

Comparaison de senseurs à faible coût pour la mesure de la qualité de l'air: PM2.5

Daniel Cantin, Chercheur
Téledétection

- L'impact des aérosols sur la santé dépend de la granulométrie et/ou la composition des particules
- Nous assistons à une explosion du nombre de senseurs qui sont mis en marché pour monitorer la qualité de l'air
- La majorité, voir l'ensemble, de ces senseurs ne sont pas homologués
- Déterminer le degré de précision des senseurs disponibles sur le marché permettra d'estimer la fiabilité de la mesure fournie et de leur degré d'utilité

Évaluer la précision de la mesure de la qualité de l'air (PM2.5) fournie par des moniteurs bon marché

- Déterminer si la précision est dépendante d'éléments tels que la concentration, la granulométrie ou la composition des particules
- Déterminer le degré de fiabilité, ou de non-fiabilité, de la mesure fournie par ces senseurs
- Tenter de combler les manques dans les performances de ces senseurs en suggérant des alternatives ou des modes d'utilisation responsables

Dylos DC1100 Pro

- Types des détection: $0.5 - 2.5 \mu m$ et $>2.5 \mu m$
- Prix: **\$289.99 USD**



UNI-T UT338C

- Types des détection: $0.3 - 2.5 \mu m$ et VOC
- Prix: **\$75 USD**



FOOBOT FBT0002100

- Types des détection: $0.3 - 2.5 \mu m$ et VOC
- Prix: **\$200 USD**



Honeywell 32322550

- Types des détection: **PM2.5** et PM10
- Interface CPU: Protocole UART
- Prix: **\$32 CAD**



Origins Tech LE100 (Laser Egg)

- Types des détection: **PM2.5 (0.3 – 2.5 μm)** et **PM10 (> 2.5 – 10 μm)**
- Interface CPU: App (iOS, Android).
- Prix: **\$108-150 USD (Discontinué?)**



INO (iSIPS : prototype de première génération)

- Types des détection: **particle sizer** (0.3 – 40 μm) plus de 30 canaux
- Interface CPU: post processing.
- Prix: cible \leq \$200 USD



GRIMM (référence)

- Méthode de détection: Laser Light Scattering (31 canaux) **US EPA compliant**
- Types des détection*: particle sizer (0.3 – 32 μm), PM1, PM2.5, PM10
- Limite en masse des particules*: 0.1 – 10 000 $\frac{\mu g}{m^3}$
- Précision*: $\pm 3\%$
- Interface CPU: RS232-USB
- Prix: **$\geq \$25\ 000$ CAD**

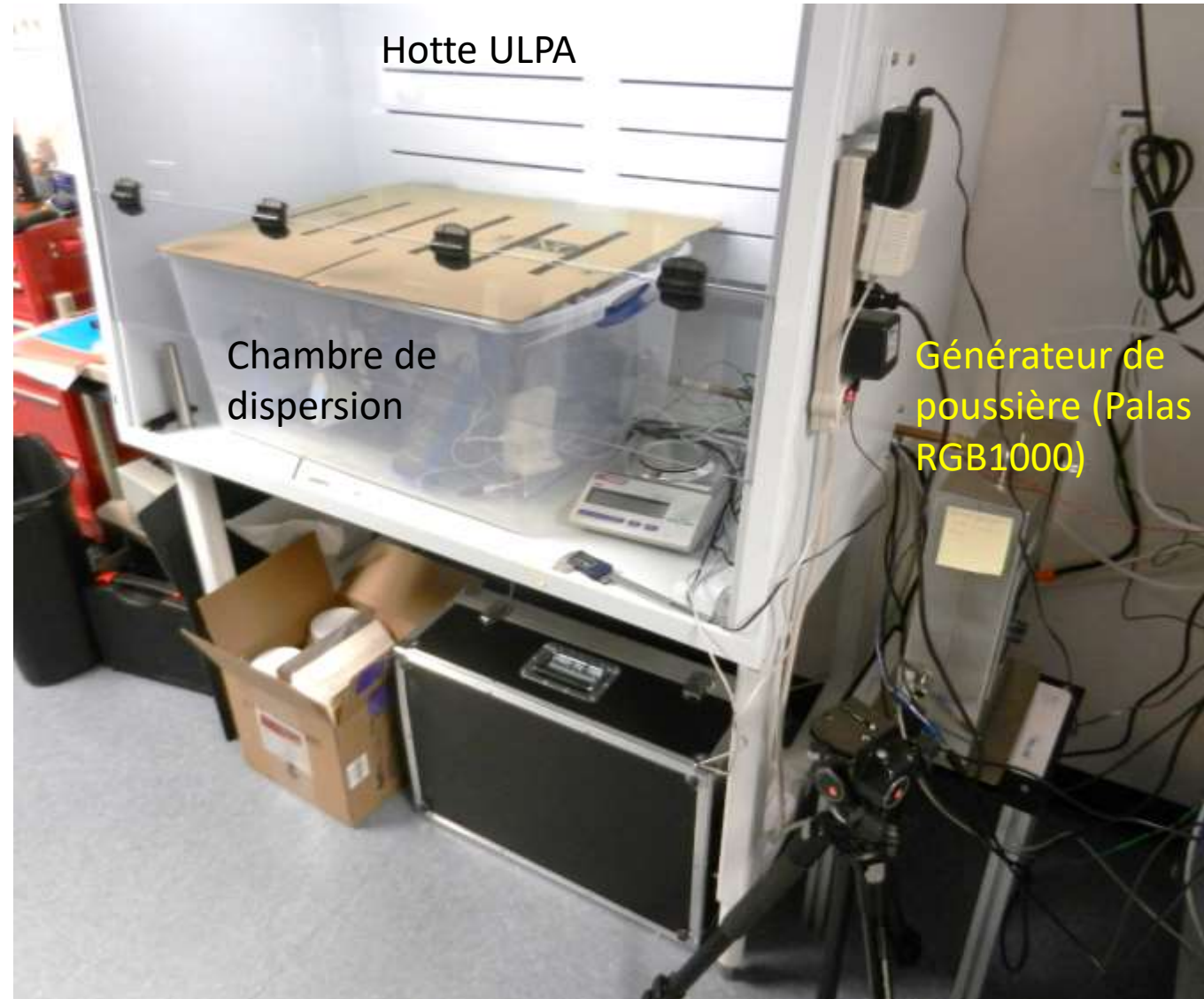
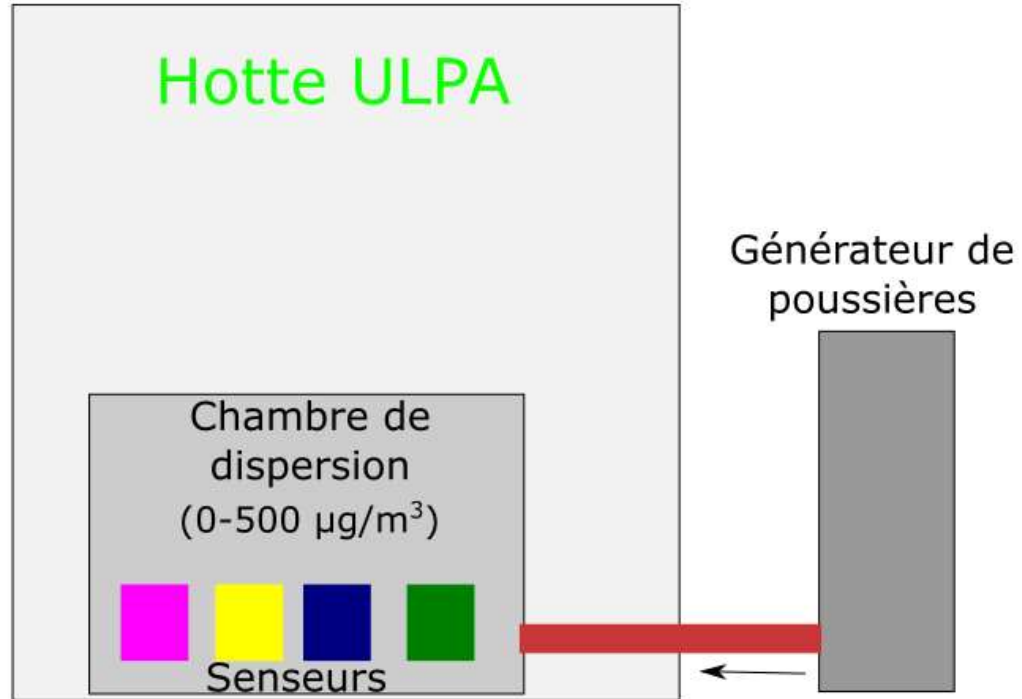


