



Pierre OBERLÉ
Chef de projet EPILOG
pierre.oberle@ines-solaire.org

EPILOG

Evaluation de la Performance Intrinsèque des LOGements

Présentation du projet - Journée thématique IBPSA France 2019

Mesure des performances énergétiques des bâtiments - Nantes - 23/05/2019



Projet soutenu par le
programme PACTE



Déroulé de la présentation

- 1) Organisation du projet
- 2) Méthode d'évaluation de l'enveloppe
- 3) Essais pilotes de la méthode EPILOG enveloppe
- 4) Dispositif EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 5) Procédure EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 6) Conclusions et perspectives

Projet EPILOG

► Projet EPILOG : Evaluation de la Performance Intrinsèque des LOGements

► Équipe

► Déroulement

- Échéancier : 06/2016 > 06/2018

► Domaine d'étude

- Bâtiments résidentiels, individuels et collectifs
- Neuf et rénovation
- Enveloppe et systèmes énergétiques

► Développements

- Protocoles de vérification des systèmes énergétiques (tâche 2)
- Méthode et protocole d'essai de la mesure de performance intrinsèque (tâches 2 et 4)
- Prototype de dispositif d'essai (tâche 3)

► Apports

- Nouveaux protocoles et dispositif de caractérisation de la performance intrinsèque
- Retours d'expériences sur la mesure de la performance intrinsèque



Déroulé de la présentation

- 1) Organisation du projet
- 2) Méthode d'évaluation de l'enveloppe**
- 3) Essais pilotes de la méthode EPILOG enveloppe
- 4) Dispositif EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 5) Procédure EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 6) Conclusions et perspectives

