

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

Coefficient 16

Durée : 20 minutes -1 heure de préparation

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Constitution du sujet :

- **Dossier de Présentation**..... Page 2
- **Dossier de Travail Demandé**..... Pages 3 à 6
 - Partie relative aux enseignements communs Pages 3 à 4
 - Partie relative à l'enseignement spécifique..... Pages 5 à 6
- **Dossier Technique et Ressource** Pages 7 à 10

Rappel du règlement de l'épreuve

L'épreuve s'appuie sur une étude de cas issue d'un dossier fourni au candidat par l'examineur et présentant un produit pluritechnologique.

Un questionnaire est remis au candidat avec le dossier en début de la préparation de l'épreuve. Il permet de résoudre une problématique technologique (sans entraîner le développement de calculs mathématiques importants) afin d'évaluer des compétences et connaissances associées, de la partie relative aux enseignements communs et propres à l'enseignement spécifique choisi par le candidat lors de son inscription.

Pendant l'interrogation, le candidat dispose de 10 minutes pour exposer les conclusions de sa préparation avant de répondre aux questions de l'examineur, relatives à la résolution du problème posé.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-17-AC	Page 1 / 10

DOSSIER DE PRÉSENTATION

Le bâtiment « Hérault habitat »

Mise en situation

Montpellier est une ville attractive, championne de l'expansion démographique dans l'hexagone. En 2013, la croissance était de 7,54 % de la population pour un total de 442 000 habitants. À titre de comparaison, le taux national n'est que de 0,6 %.

La ville a fait le choix dans les nouveaux quartiers de réserver une grande part au logement social, dans le neuf comme en réhabilitation.

Dans ce contexte, le promoteur et bailleur social « Hérault habitat » voit son activité se développer massivement, avec notamment :

- la construction de 350 logements par an ;
- l'implantation de 5 agences dans le département pour la gestion de 276 résidences, accueillant ainsi plus de 12 000 familles.

Devenu le premier constructeur de logements sociaux du Languedoc, la société « Hérault habitat » a dû construire son nouveau siège social : un bâtiment R+5 soit de 6 niveaux (figures 1 et 2).



Figure 1 : image de synthèse du projet



Figure 2 : photo du chantier en cours

Le maître d'ouvrage a souhaité un projet s'inscrivant dans une démarche environnementale : intégration dans le périmètre urbain, chantier propre et maîtrisé, labélisation BEPOS 2013 (Bâtiment à Énergie POSitive). La toiture du R+5 est intégralement équipée de panneaux photovoltaïques.

Problématique

L'objectif de cette étude est, dans un premier temps, d'évaluer la production d'énergie par l'installation photovoltaïque, relativement au bilan énergétique du bâtiment.

Dans un second temps, il conviendra de vérifier les exigences énergétiques, de mesurer l'impact de la paroi « façade », puis de conclure sur la mention BEPOS en général et sur les moyens de l'atteindre.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-17-AC
	Page 2 / 10

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDÉ

Partie relative aux enseignements communs

Le maître d'œuvre s'associe à des bureaux d'études pour la rédaction du cahier des clauses techniques particulières (CCTP), à destination de l'entreprise qui réalise le chantier. Concernant les panneaux photovoltaïques, le maître d'œuvre doit s'assurer que l'installation sera en capacité de produire une puissance nominale appelée puissance crête, suffisante pour satisfaire les besoins.

Question 1 Dans le diagramme de la figure 5, **relever** les exigences du cahier des charges concernant l'installation de production photovoltaïque, et **préciser** laquelle en particulier est à vérifier avant la commande des panneaux.
DTR1

L'entreprise propose d'installer 172 modules (panneaux) de la gamme JA SOLAR JAM6 répartis sur la toiture (voir DTR2).

Question 2 **Justifier** ce choix par le calcul, puis **désigner** la référence précise des modules photovoltaïques que doit commander l'entreprise.
DTR2

Question 3 Le gisement solaire (irradiation solaire) a été estimé par le logiciel CALSOL. **Commenter** et **justifier** toutes les données d'entrée de simulation du tableau 2.
DTR1, DTR3

L'installation de production photovoltaïque est simplifiée suivant le schéma de la figure 3.