*Données du fournisseur

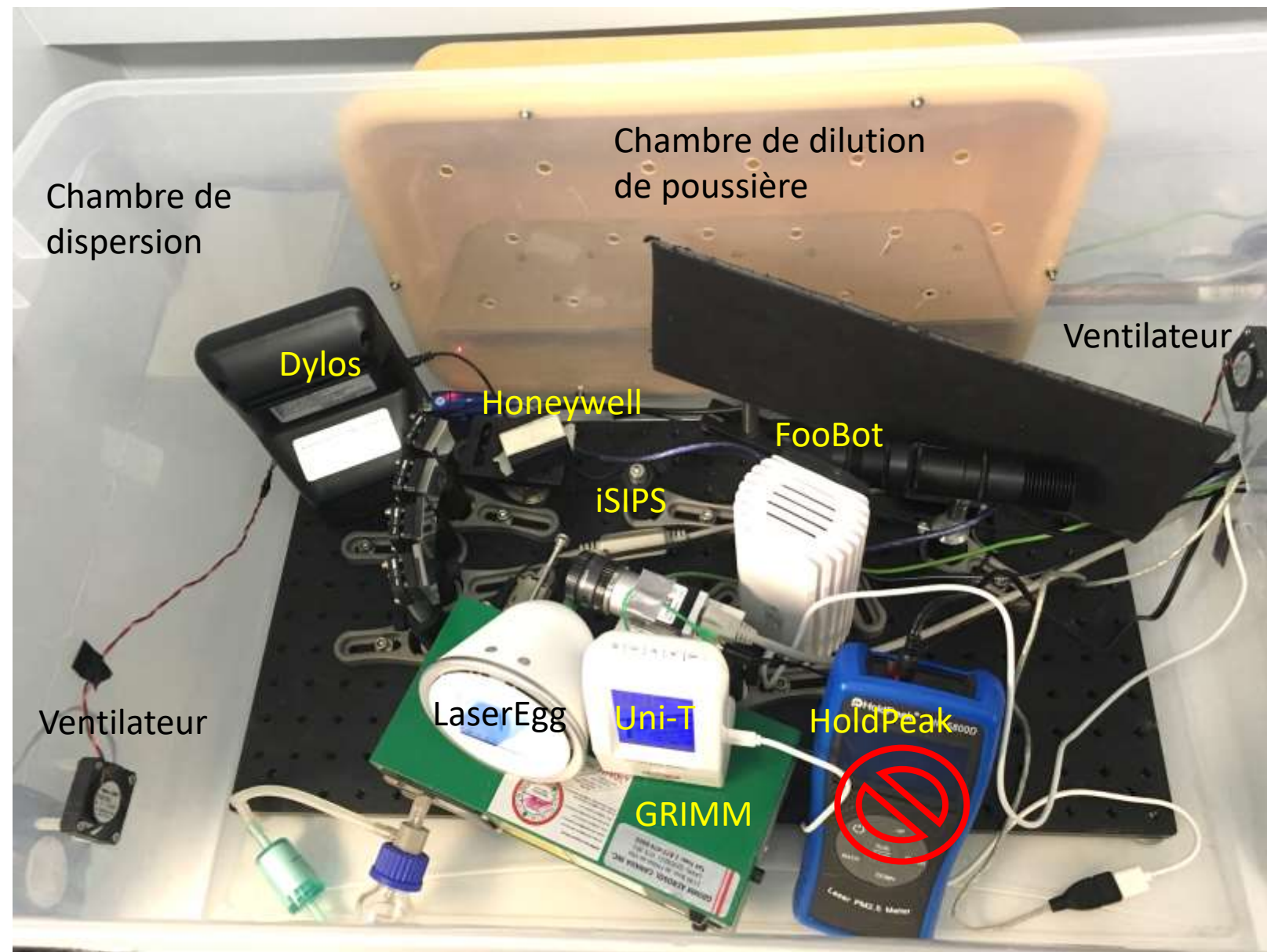
Types de poussière



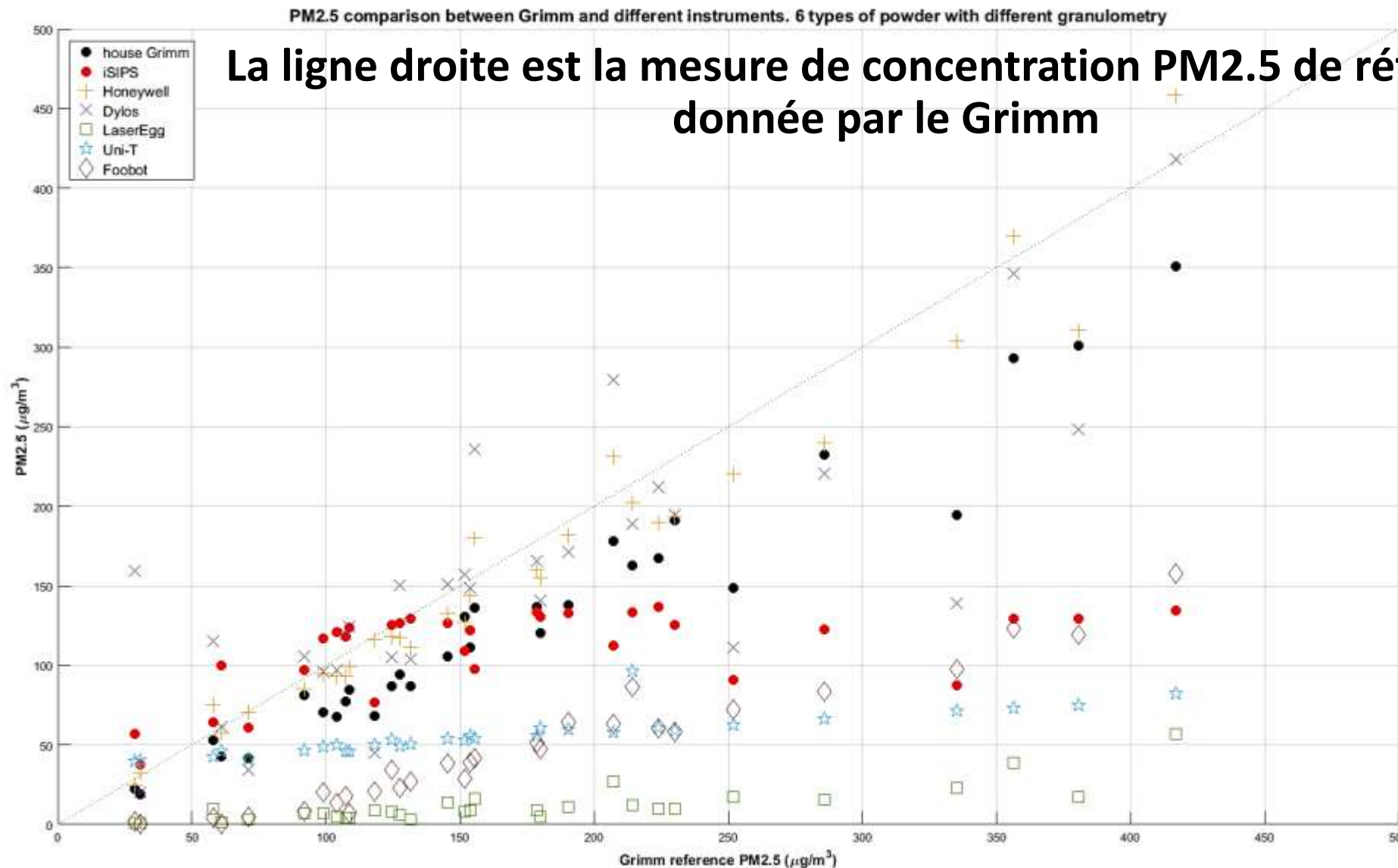
Nombre de matériaux différents	3
Matériau #1	Arizona Test Dust (ATD)
Fournisseur	Powder Technology Inc
Distribution	ISO 12103-1, A1 0-3 µm 0-5 µm 0-10 µm 0-50 µm
Matériau #2	Carbone
Fournisseur	Alfa Aesar
Distribution	0.4 – 12 um
Matériau #3	MIN-U-SIL 5 (SiO ₂)
Distribution	0-5 µm

