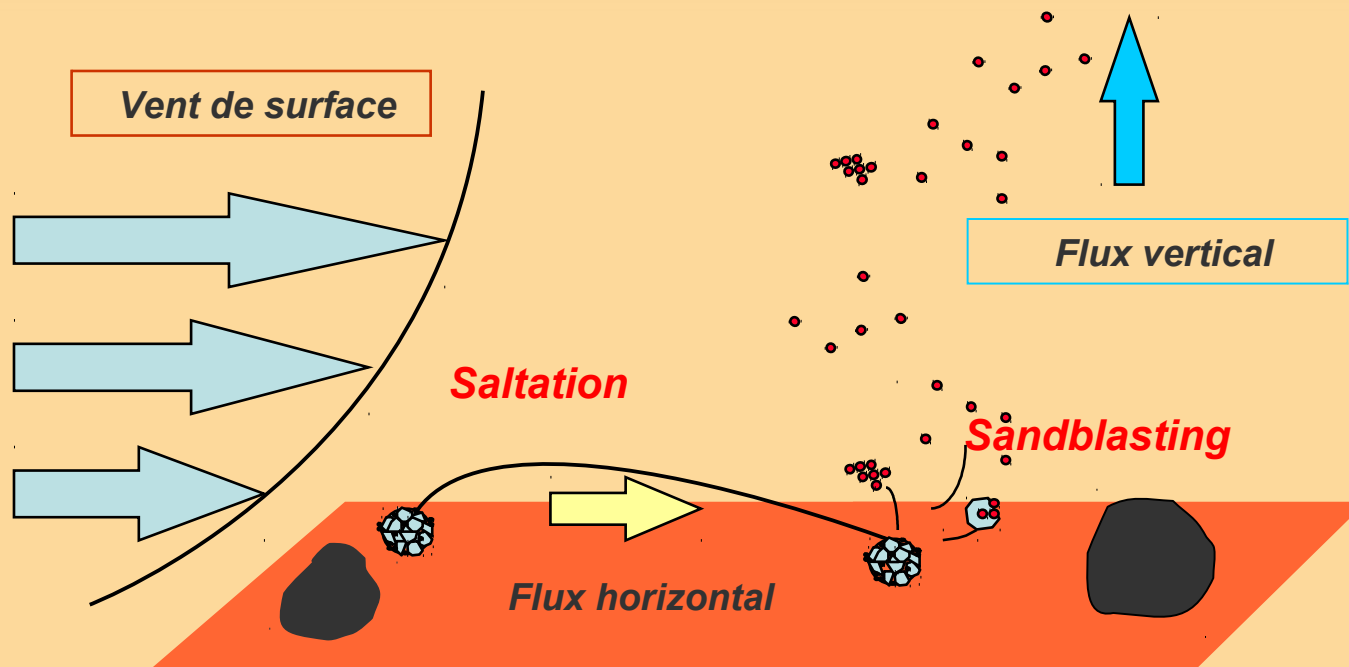
# Érosion éolienne

Quand le vent souffle **suffisamment fort** au dessus d'un **sol** non totalement protégé par de la végétation et des cailloux, la **couche superficielle de ce sol se met en mouvement**.



# Érosion éolienne

Lorsque les grains du sol mis en mouvement par le vent retombent à la surface, les chocs permettent l'**explosion des agrégats** du sol libérant de **plus fines particules** qui sont alors émises dans l'atmosphère



