

# Construction d'une loi de passage laboratoire - extérieur pour la prédiction de l'albédo d'une surface

Pierre-Ange TIREL<sup>1,2</sup>, Arnaud PERROT<sup>1</sup>, Romain BAUDET<sup>2</sup>

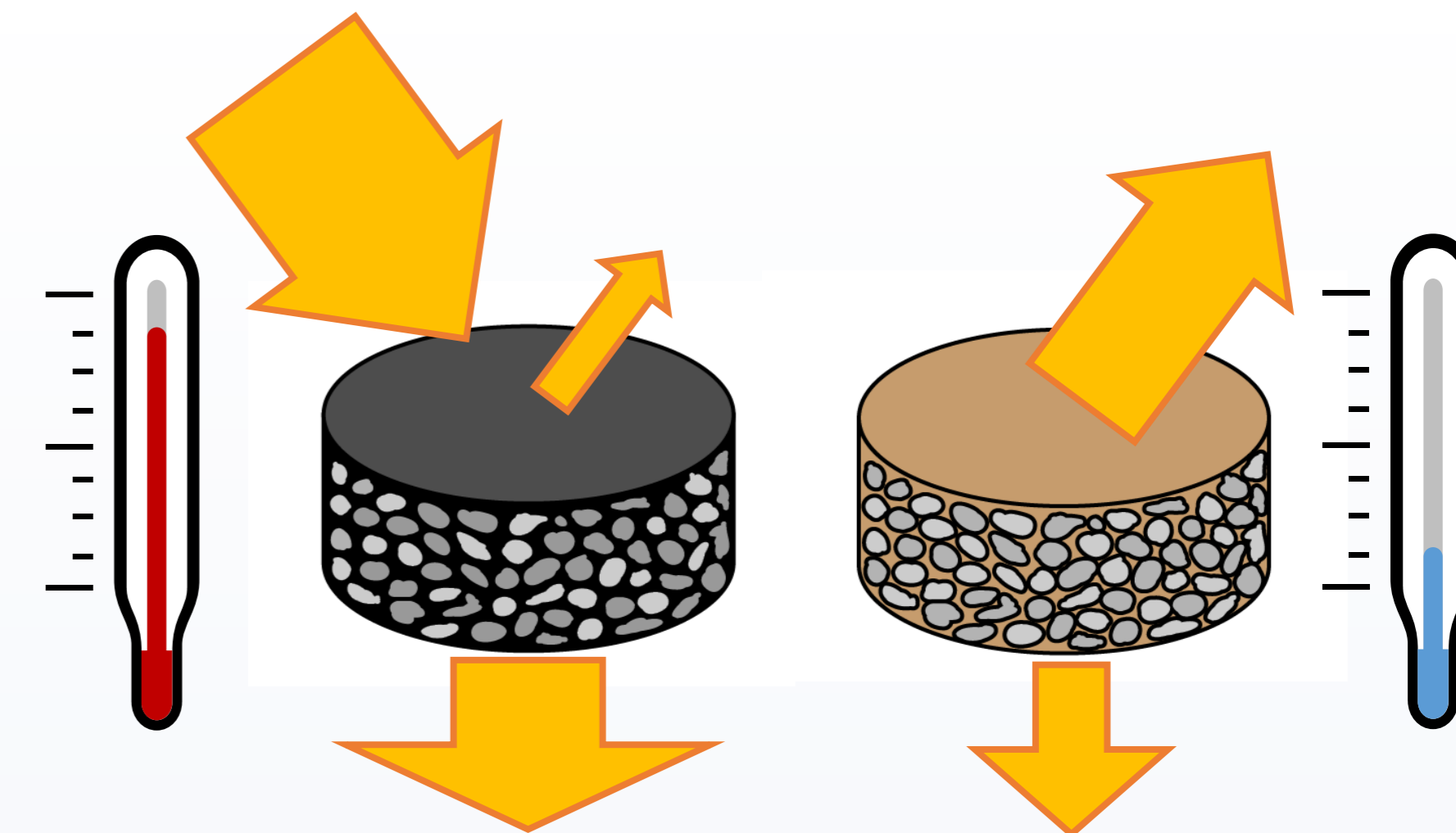
<sup>1</sup>Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDL), Lorient, France ;

<sup>2</sup>Laboratoire Carrière Béton Travaux Publics (LCBTP), Noyal-sur-Vilaine, France.

## CONTEXTE

- Urbanisation et utilisation de matériaux de construction courants = **augmentation de la chaleur des centres-villes par rapport à la campagne (Ilot de Chaleur Urbain (ICU))**.
- Relation proche entre albédo d'un enrobé et température de surface : plus sombre = plus de rayonnement absorbé = température plus élevée.
- Nécessité de **développer des enrobés plus clairs**, appelés « frais ».
- Mise en place d'une méthode laboratoire de caractérisation de l'albédo.
- **Loi de passage entre les deux échelles.**

$$\text{Albédo} = \frac{\text{Rayonnement réfléchi (W.m}^{-2}\text{)}}{\text{Rayonnement incident (W.m}^{-2}\text{)}} \quad (0 < \text{Albédo} < 1)$$