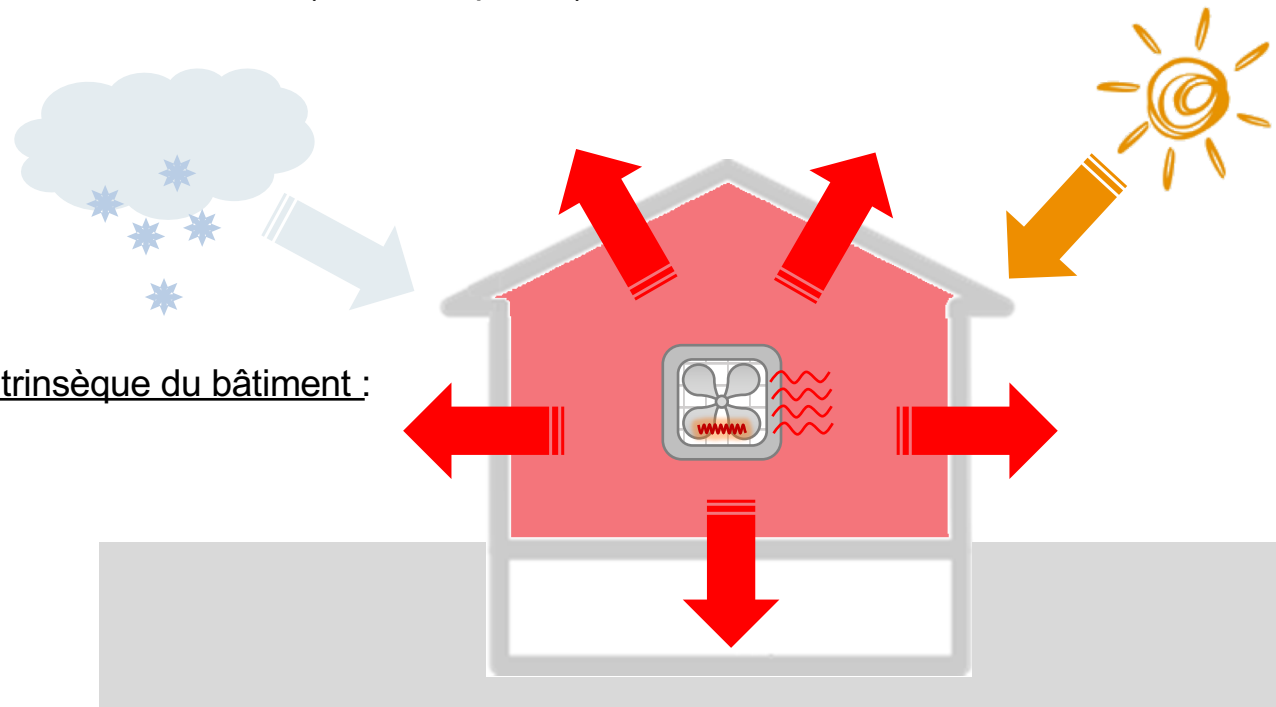
Méthode d'évaluation de l'enveloppe

► Méthode EPILOG

► Principe de mise en œuvre

- Élévation de température du bâtiment par une mise en chauffe (hors occupation)
- Mesure des températures intérieures
- Mesure de la température extérieure
- Mesure de la puissance de chauffage
- Mesures des températures adjacentes
- Mesure de l'irradiance solaire

- Évaluation de la performance énergétique intrinsèque du bâtiment :
Calcul du coefficient H_{global} en [W/K]



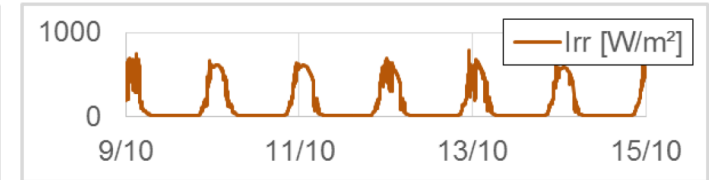
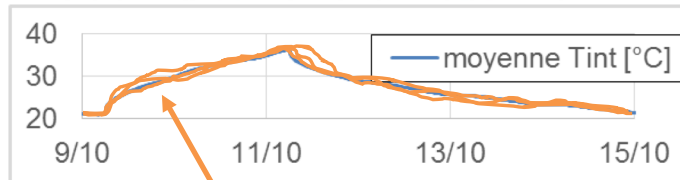
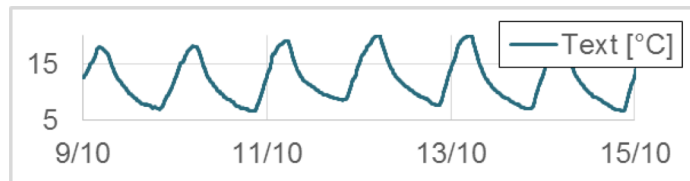
Méthode d'évaluation de l'enveloppe

► Méthode EPILOG

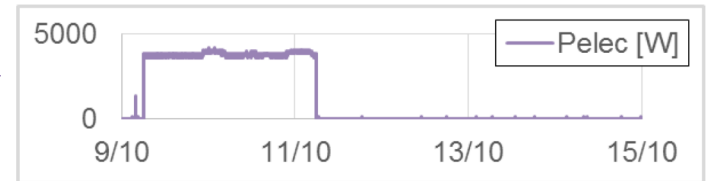
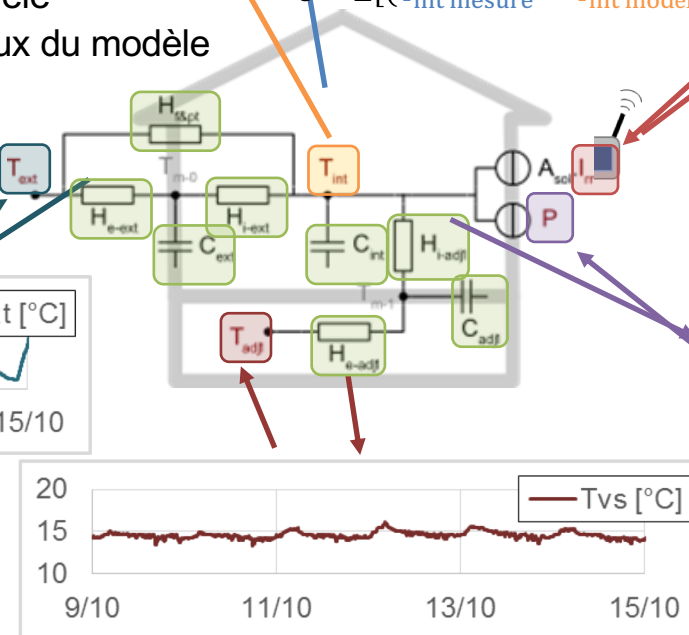
► Principe d'exploitation