# Qu'est-ce que le seuil de soulèvement ?

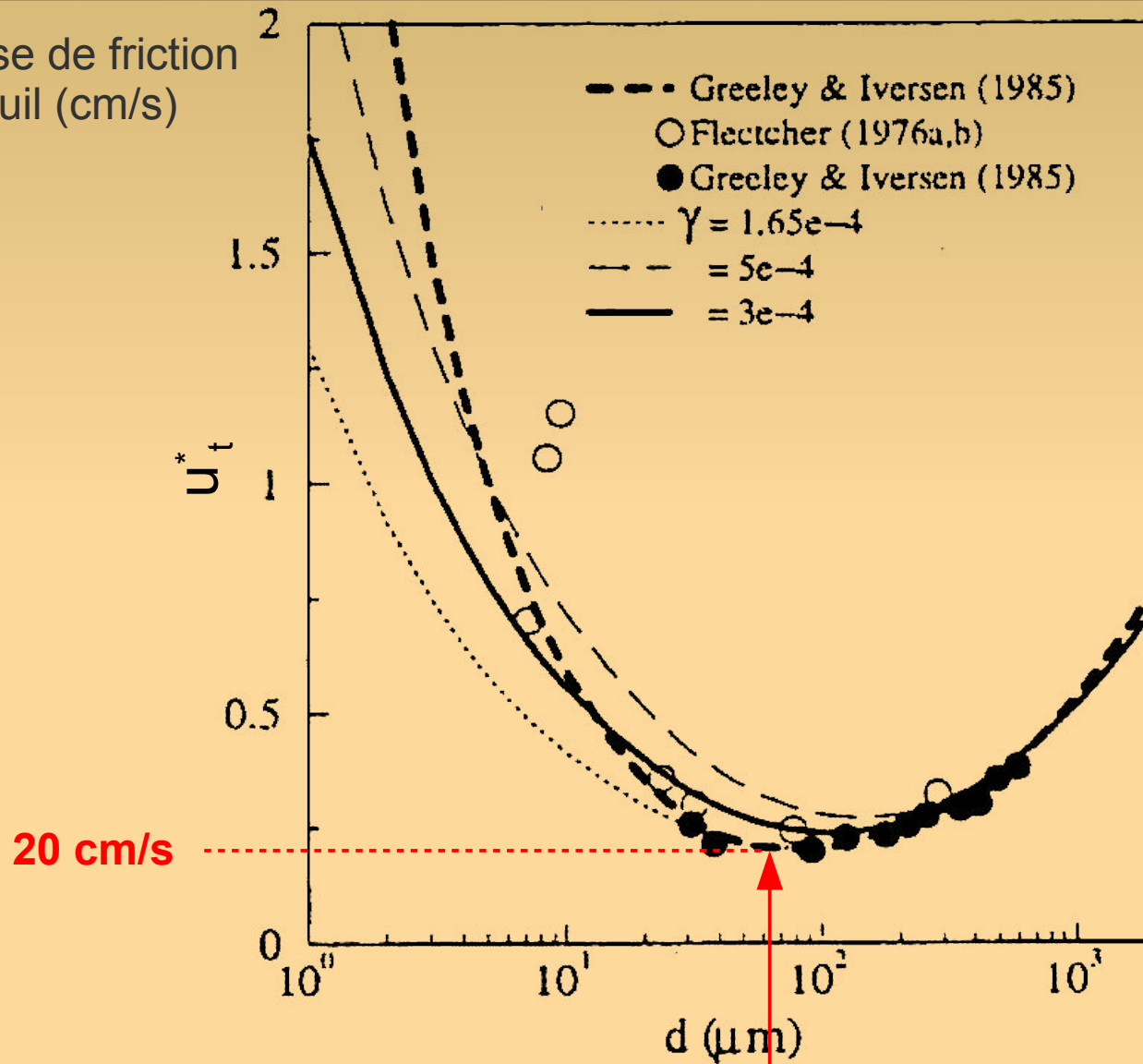
La capacité d'un sol à résister à l'érosion éolienne est caractérisée par la **vitesse de friction seuil**,  $u_t^*$

Ce paramètre correspond à la vitesse de friction ( $\approx$  à la vitesse de vent) minimale pour que le sol se mette en mouvement.

Ce paramètre contrôle à la fois:

- La fréquence des émissions de poussières (nombre de fois où  $u^*$  dépasse  $u_t^*$ )
- L'intensité des émissions (de combien  $u^*$  dépasse  $u_t^*$ )

Vitesse de friction  
seuil (cm/s)