## MATÉRIAUX ÉTUDIÉS

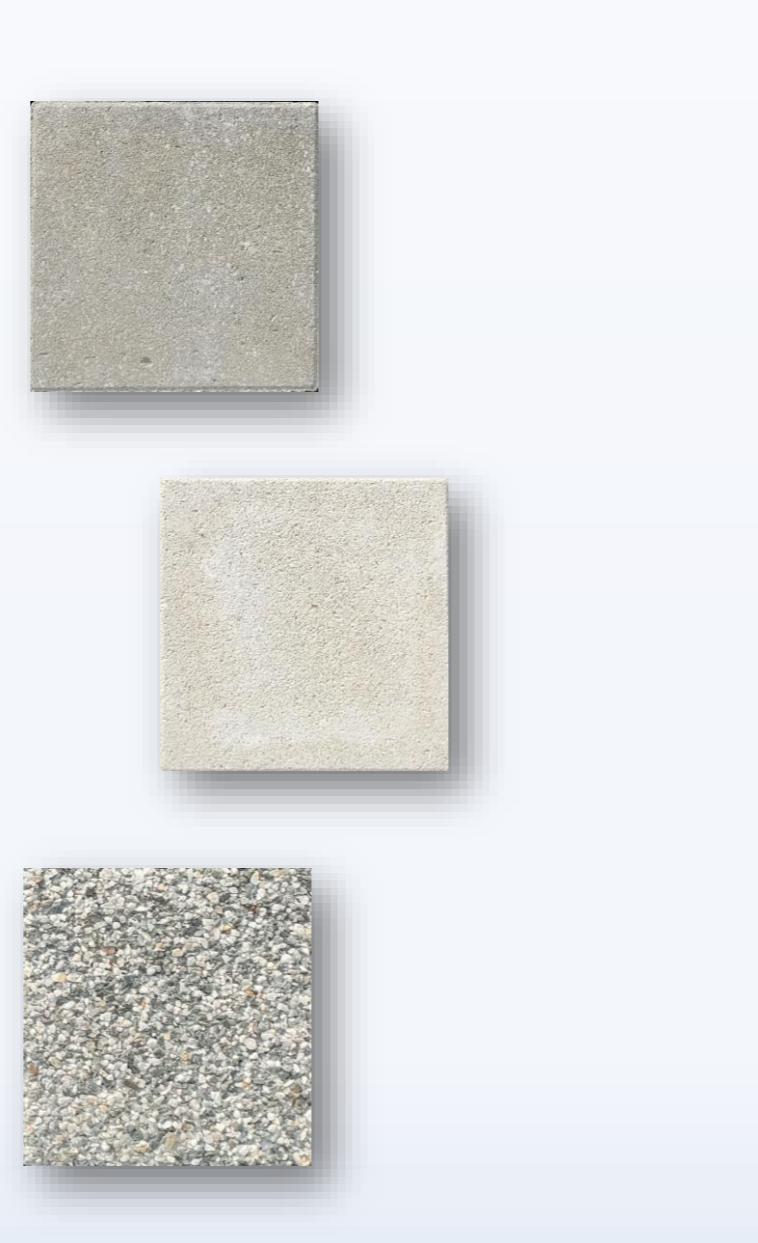
Différents types de matériaux de couleurs variées analysés lors de l'étude :



Enrobé bitumineux noir, beige sombre, beige clair, jaune et rouge



Feutrine de coton blanche, grise, rouge, verte et bleue



Pavés de béton gris, beige et drainant

## MESURE DE L'ALBÉDO EN LABORATOIRE

- Éclairage proche du rayonnement solaire
- Éclairage 8 LED + 1 bulbe IR
- Plaque de 30x40cm
- Hauteur de mesure : 10cm