- Mesure des grandeurs physiques
- Génération d'un modèle numérique
- Injection des mesures dans le modèle
- Identification des paramètres initiaux du modèle
- Optimisation des paramètres
- Calcul des indicateurs

H_{global} [W/K]
 $\tau_{principale}$ [h]



$$\epsilon = \mathbb{E}[(T_{int \text{ mesure}} - T_{int \text{ modèle}})^2] \sim \frac{1}{N-1} \sum_{t=0}^N (T_{int \text{ mesure}}(t) - T_{int \text{ modèle}}(t))^2$$



Déroulé de la présentation

- 1) Organisation du projet
- 2) Méthode d'évaluation de l'enveloppe
- 3) Essais pilotes de la méthode EPILOG enveloppe**
- 4) Dispositif EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 5) Procédure EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 6) Conclusions et perspectives

Essais pilotes

► Bâtiments testés



Armadillo Box

- Type maison individuelle (42 m²)
- Enveloppe très performante



Praxibat

- Type maison individuelle (29 m²)
- Enveloppe performante



Maison INCAS-IBB

- Maison individuelle (90 m²)
- Enveloppe très performante



Petite Maison Zen

- Maison individuelle (105 m²)
- Enveloppe très performante



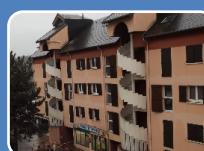
Rue de la Doria

- Appartement T5 RdC (155 m²)
- Enveloppe très peu performante



Square Jacques Lapeyre

- Appartement T3 R+3 (65 m²)
- Enveloppe peu performante



Rue du Commerce

- Appartement T3 R+3 (68 m²)
- Enveloppe peu performante

Essais pilotes

► Armadillo Box

► Essais

- Variation paramétrique

Puissance de chauffage

Type de chauffage

Répartition des émetteurs

Niveau de brassage

Répartition des brasseurs

Durée de chauffage

Durée de repos

Protection solaire des volets

- Réalisations

30/08/17 : 27 essais complets

24/11/17 : 39 essais complets

16/02/18 : 46 essais complets

01/06/18 : 83 essais complets

Nom essai	Puissance / répartition	Brassage / répartition	Durée chauffage	Durée évolution libre	Film solaire volets
A	2 x 1 kW (Cv2 + Cv3)	Cv2 + Cv3	3 j	2 j	Non
B	2 x 2 kW (Cv2 + Cv3)	Cv2 + Cv3	1 j	1 j	Non
C	1 x 2 kW (Cv1)	Cv1 + Vt1	2 j	2 j	Non
D	2 x 1 kW (Cv2 + Cv3)	Cv2 + Cv3	1 j	1 j	Non
E	4 x 1 kW (Cv1)	Cv1 + Vt1	4 j	4 j	Non
F	4 x 2 kW (Cv1)	Cv1 + Vt1	4 j	4 j	Non
G	2 x 1 kW (Cv1 + Cv1)	Cv1 + Cv1	1 j	1 j	Non
H	2 x 1 kW (Cv2 + Cv3)	Cv2 + Cv3	2 j	2 j	Non
I	5 x 0,4 kW (Rd1 + ... + Rd5)	Vt1 + Vt2 + Vt3 (vitesse 1)	1 j	1 j	Non
J	5 x 0,4 kW (Rd1 + ... + Rd5)	-	1 j	1 j	Non
K	2 x 1 kW (Cv2 + Cv3)	Cv2 + Cv3 + Vt1 + Vt2 + Vt3 (vitesse 1)	1 j	1 j	Non
L	5 x 0,4 kW (Rd1 + ... + Rd5)	Vt1 + Vt2 + Vt3 (vitesse 1)	1 j	1 j	Oui
M	5 x 0,4 kW (Rd1 + ... + Rd5)	-	1 j	1 j	Oui
N	2 x 1 kW (Cv2 + Cv3)	Cv2 + Cv3 + Vt1 + Vt2 + Vt3 (vitesse 1)	2 j	2 j	Oui
O	5 x 0,4 kW (Rd1 + ... + Rd5)	Vt1 + Vt2 + Vt3 (vitesse 1)	2 j	2 j	Oui
P	5 x 0,4 kW (Rd1 + ... + Rd5)	Vt1 + Vt2 + Vt3 (vitesse 3)	2 j	2 j	Oui
Q	2 x 2 kW (Cv2 + Cv3)	Cv2 + Cv3 + Vt2 + Vt3 (vitesse 1)	1 j	1 j	Non
R	2 x 2 kW (Cv2+Cv3)	Cv2 + Cv3	0,5 j	0,5 j	Non
S	3 x 1 kW (Cv1+Cv2+Cv3)	Cv1 + Cv2 + Cv3	1 j	1 j	Non
T	3 x 1 kW (Cv1+Cv2+Cv3)	Cv1 + Cv2 + Cv3	0,5 j (nuit)	0,5 j	Non
U	3 x 1 kW (Cv1+Cv2+Cv3)	Cv1 + Cv2 + Cv3	0,5 j (après-midi)	0,5 j	Non
V	3 x 1 kW (Cv1+Cv2+Cv3)	Cv1 + Cv2 + Cv3	0,5 j (matin)	0,5 j	Non
REF	2 x 1 kW variable	Cv + Vt1	14 j	5 j + 5 j	Non