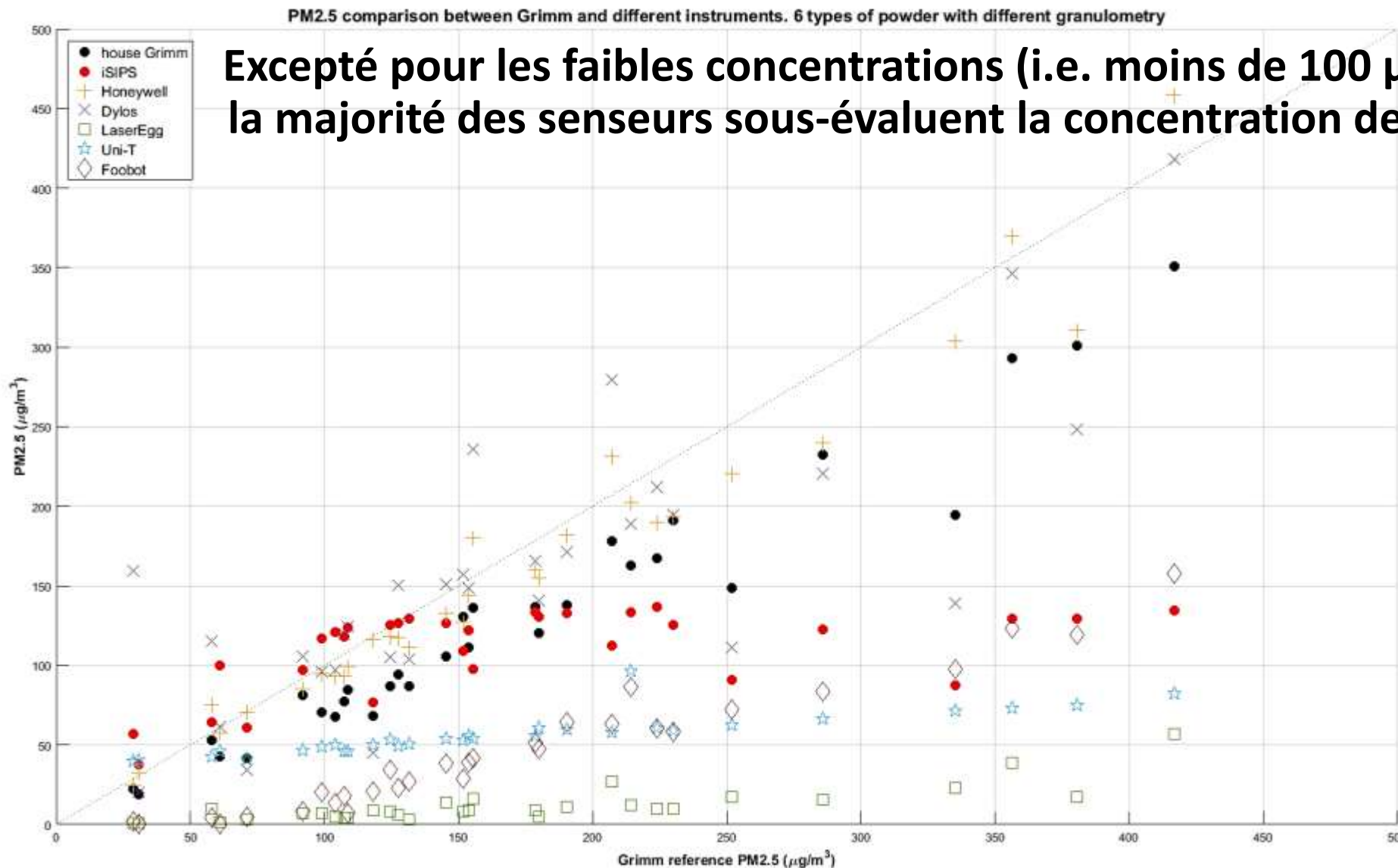


- Une seule disposition des capteurs a été testée
- Bien que l'uniformité de la concentration à l'intérieur de la chambre ait été vérifiée, l'ajout des senseurs peut avoir modifié la dynamique de la dispersion
- Il est possible que la concentration varie d'un endroit à l'autre dans l'enceinte



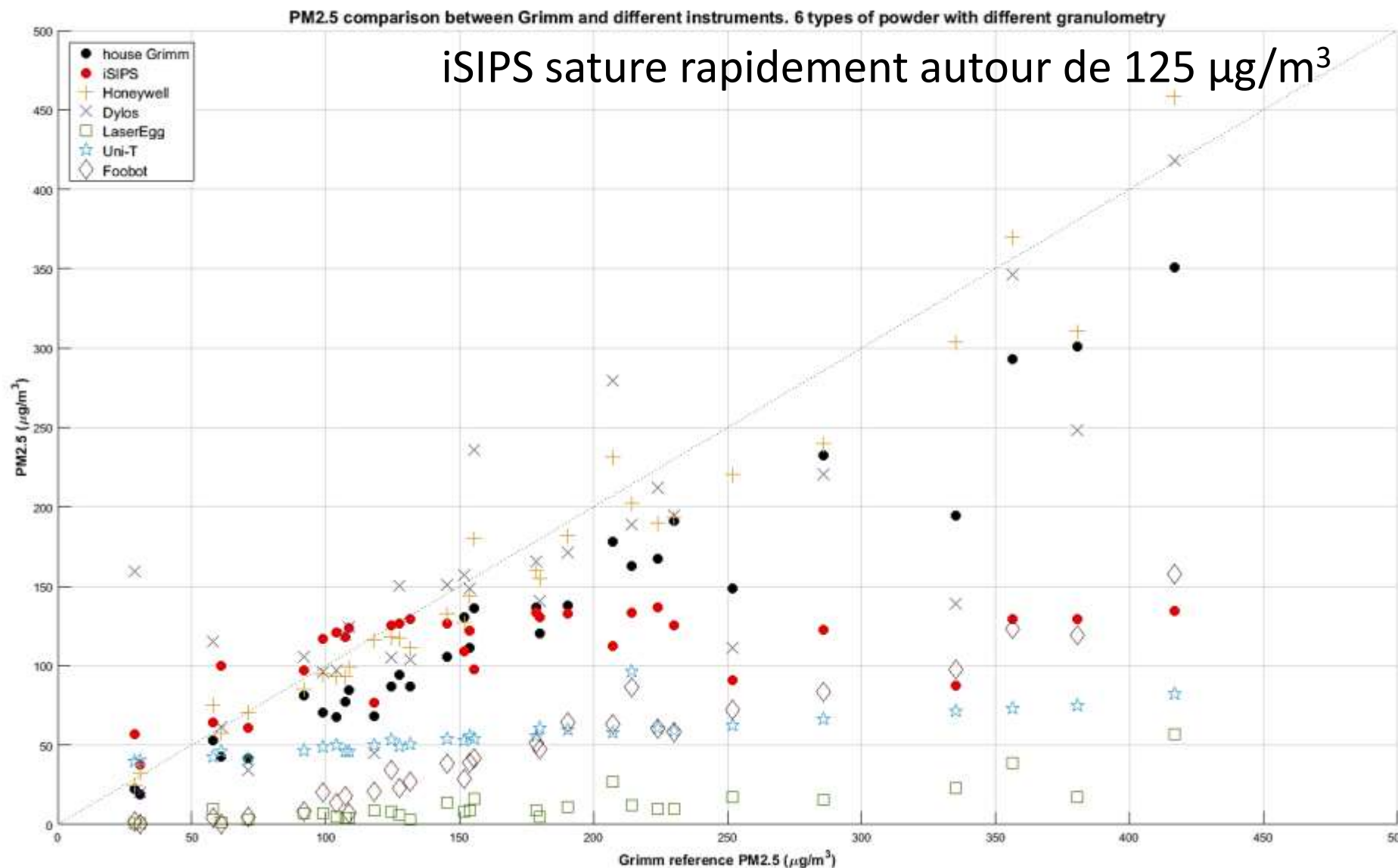
- La poussière est générée à l'aide du système de Palas à un taux de 160 mg/h - 100 g/h dans un volume de 2.0 - 5.0 m³/h
- Une chambre de dilution permet de réduire la concentration de particule à des niveaux de concentration entre quelques dizaines µg/m³ jusqu'à sous les 1 000 µg/m³
- Il est possible de contrôler le taux de dilution en changeant le nombre relatif de trous donnant accès à la chambre de dispersion et à la hotte