Montage laboratoire de mesure de l'albédo

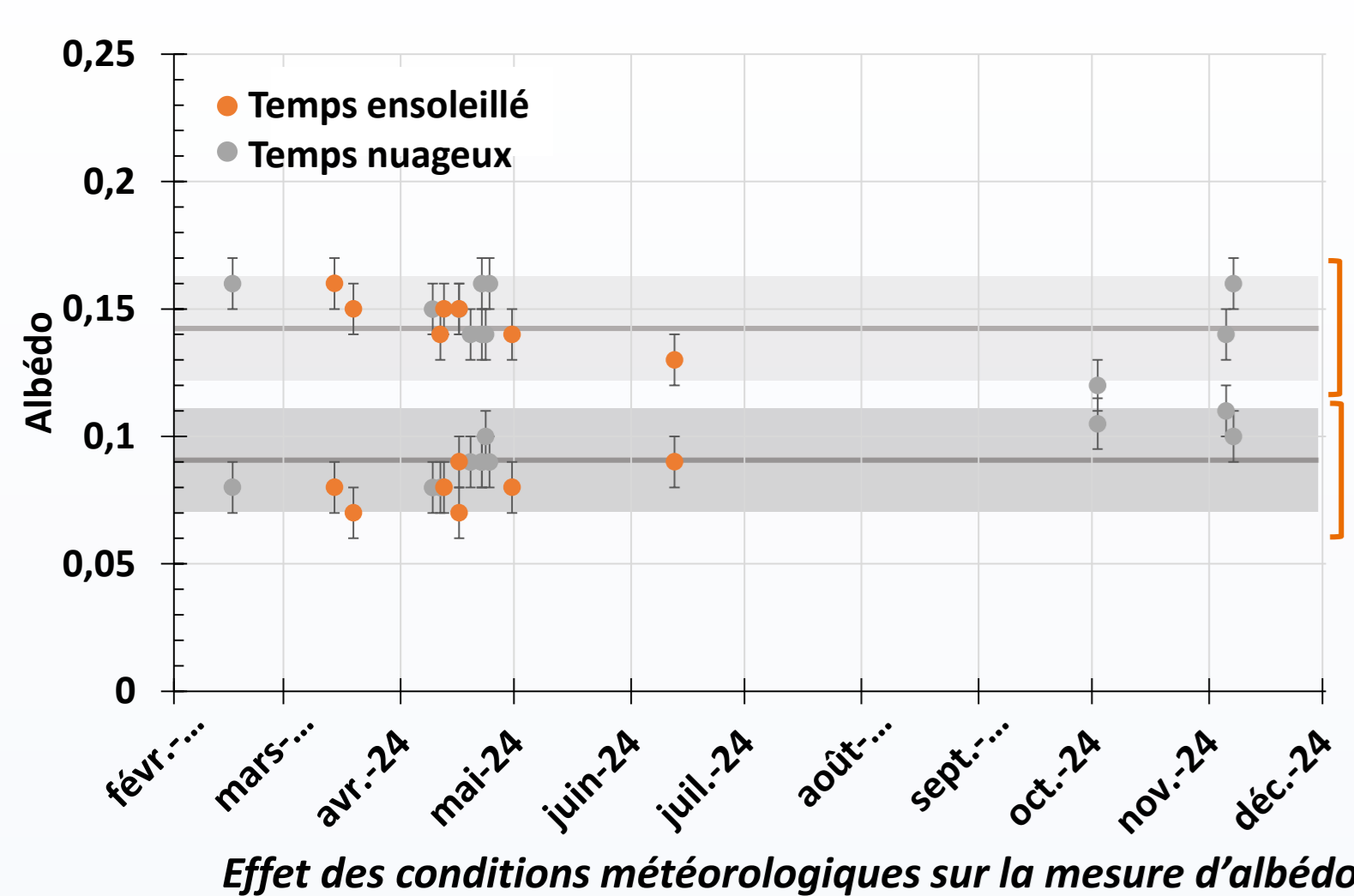
## MESURE DE L'ALBÉDO EN EXTÉRIEUR

- Norme américaine ASTM E1918-21
- Double pyranomètre : Mesure simultanée des rayonnements incident et réfléchi
- Hauteur de mesure : 50cm
- Surface de mesure 4m<sup>2</sup> minimum