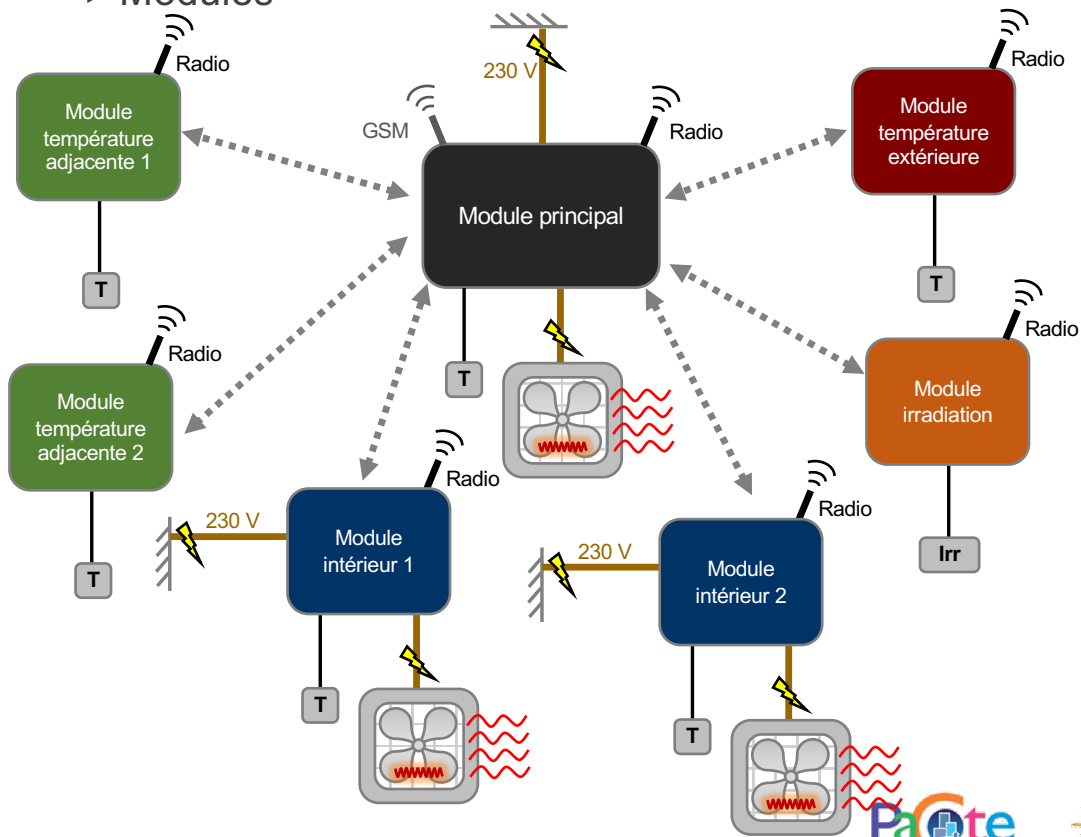
Déroulé de la présentation

- 1) Organisation du projet
- 2) Méthode d'évaluation de l'enveloppe
- 3) Essais pilotes de la méthode EPILOG enveloppe
- 4) Dispositif EPILOG d'évaluation de l'enveloppe**
- 5) Procédure EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 6) Conclusions et perspectives