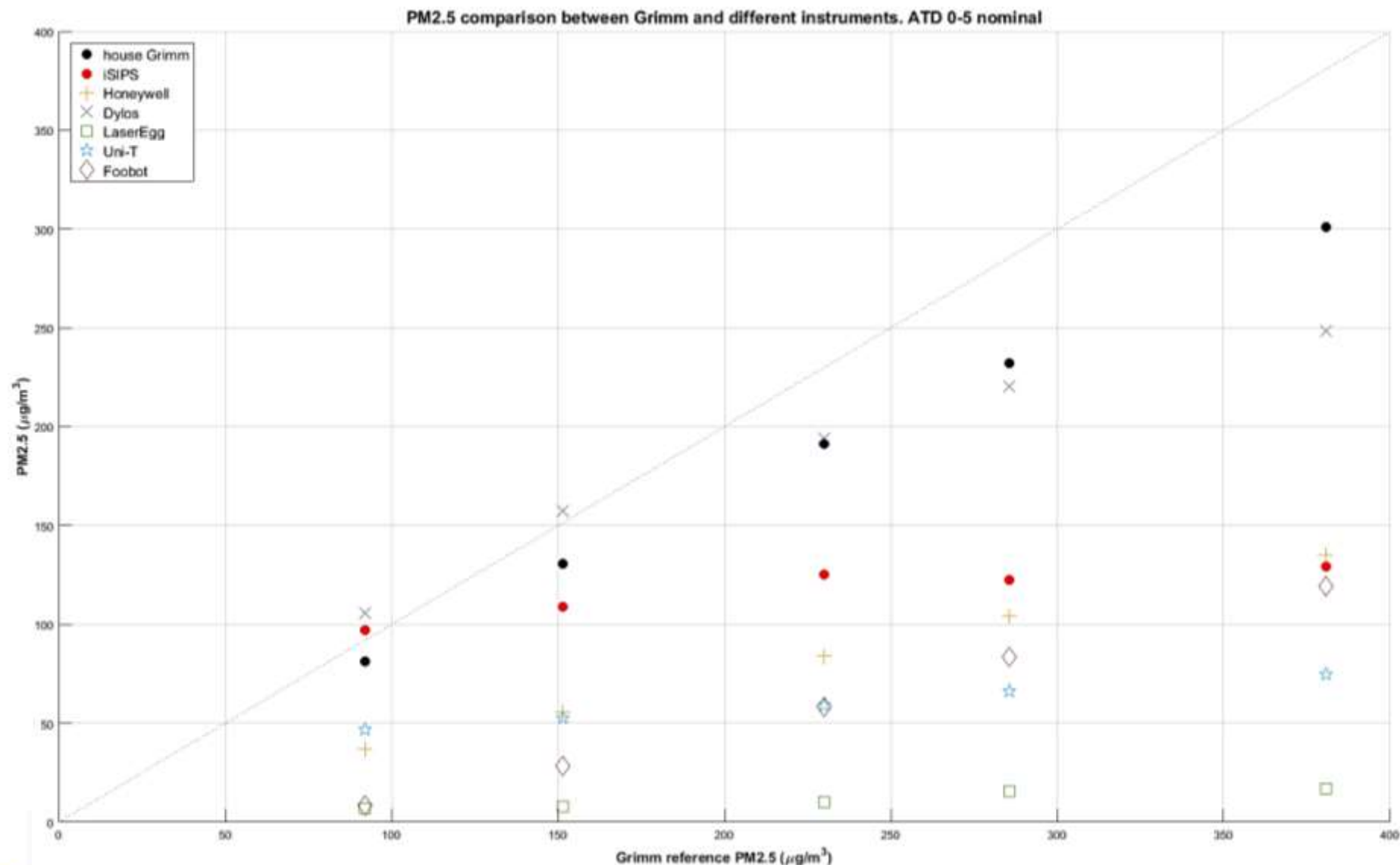
Excepté pour les faibles concentrations (i.e. moins de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), la majorité des senseurs sous-évaluent la concentration de PM2.5

Résultats: Vue d'ensemble de la Comparaison



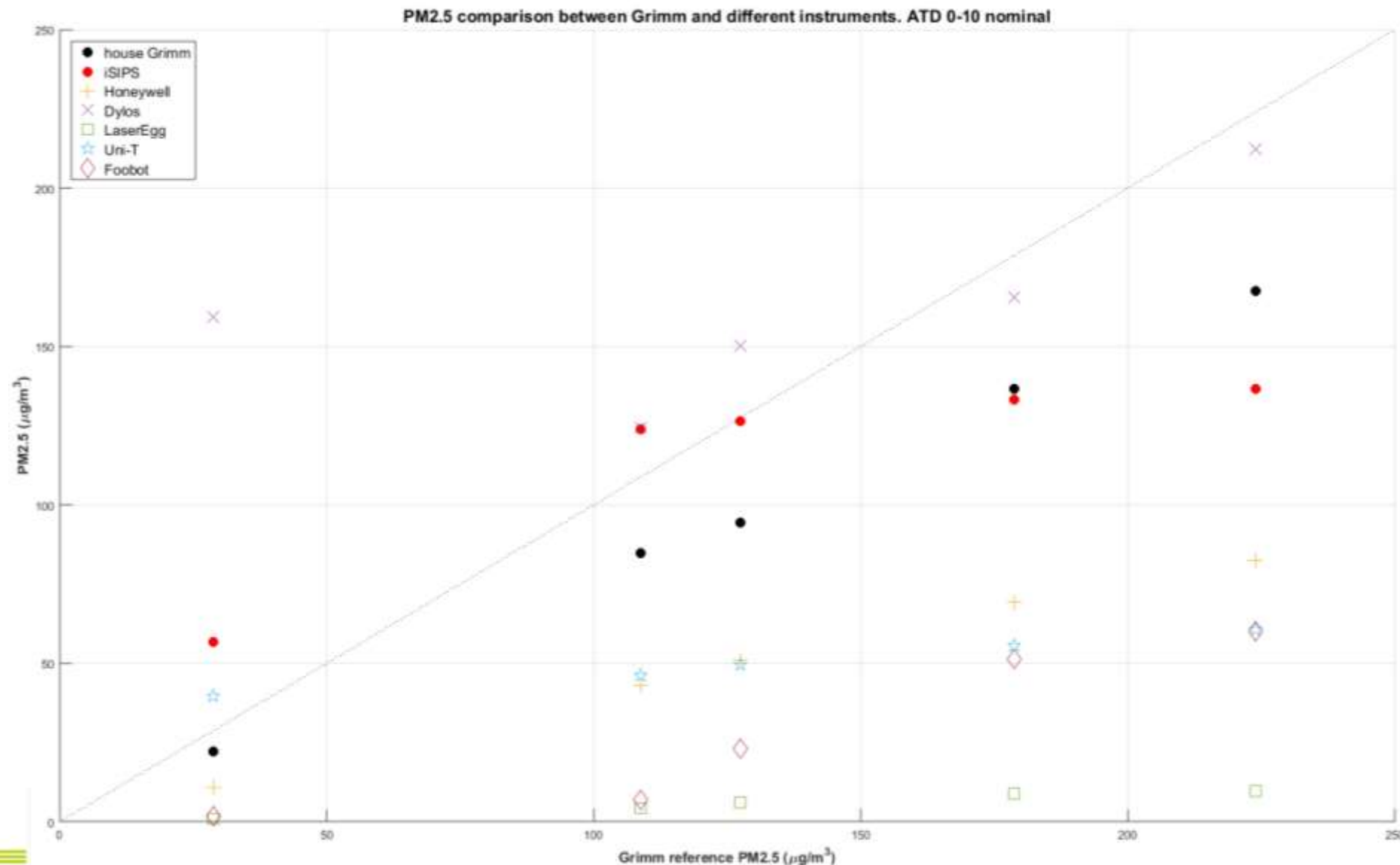
Résultats: Comparaison ATD 0-5 Nominal

- iSIPS sature rapidement à partir d'environ $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$