From Shao et Lu, 2000

Hypothèses: sphéricité, densité

$\approx 80-90$   $\mu\text{m}$

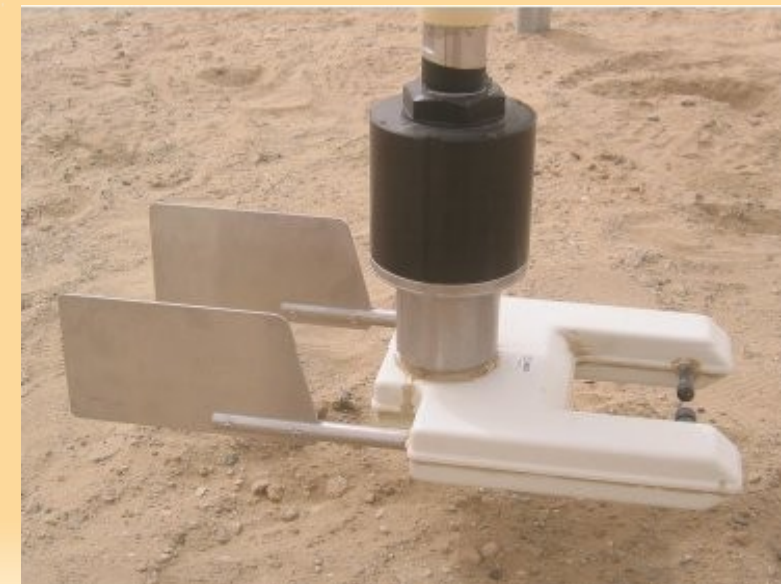
# Capteurs existants



**Sensit**



**Saltiphone**



**Sand Particle Counter**

# Comparatif des solutions

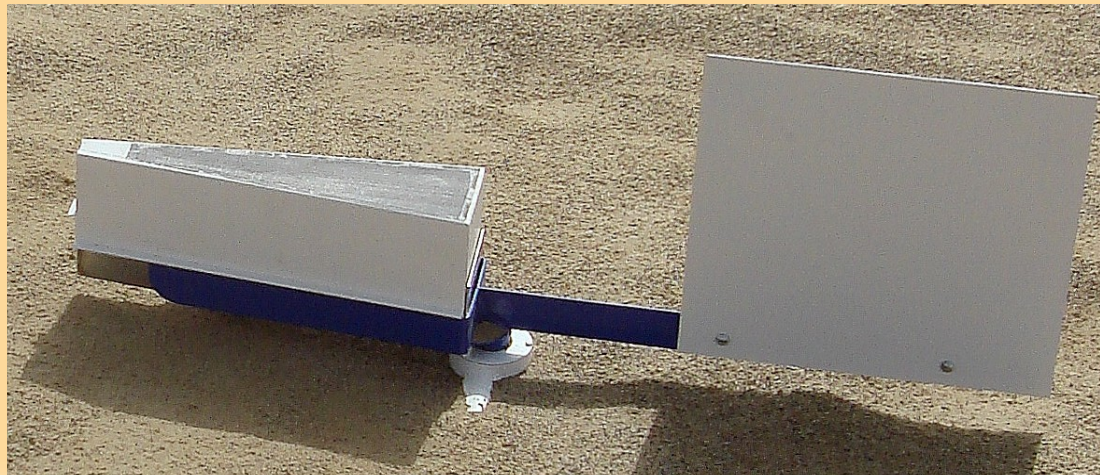
Capteur	Sensit	Saltiphone	Sand Particle Counter
Limite de détection	>125 microns	>50 microns	>39 microns
Instalation	sol/hors sol	sol	hors sol
Technologie	microphone	microphone	optique

Aucune limite de détection constructeur ne précise la vitesse de vent minimum utilisée pour obtenir cette taille limite



# Objectifs

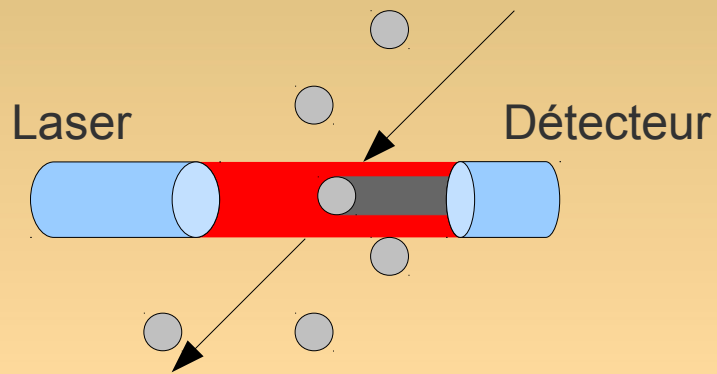
- Déterminer le seuil de soulevement
- Effectuer un profil
- Pouvoir quantifier le sable soulevé
- Avoir des informations temporelle et spatial
- Fonctionnant avec du sable fin  $> 60 \mu\text{m}$



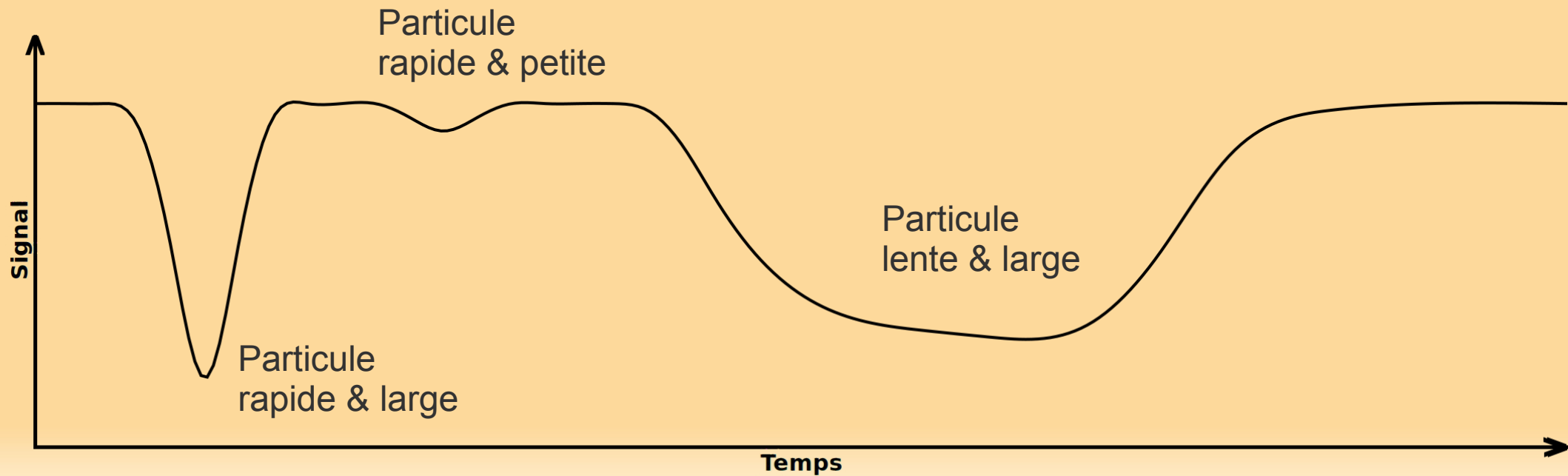
# Objectifs du prototype

- Détecter les particules 80 microns minimum
- Observer la limite de soulèvement
  
- Rendre le dispositif autonome (acquisition et énergie)
- Être robuste (température & sable)
- Et sans danger (risque lié au laser)