Montage extérieur de mesure de l'albédo

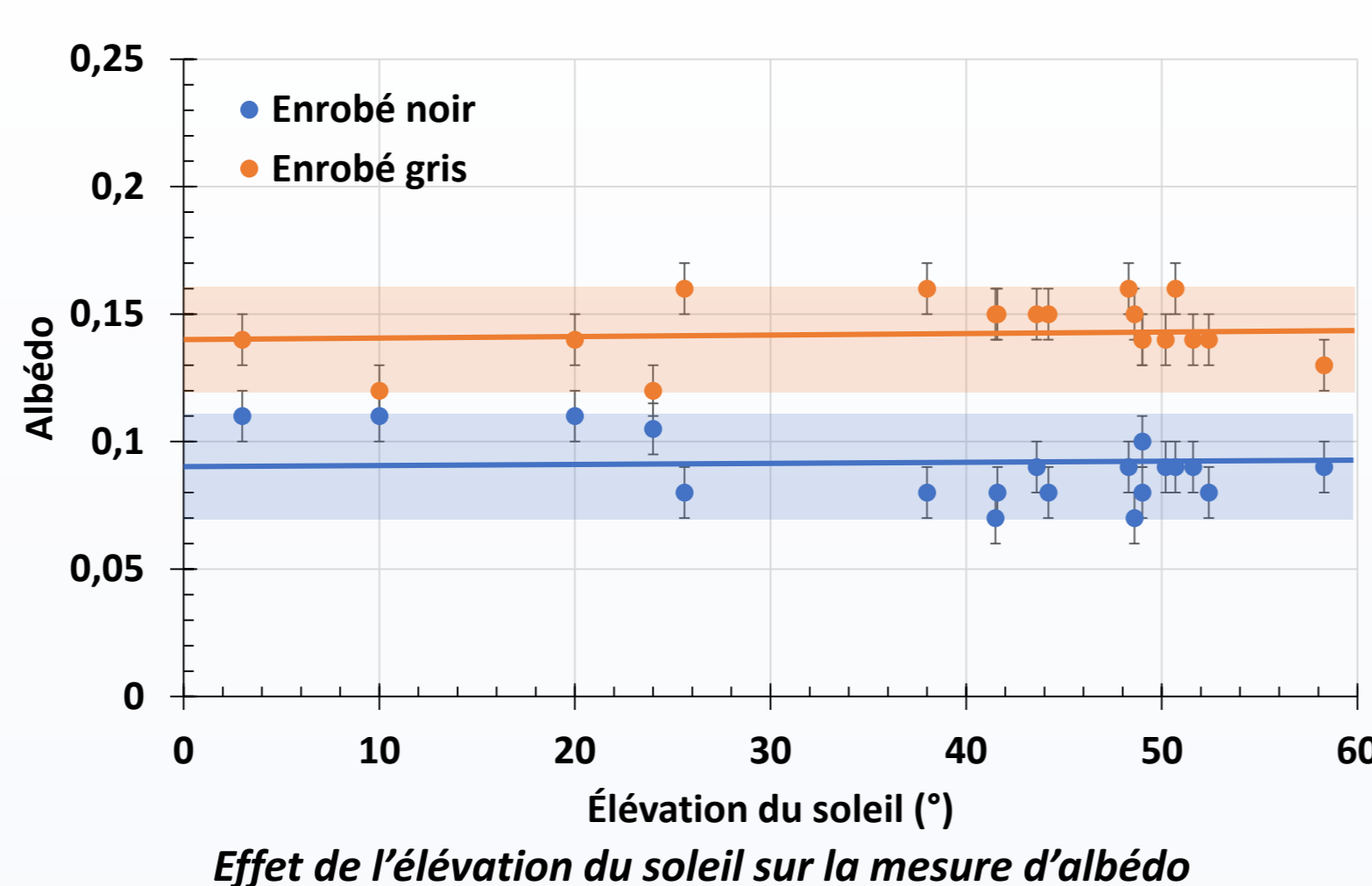
## ÉTUDE DES PARAMÈTRES EXTÉRIEURS



Effet des conditions météorologiques sur la mesure d'albédo

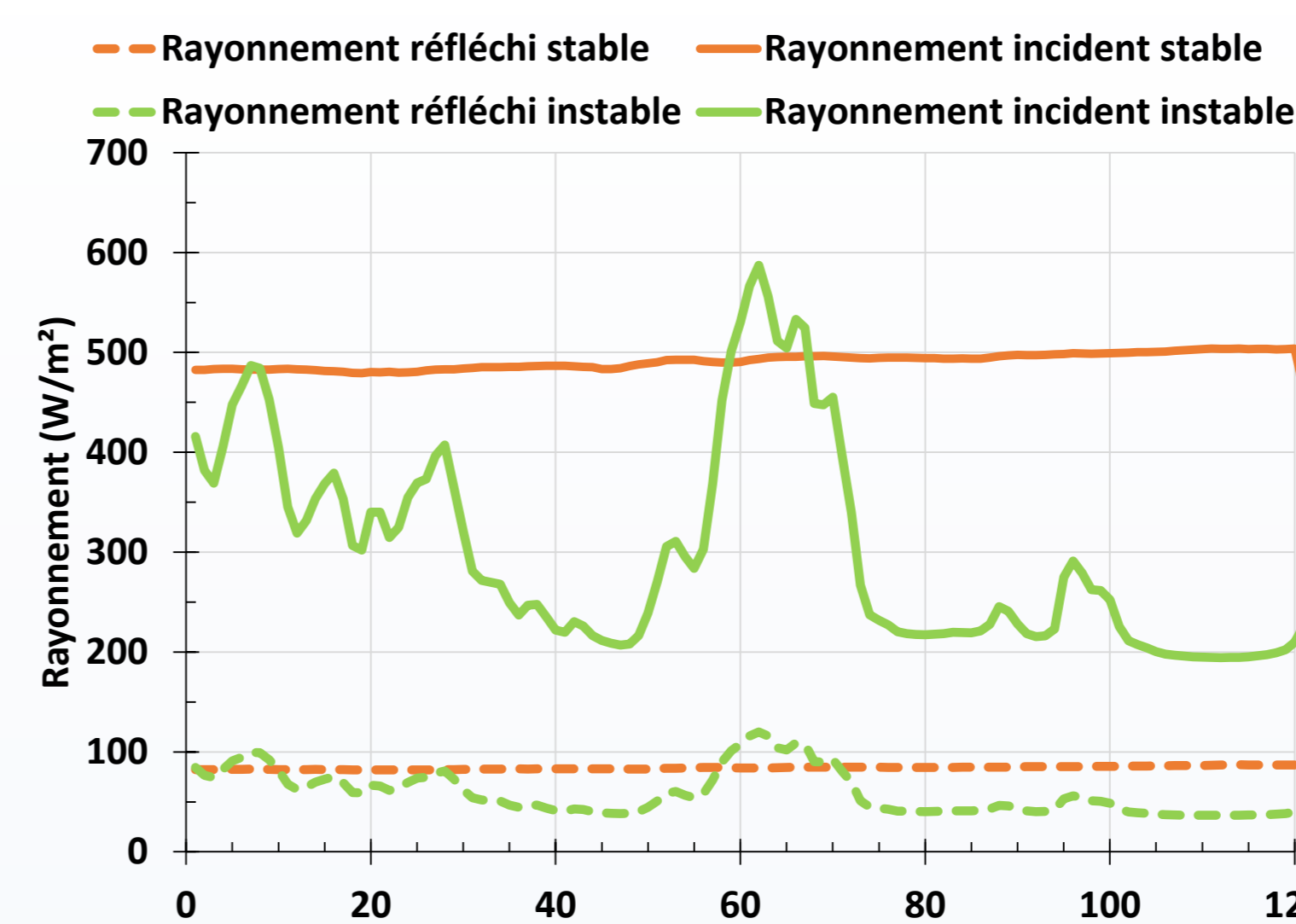
- Conditions météorologiques :
- Ensoleillé : plein soleil, soleil majoritaire sur le temps de mesure
  - Nuageux : ciel gris, absence de soleil direct