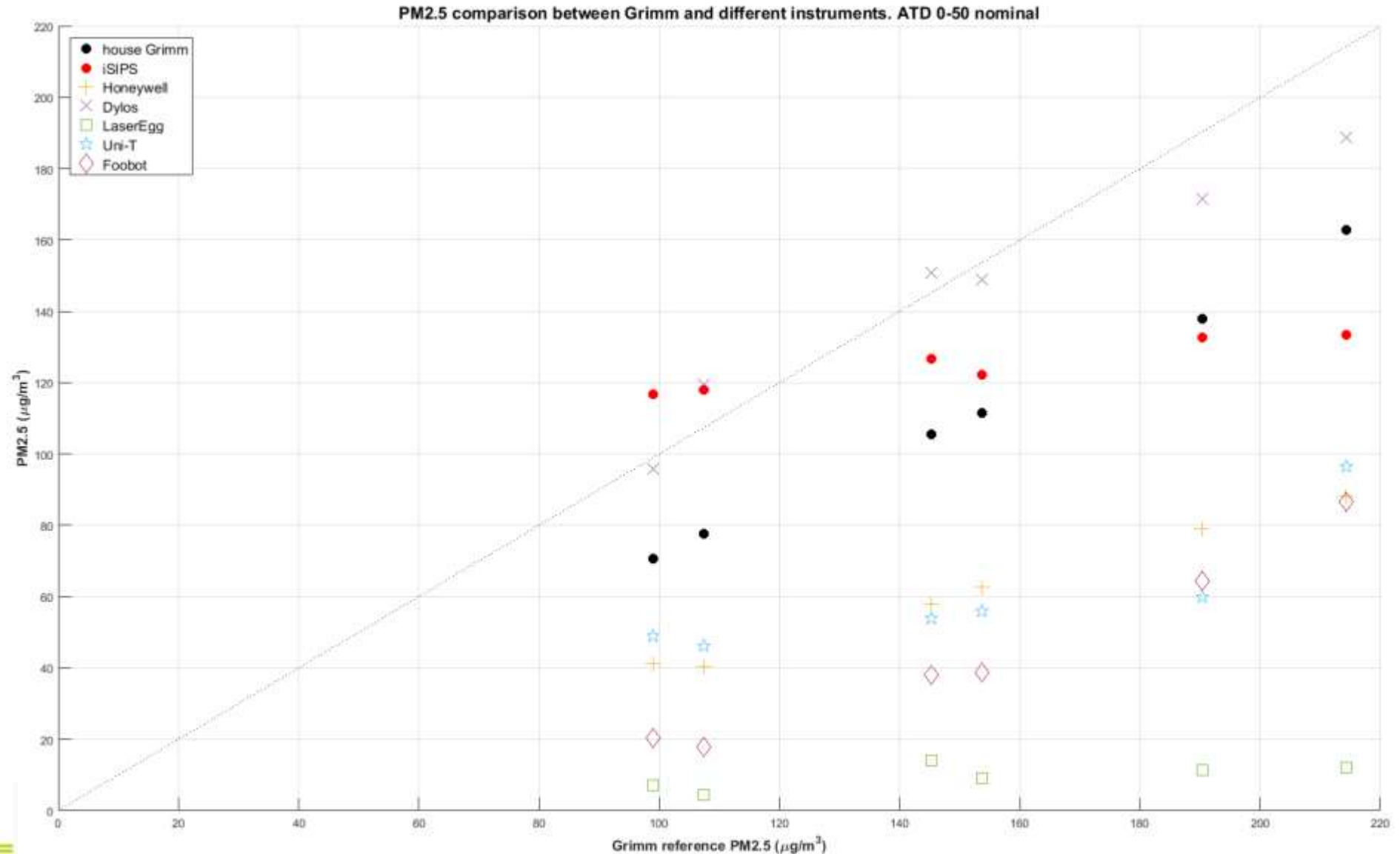
Résultats: Comparaison ATD 0-10 Nominal

- iSIPS sature rapidement à partir d'environ $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$