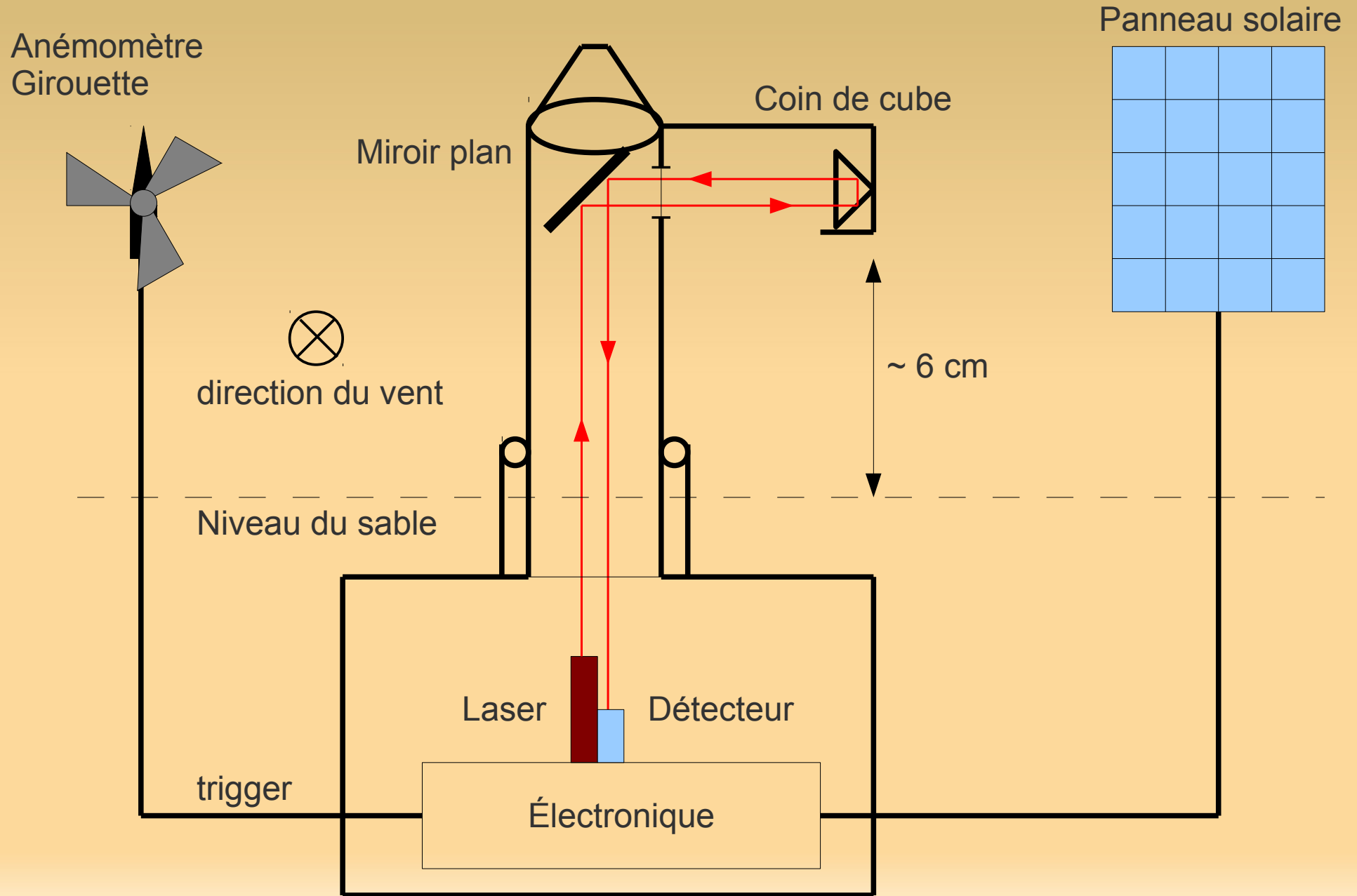
# Principe de fonctionnement



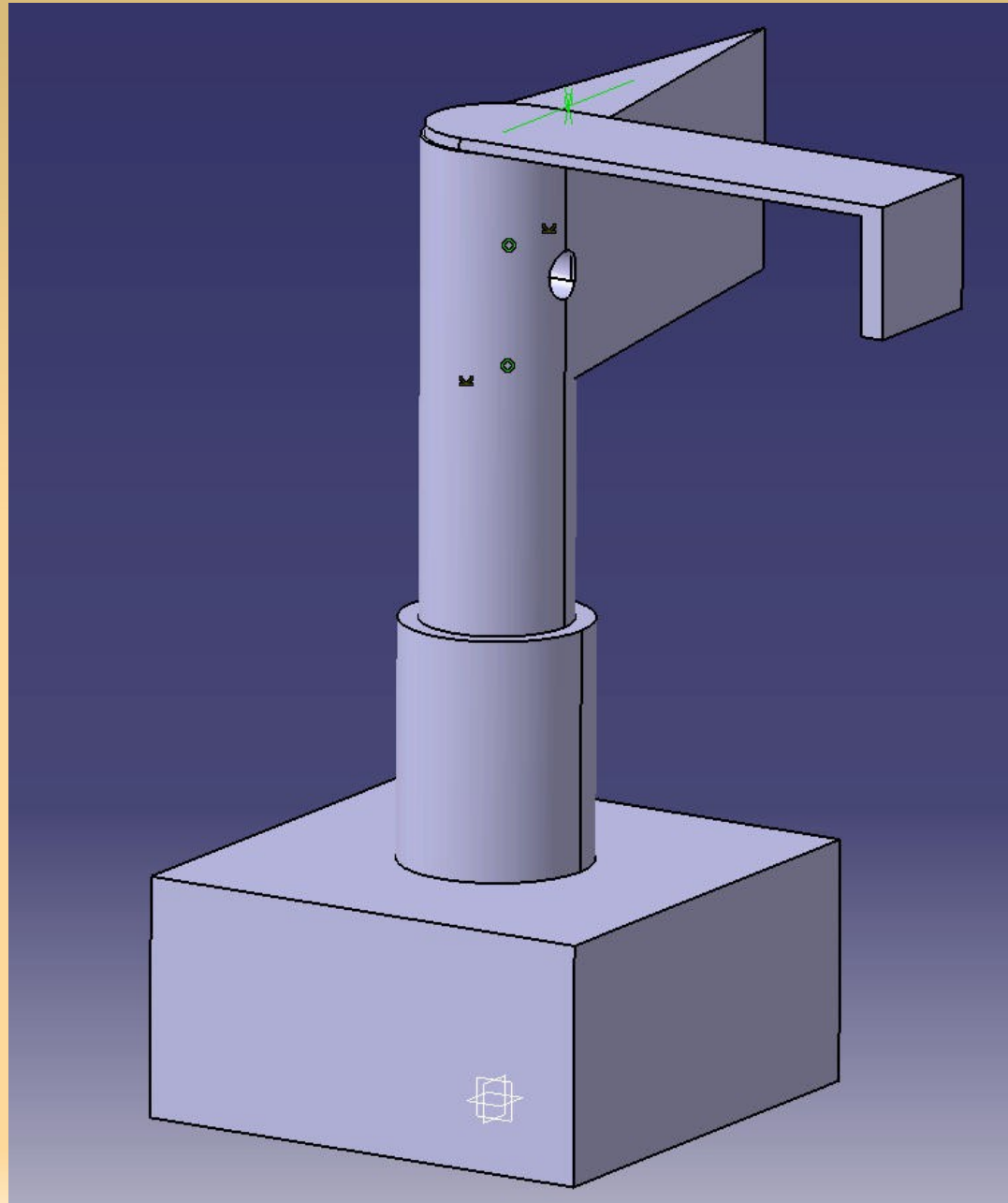
Lorsqu'une particule traverse le faisceau, le signal du détecteur décroît proportionnellement à la surface de la particule