→ Pas d'impact significatif



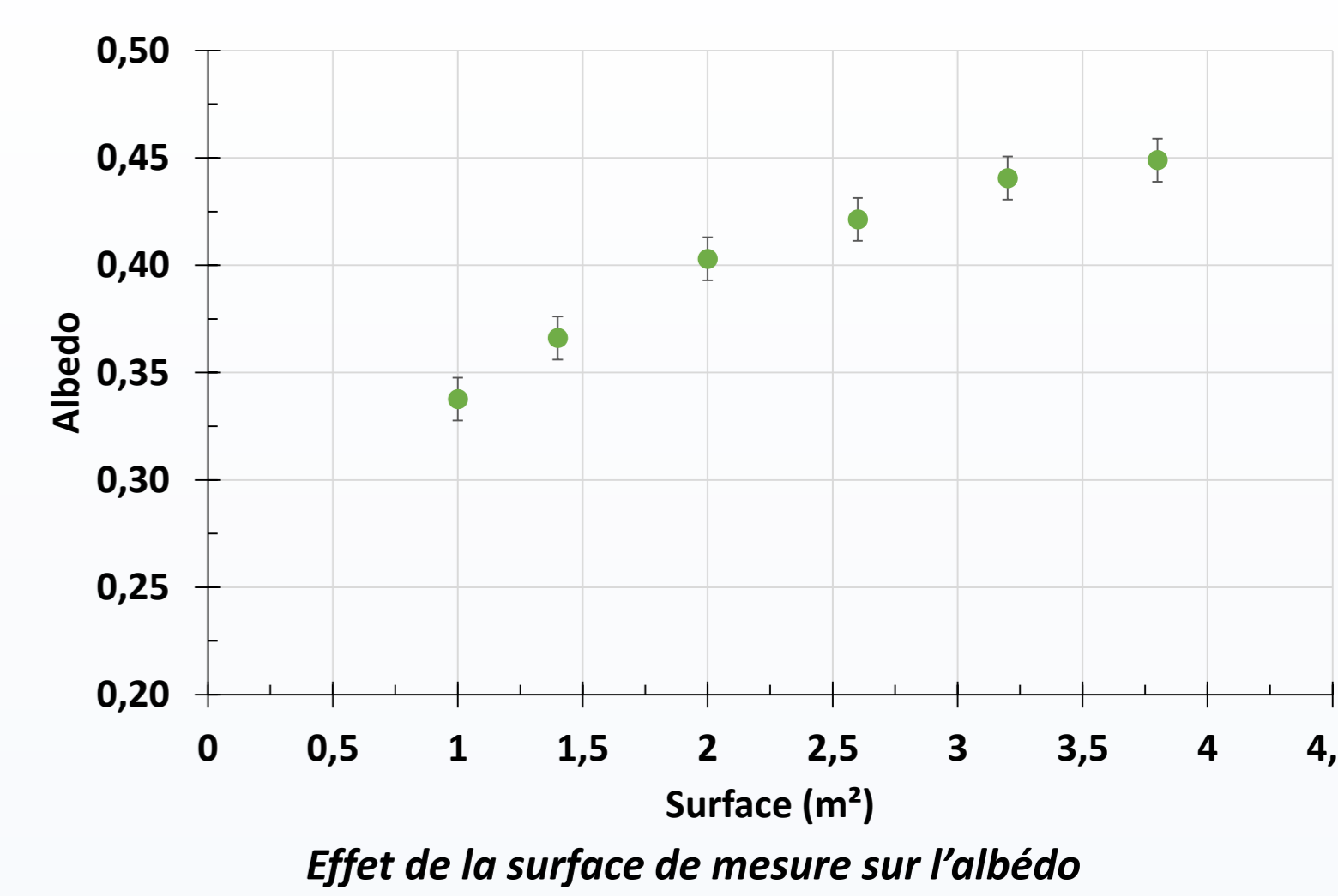
Effet de l'élevation du soleil sur la mesure d'albédo

Élevation du soleil : pas d'impact significatif ;  
→ Données restent dans l'intervalle ± 0,02