Dispositif matériel

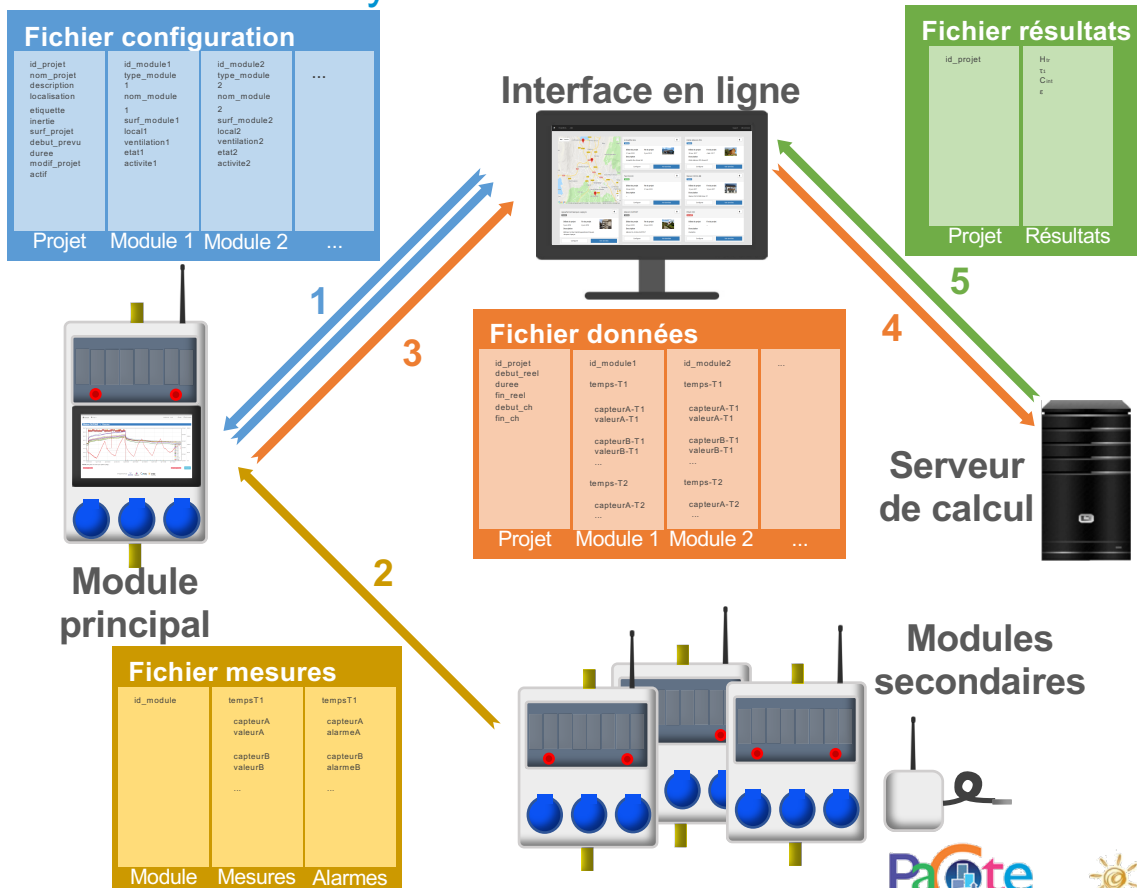
► Développement matériel

► Modules



Dispositif matériel

► Architecture système



1. Fichier configuration
 Création du fichier de configuration via l'interface en ligne
 Import du fichier de configuration sur le module principal
 Événuel export de la configuration du module principal vers l'interface en ligne

2. Fichier mesures
 Envoi automatique toutes les 1 minute par chaque module secondaire d'un fichier de ses mesures au module principal

3. Fichier données
 Envoi automatique toutes les 5 minutes par le module principal d'un fichier de mesures compilant les mesures de tous les modules vers l'interface en ligne

4. Fichier données
 Envoi manuel par l'opérateur via l'interface en ligne d'un fichier de mesures compilant toutes les données vers le serveur de calcul