# Schéma prototype

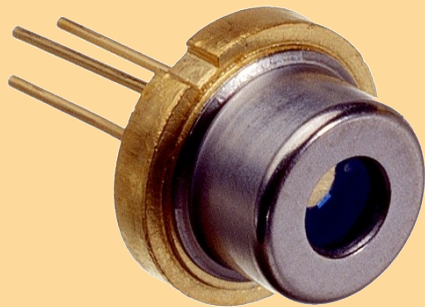


# Design

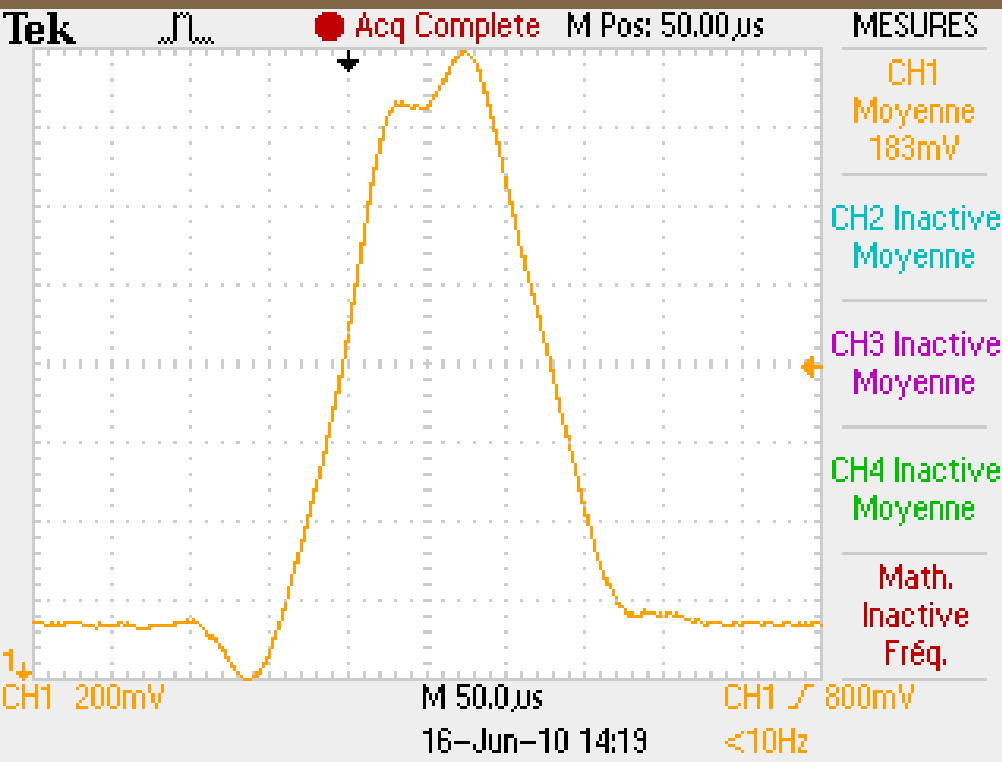


# Source - Détecteur

- Laser 650 nm (rouge) 7 mW max
- Photodiode 650 nm 7 kHz max  
temps de monter + temps de descente = 140  $\mu$ s