Effet de l'élevation du soleil sur la mesure d'albédo

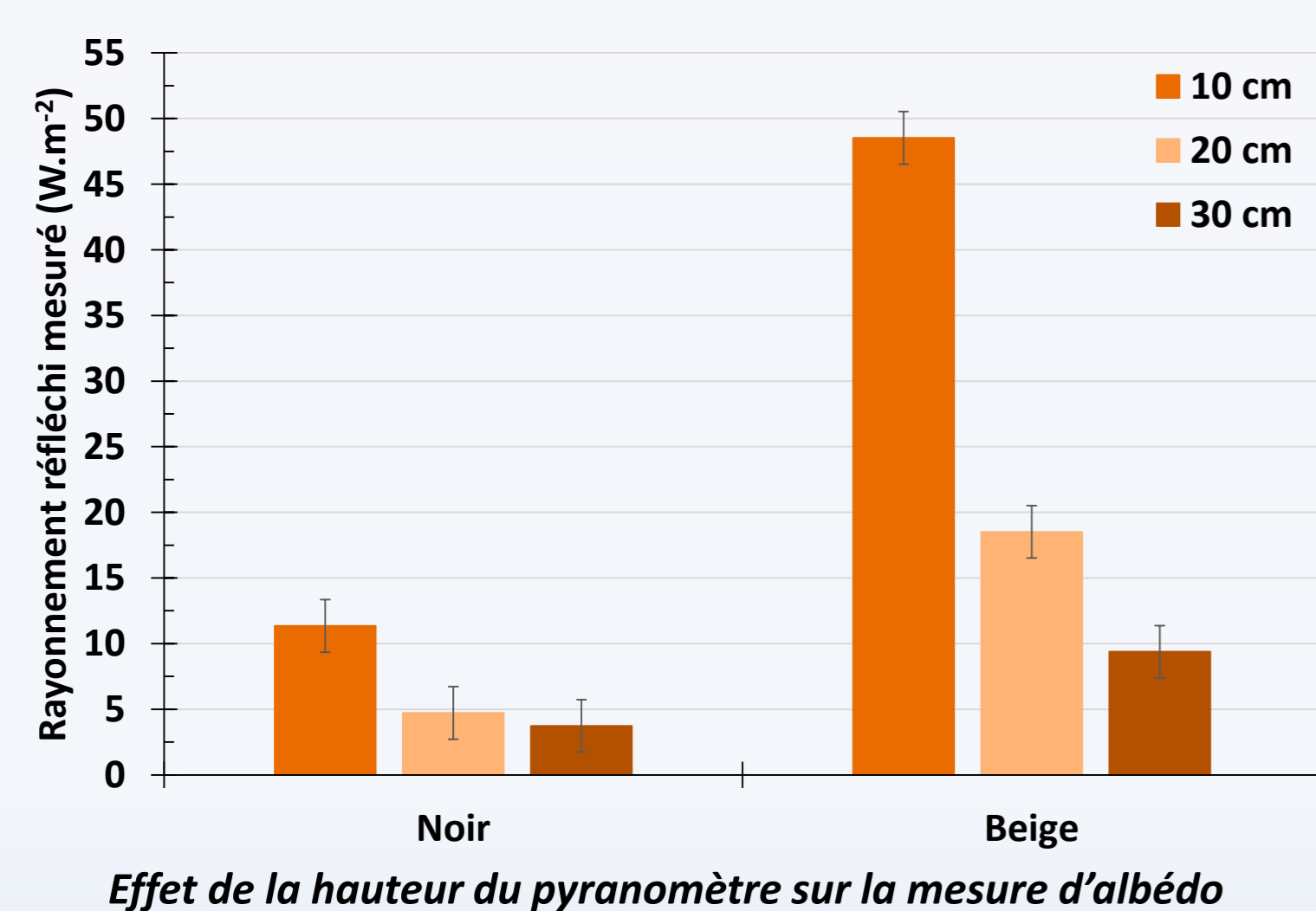
Stabilité météo influe fortement sur mesures du rayonnement  
→ Rapport des rayonnements = même valeur albédo moyen



Effet de la surface de mesure sur l'albédo

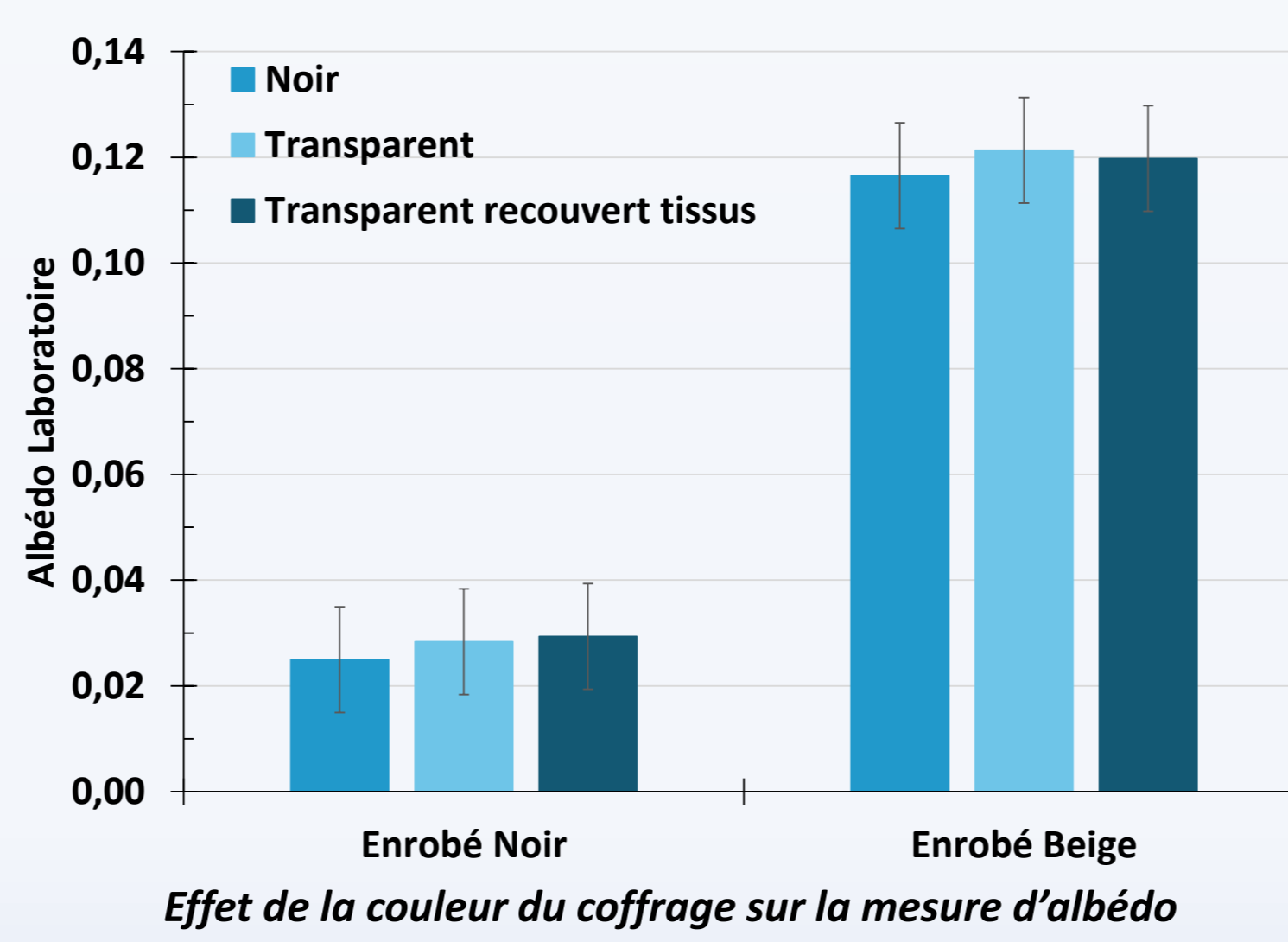
Mesure de pavés beiges sur enrobé noir  
Surface de mesure influe fortement sur la mesure d'albédo  
→ Grande surface de mesure = mesure d'albédo plus fiable