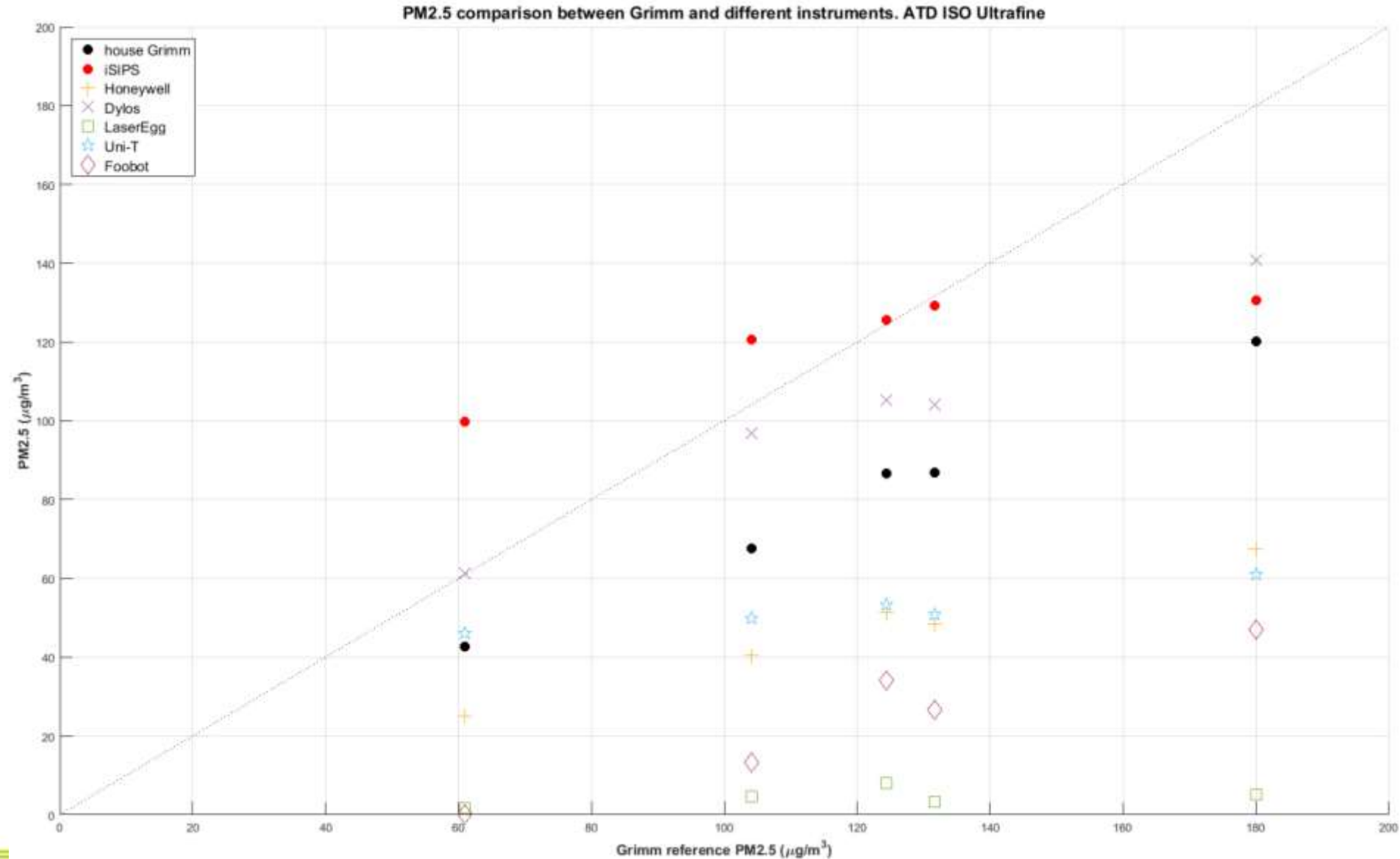
Résultats: Comparaison ATD 0-50 Nominal

- iSIPS sature à partir d'environ $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$



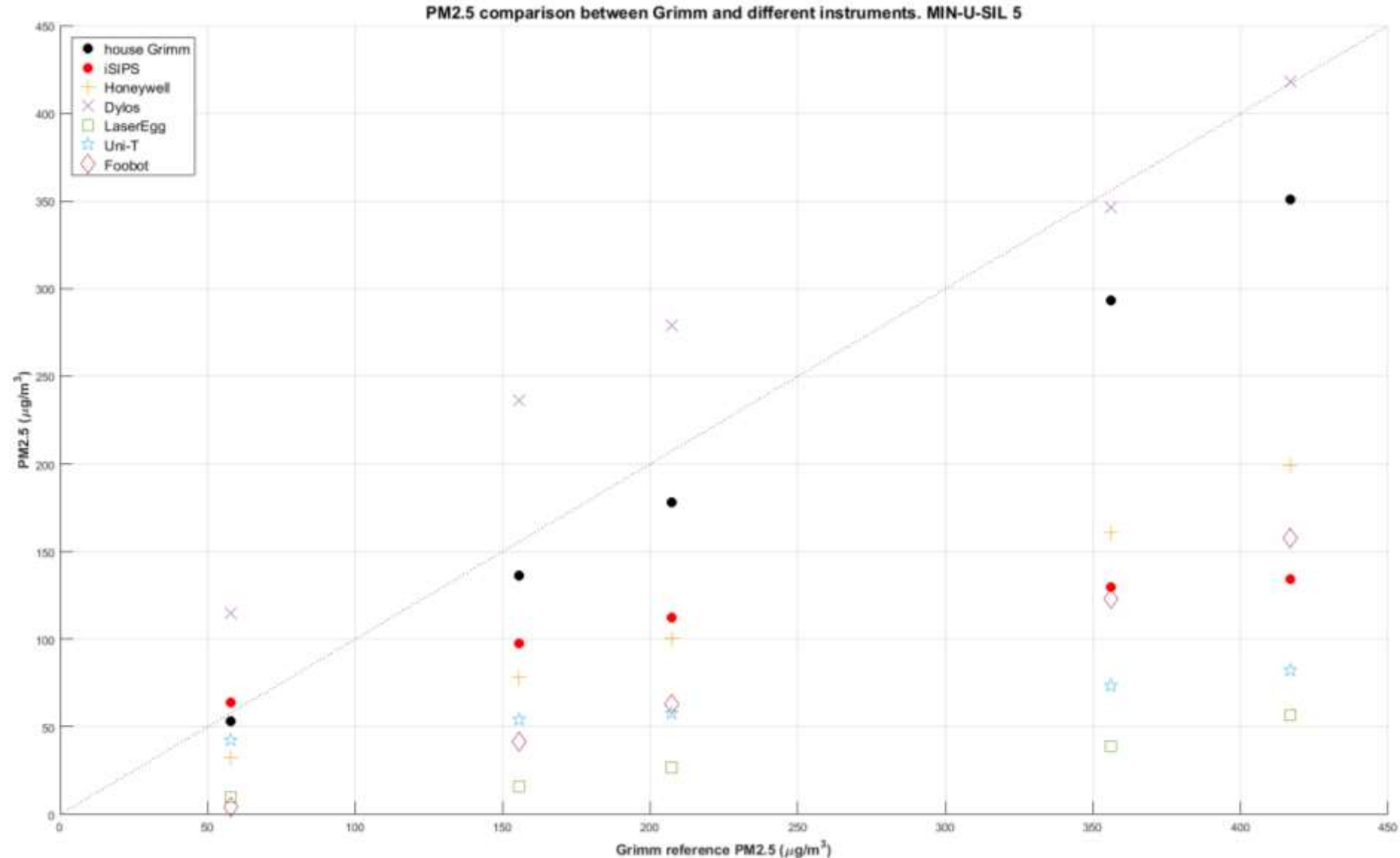
Résultats: Comparaison ATD ISO Ultrafine

- iSiPS sature rapidement à partir d'environ $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$