5. Fichier résultats
 Envoi automatique par le serveur de calcul d'un fichier de résultats issus de l'analyse des données préalablement fournies

Déroulé de la présentation

- 1) Organisation du projet
- 2) Méthode d'évaluation de l'enveloppe
- 3) Essais pilotes de la méthode EPILOG enveloppe
- 4) Dispositif EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 5) Procédure EPILOG d'évaluation de l'enveloppe**
- 6) Conclusions et perspectives

Procédure EPILOG enveloppe

► Création d'un projet

► Génération du projet

- Nom, description
- Illustration

► Saisie caractéristiques

- Bâtiment
- Essai
- Modules

► Transfert configuration



Procédure EPILOG enveloppe

► Réalisation de l'essai

► Préparation du bâtiment

- Arrêt VMC
- Obturation bouches
- Arrêt système chauffage
- Arrêt système ECS
- Fermeture ouvrants
- Fermeture volets/stores
- (Protection solaire)

► Installation du matériel

- Repérage circuits élec.
- Modules intérieurs
- Module temp. extérieure
- Module irradiation
- Module(s) temp. adjacente
- Module principal



Procédure EPILOG enveloppe

► Réalisation de l'essai

- Programmation de l'essai
 - Édition modules déclarés
 - Ajout nouveaux modules
 - Programmation démarrage

► Lancement de l'essai

- Validation lancement
- Condamnation accès
- Signalisation essai



Procédure EPILOG enveloppe

► Exploitation de l'essai (www)

The screenshot shows the EPILOG web application interface. On the left, there is a map of France with several project locations marked. The main area displays a list of project cards, each with a title, start/end dates, a description, and a 'Voir données' button. A blue arrow points from the 'Voir données' button of the 'Projet M. DUPONT' card to the detailed view on the right.

Project Name	Start Date	End Date	Description
Projet M. DUPONT	11 nov. 2018	15 nov. 2018	Maison M. et Mme DUPONT
Maison GIRON	6 août 2018	9 août 2018	Essai maison GIRON
Maison RATOYE	24 janv. 2019	26 janv. 2019	Essai maison RATOYE

The screenshot shows the detailed view of a project in the EPILOG web application. It features a graph of measured values over time, a 'Résultats de l'essai' section, and general information.

Valeurs mesurées

Graph showing measured values over time (from April 11, 2018, to April 11, 2019). The Y-axis represents power (W) and temperature (°C). The X-axis represents time.

Résultats de l'essai

Calculer

Informations générales

Calculer

Information	Value
Nom	Projet M. DUPONT
Statut	Terminé
Période du projet	11/11/2018 - 15/11/2018
Module principal	Salon (687387)
Étiquette énergie	C : 91 à 150 kWh/m ²
Inertie (W/K)	LÉgère
href (W/K)	66,00 W/K
Surface sol réglementaire SHON (m ²)	145,00 m ²
Puissance à installer conseillée	3300 W

Déroulé de la présentation

- 1) Organisation du projet
- 2) Méthode d'évaluation de l'enveloppe
- 3) Essais pilotes de la méthode EPILOG enveloppe
- 4) Dispositif EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 5) Procédure EPILOG d'évaluation de l'enveloppe
- 6) Conclusions et perspectives**

Conclusions et perspectives

► Conclusions

- Développement d'une méthode originale de MPEI de l'enveloppe
 - Mesure hors occupation préconisée sur 4 jours (obtention d'une incertitude < 20%)
 - Coefficients H_{global} [W/K] et $\tau_{\text{principale}}$ [h]
 - Bâtiments (neufs) de surface jusqu'à 200 m²
 - Expérimentation sur des bâtiments démonstrateurs et réels
- Conception et réalisation d'un dispositif matériel original pour réaliser la MPEI de l'enveloppe
 - Solutions logicielle et matérielle évolutives développées ex nihilo
 - Recherche de l'optimum entre praticité, compacité, économie et précision
- Élaboration d'une solution originale de caractérisation des systèmes énergétiques
 - Protocoles de vérification simplifiés basés sur des (auto)contrôles ponctuels
 - Détection qualitative de contre-performances potentielles

► Perspectives

- SEREINE...



Merci de votre attention !

Des questions ?