## ÉTUDE DES PARAMÈTRES LABORATOIRE



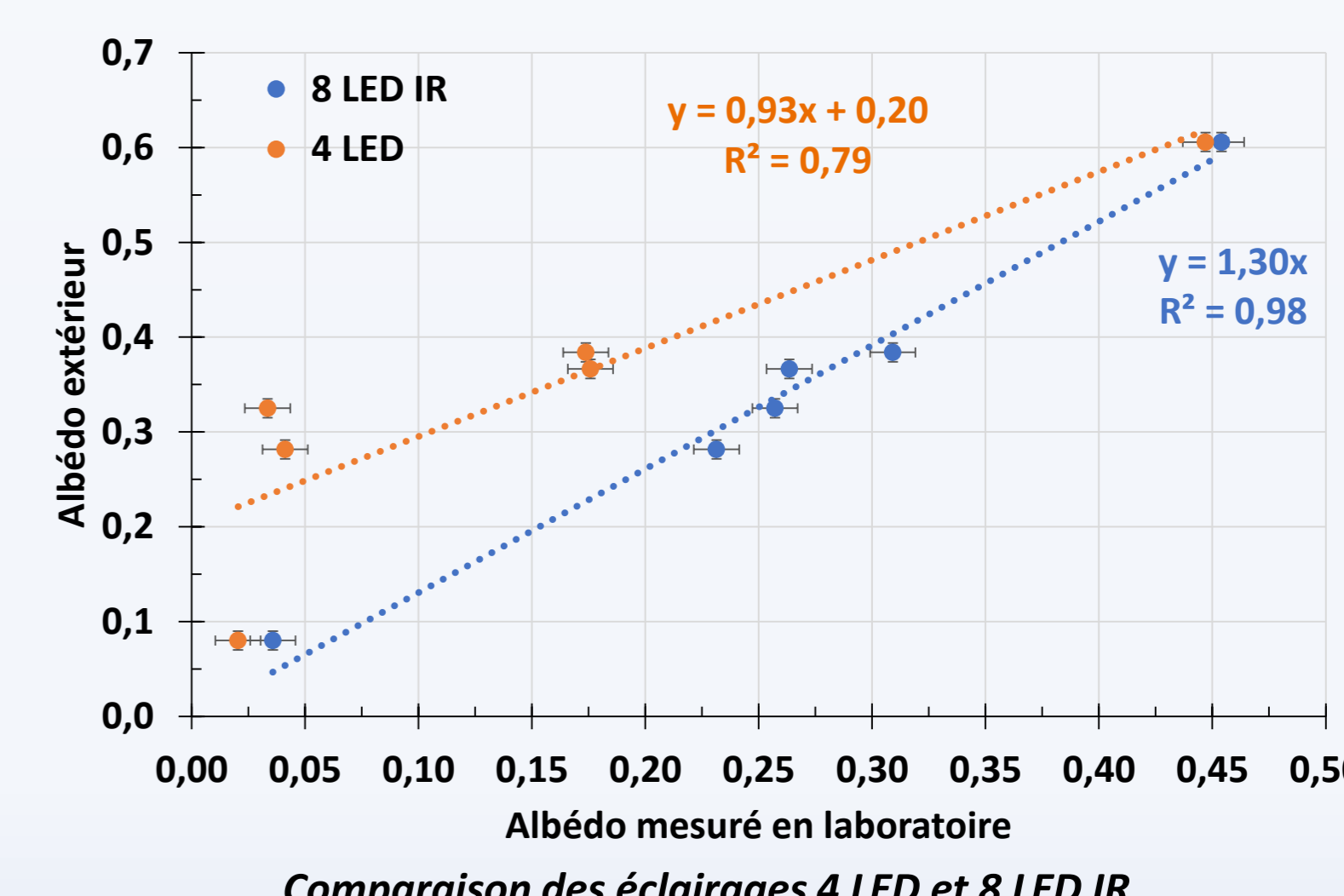
Effet de la hauteur du pyranomètre sur la mesure d'albédo

Hauteur du pyranomètre influe sur mesure de l'albédo  
→ Très large champ de vision du pyranomètre (174°)  
→ Pour hauteurs > 10cm : rayonnement réfléchi = bruit (< 5W.m<sup>-2</sup>).