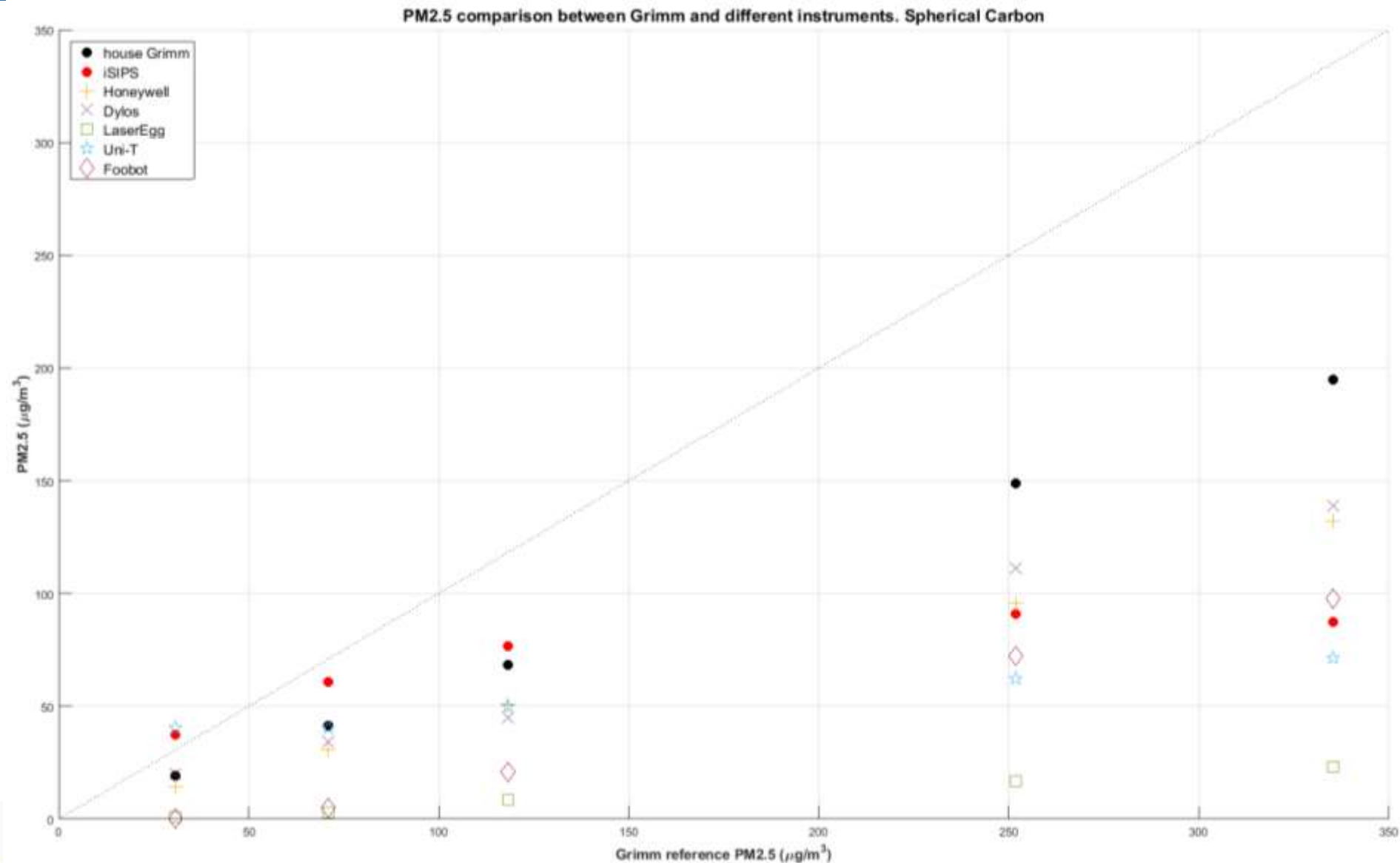
Résultats: Comparaison MIN-U-SIL 5

- iSIPS sature rapidement à partir d'environ $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Résultats: Comparaison Spherical Carbon

- iSIPS sature rapidement à partir d'environ $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$



INO (iSIPS : prototype de première génération)

Pour:

- Pas de système d'aspiration pouvant s'encrasser
- Pour des concentrations inférieures à $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il est celui donnant la meilleure précision ($\leq 25\%$) sans être affecté par la granulométrie et la composition
 - D'ailleurs, le design actuel visait les concentrations ambiantes sur cette plage d'opération
 - Les concentrations supérieures sont considérées plus particulièrement pour les milieux industriels
 - Il est possible d'adapter l'appareil pour répondre sur une plus grande plage de concentrations
- Permet d'obtenir la granulométrie détaillée à un coût potentiellement très abordable: $\leq \$200$ USD

Contre:

- Dans sa configuration actuelle, il commence à saturer à des concentrations variant entre 120 et $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Encore en développement

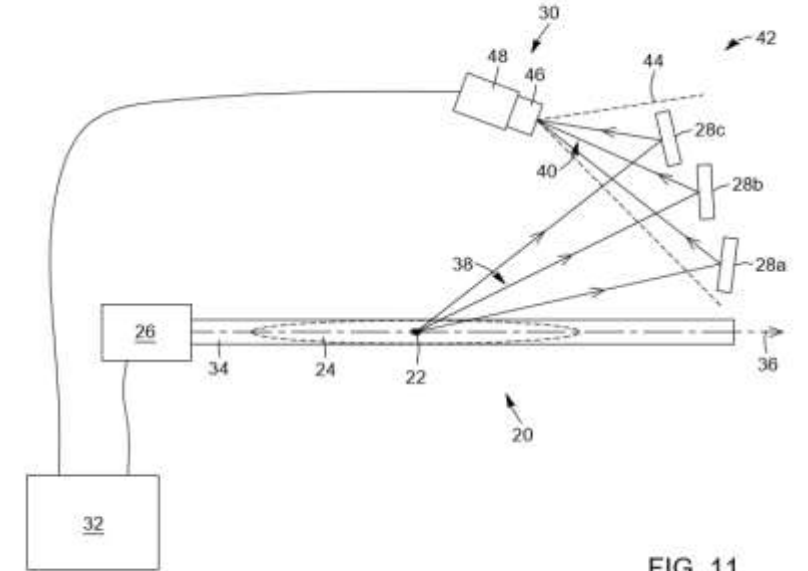


FIG. 11

Dans le cadre et les limites de l'expérience présentée:

- Parmi les senseurs évalués, le Dylos (l'appareil le plus dispendieux : \$290 USD) donne une mesure qui nous semble suffisamment précise et permet une utilisation relativement fiable
 - Par contre, il est significativement affecté par la granulométrie et la composition des particules
- Aux concentrations inférieures à $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le prototype iSIPS de l'INO donne des mesures d'une précision adéquate sans être affecté par la granulométrie et la composition des particules
- Cependant, les meilleures linéarité et robustesse de corrélation ont été obtenues avec le senseur le moins coûteux (Honeywell: \$32 CAD)
 - Un étalonnage avec un appareil homologué améliorerait sensiblement les mesures
- La fiabilité à long terme (sur des semaines, mois ou années) des ces senseurs reste à démontrer

- **De nouvelles technologies sont constamment en émergence et pourront permettre dans un avenir rapproché (1-2 ans) des mesures précises de la concentration et de la granulométrie des particules. Ces 2 éléments sont essentiels pour estimer l'impact des aérosols sur la santé humaine.**

Merci!

- **Ont aussi contribué à ces travaux: Anthony Roberge, Ovidiu Pancrati, Martin Lamonde, Félix Cayer, Dany Lemieux, Jean-François Cormier, François Châteauneuf.**