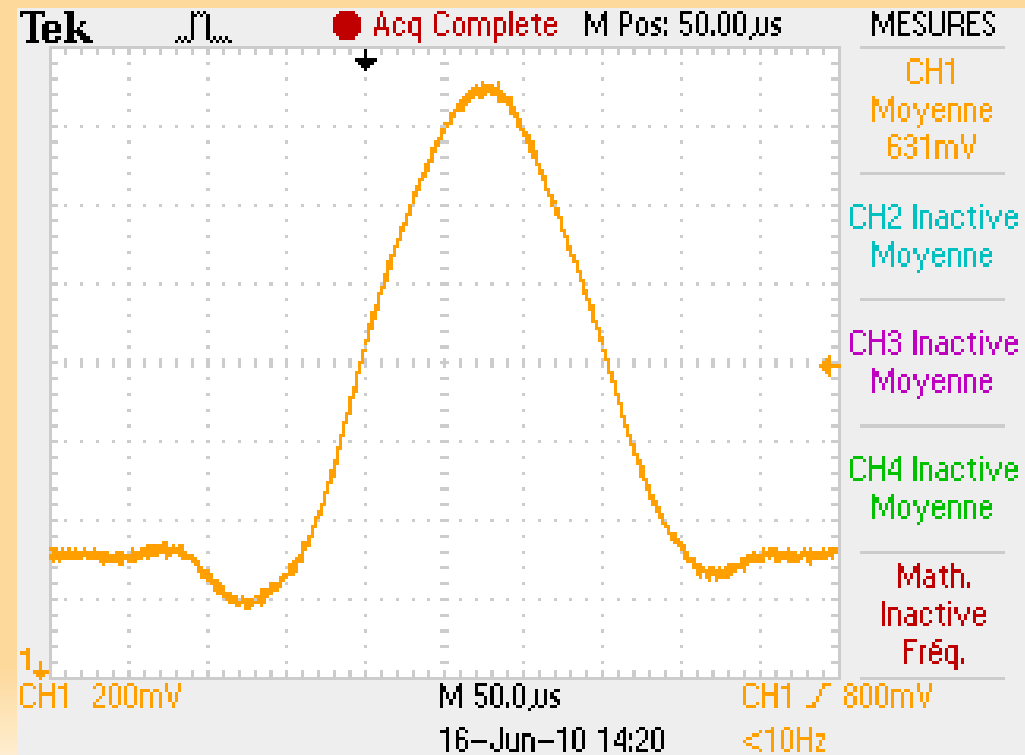


# Détection



Fréquence d'acquisition pour une vitesse de vent de 6 m/s :

- Taille du faisceau  $\approx$  2 mm
- Durée de passage  $\approx$  330  $\mu$ s
- Nombre d'échantillons : 10 minimum  
→ 30 KHz minimum



Durée mesurée d'un évènement pour un vent de 6 m/s :  $\approx$  300  $\mu$ s

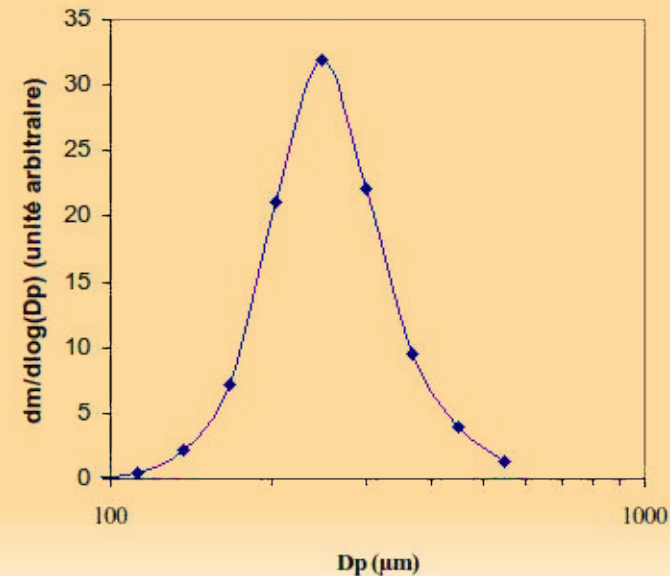
# Condition de test

- Test en soufflerie
- Sable tamisé lavé: 240  $\mu\text{m}$
- Vitesse de vent : 5,3 m/s
- Vitesse d'aquisition logger : 10 ms
- Vitesse d'aquisition sensit : 10 ms

Distribution granulométrique massique du sable utilisé dans les expériences.