Effet de la couleur du coffrage sur la mesure d'albédo

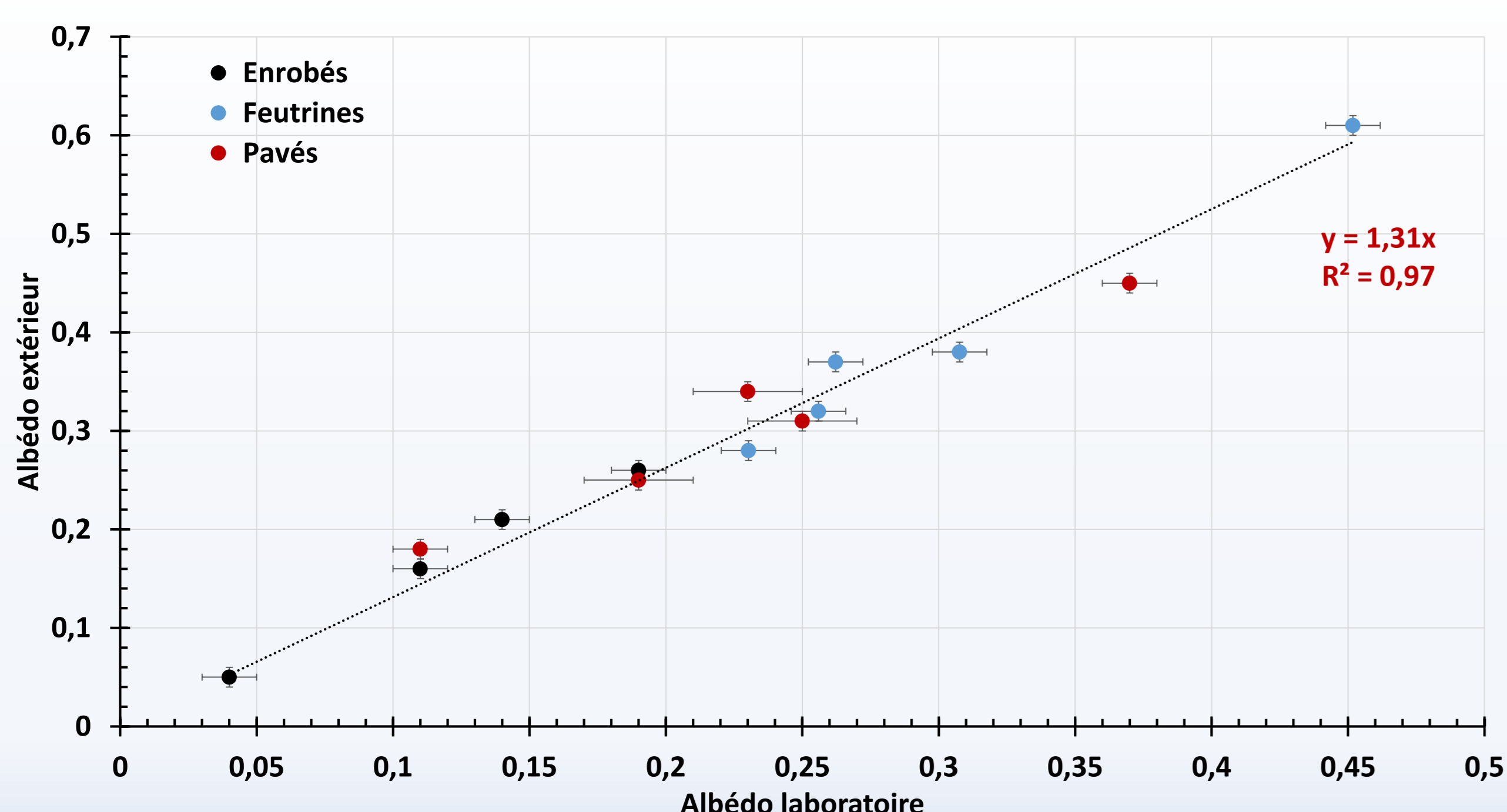
→ Couleur du coffrage a un impact négligeable sur albédo  
→ Coffrage transparent sans tissus = manipulation plus simple  
→ Éclairage ambiant négligeable



Comparaison des éclairages 4 LED et 8 LED IR

Éclairage influe sur albédo  
→ Spectre visible non suffisant  
→ Nécessité combiner visible + IR

## CONSTRUCTION DE LA LOI DE PASSAGE ALBÉDO LABORATOIRE - EXTÉRIEUR



Loi de passage pour l'estimation de l'albédo d'une surface en fonction de l'albédo mesuré en laboratoire

## CRITIQUE DE LA NORME ASTM E1918-21 ET RECOMMANDATIONS

### PRÉCONISATIONS NORME

- Météo ensoleillée, sans nuage ni brume ;
- Disque solaire visible ;
- Pas de variation du rayonnement lors de l'essai ;
- Angle élévation du soleil supérieur à 45° par rapport à la normale .

La norme ASTM E1918-21 donne des préconisations assez limitantes. L'utilisation du double pyranomètre permet la mesure simultanée des rayonnements incidents et réfléchis, permettant le moyennage des données et un meilleur calcul de l'albédo. Une durée de mesure assez longue (ici 120 sec) et un rayonnement réfléchi suffisamment élevé (>10 W.m<sup>-2</sup>) donnent des valeurs d'albédo répétables et sans grand écarts types (±0,01).

### RECOMMANDATIONS

- Revêtement sec, météo préférentiellement stable ;
- Éclairage solaire suffisant pour obtenir une réflexion hors de la gamme du bruit de mesure (> 5W.m<sup>-2</sup>) ;
- Mesure sur 120sec afin de moyennner le rayonnement ;
- Angle d'élévation supérieur à 10°.

## CONCLUSION

Le développement d'un protocole de mesure de l'albédo en laboratoire et la corrélation avec les données mesurées en extérieur a permis la construction d'une loi de passage permettant l'estimation simple et rapide de l'albédo d'une surface via un essai à l'échelle laboratoire.