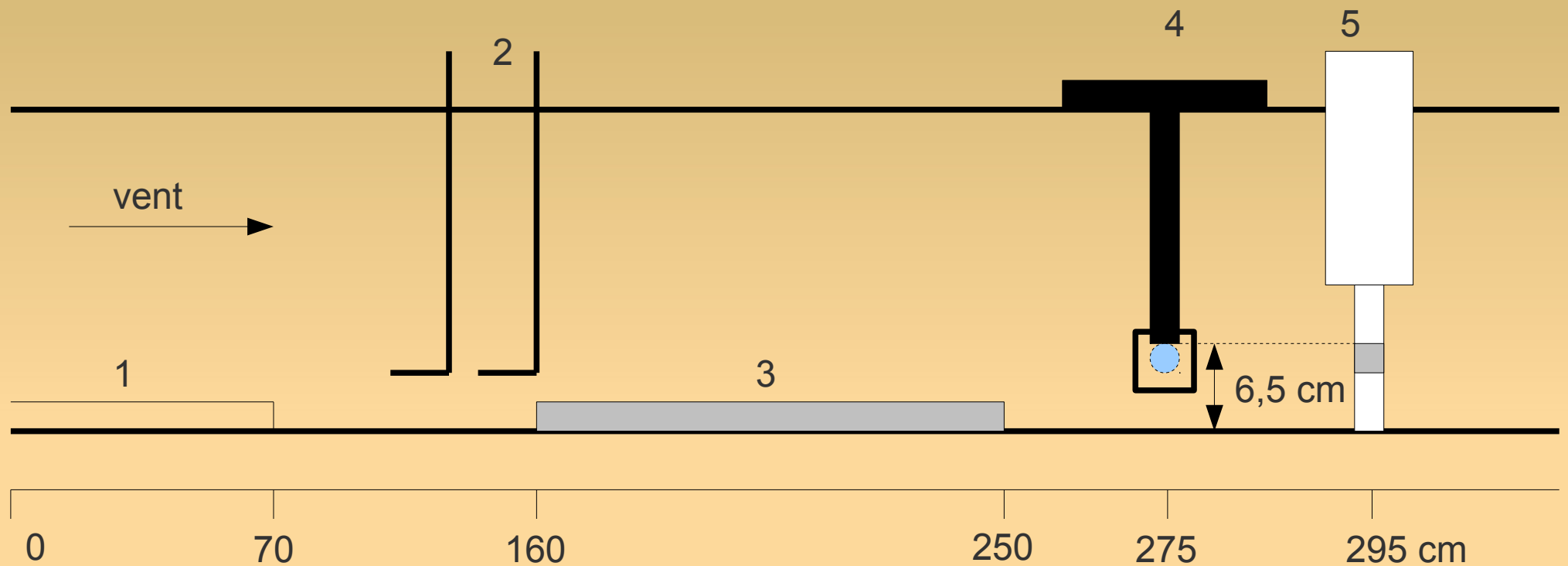
Les paramètres de la distribution sont :

$D_p = 240 \mu\text{m}$  et  $\sigma = 1,25$

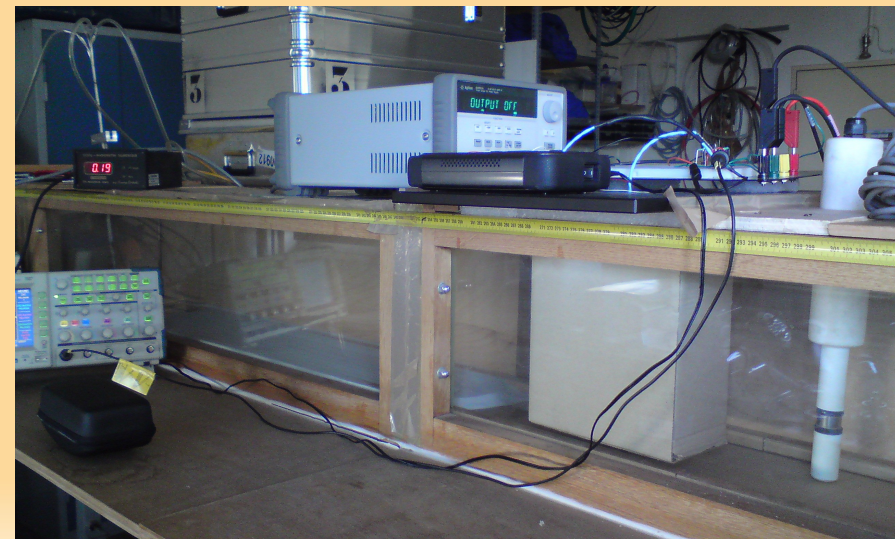




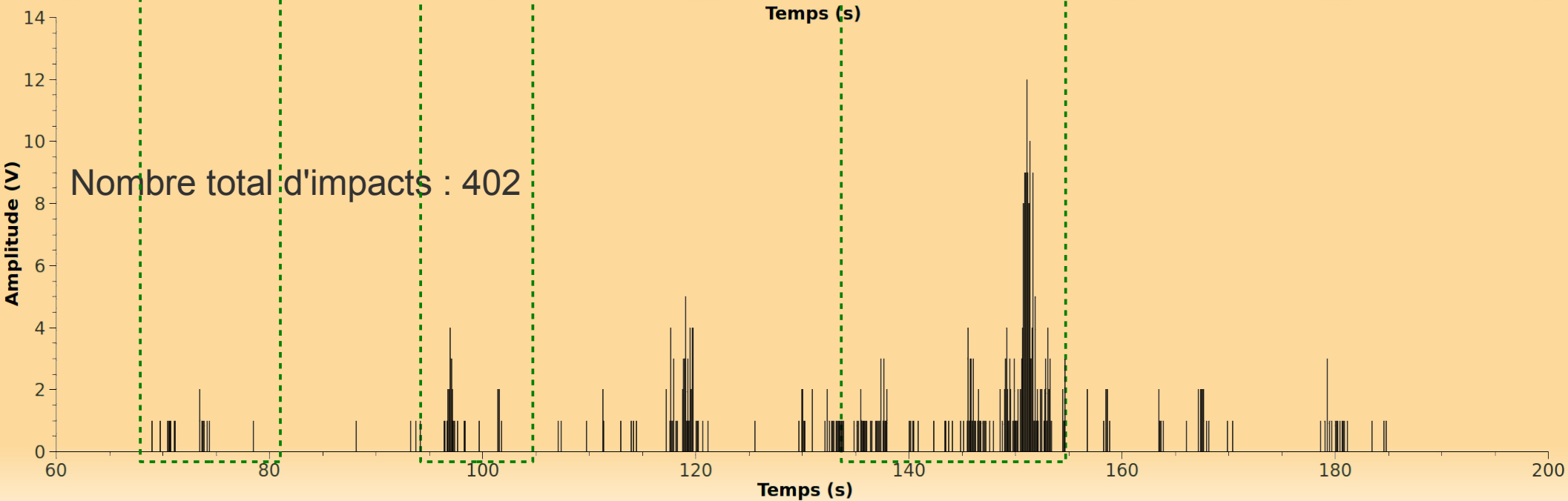
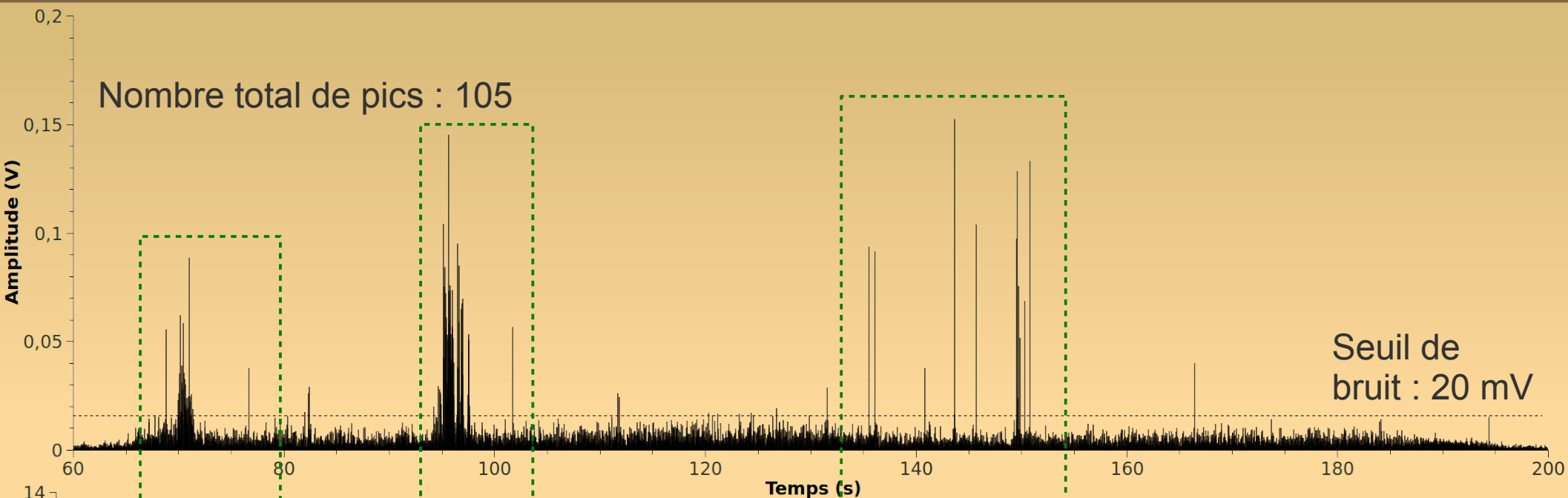
# Schéma de montage en soufflerie



- 1 : Plaque rugueuse
- 2 : Sonde pitot
- 3 : Sable (hauteur 1,5 cm)
- 4 : Ensemble laser/détecteur
- 5 : Sensit



# FFT/Sensit



# Amélioration

<b>Problème actuel</b>	<b>Solution envisagée</b>
Vitesse d'acquisition trop faible (100 Hz)	Utiliser un ADC de 100 kHz
Trop de bruit	Choix de composant faible bruit
Optique	Optimisation

# Prospective

- Étape 1 : Tester la validité du principe de mesure
- Étape 2 : Développement de l'électronique
- Étape 3 : Réalisation d'un prototype terrain
- Étape 4 : Profilomètre vertical