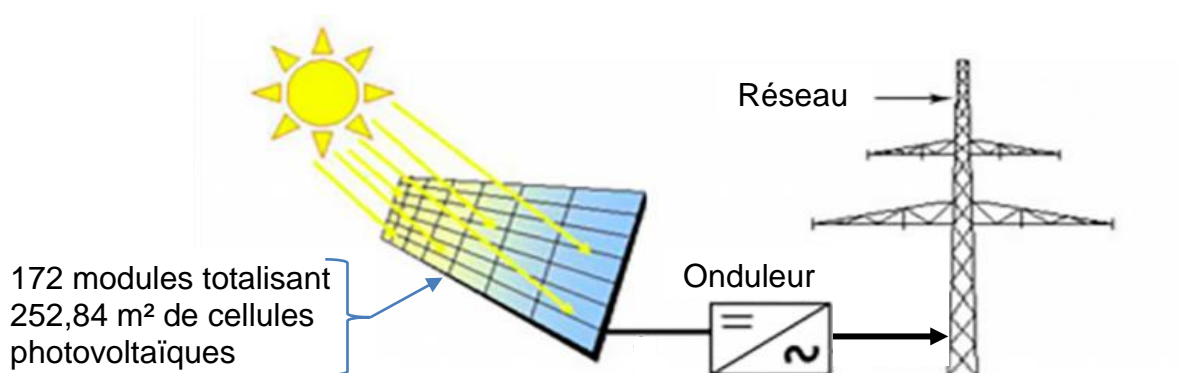


Figure 3 : schéma de principe de l'installation

L'entreprise a sélectionné le modèle de panneau JAM6(K)-60-290/PR.

Le rendement de l'onduleur est 98,2 %.

Les pertes liées aux câblages et à l'élévation de température sont estimées à 10 %.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-17-AC
	Page 3 / 10

Question 4 À partir du gisement solaire sur l'installation, et en utilisant l'efficacité des appareillages du schéma, **calculer** la quantité d'énergie électrique finale EF produite sur une année.
DTR2, DTR3

La valeur EF est convertie en énergie primaire « ep » en la multipliant par le coefficient de conversion de l'énergie électrique 2,30.

La quantité d'énergie produite est enfin ramenée par m^2 de surface au sol (au sens de la réglementation thermique), en la divisant par $2\,940\,m^2$, surface de sol du bâtiment.

La valeur $E_{prod} = 50\,kWh_{ep}\cdot m^{-2}\cdot an^{-1}$ est prise en compte pour la suite de l'étude.

En moyenne en France, la consommation en énergie primaire des bâtiments de bureaux est estimée à $157\,kWh_{ep}\cdot m^{-2}\cdot an^{-1}$.

Question 5 **Estimer** en pourcentage la part d'énergie produite par le bâtiment et **commenter** l'intérêt d'une telle installation.

Partie relative à l'enseignement spécifique

Question 6 **Exprimer** ce que caractérise l'indicateur Bbio et **vérifier** par la lecture du DTR4 que l'indicateur Bbio est conforme à la réglementation thermique.

DTR4

Question 7 D'après les indications des DTR1 et DTR4, **calculer** la valeur réglementaire de consommation en énergie primaire Cep.

DTR1, DTR4

Vérifier d'une part que le bâtiment « Hérault Habitat » est conforme à la réglementation thermique RT2012, et d'autre part qu'il remplit bien les exigences de labélisation BEPOS 2013, d'après le cahier des charges.

La qualité de l'isolation thermique du bâtiment est un facteur influent de sa consommation en énergie lors de son utilisation.

Le maître d'œuvre a conçu des façades en béton armé, revêtues d'un bardage métallique isolé à l'extérieur, et habillées d'une plaque de plâtre à l'intérieur (figure 4).

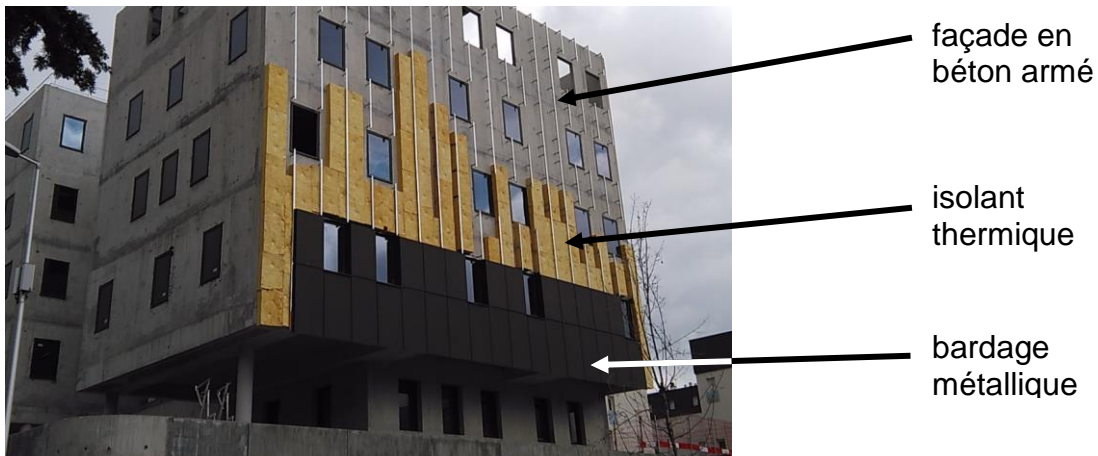


Figure 4 : photo de la façade, prise de l'extérieur

Dans le calcul de l'isolation thermique, les couches suivantes sont retenues :

- habillage plâtre d'épaisseur 13 mm et $\lambda_{\text{plâtre}} = 0,25$;
- béton d'épaisseur 160 mm et $\lambda_{\text{béton}} = 1,75$;
- isolant thermique choisi ;
- lame d'air d'épaisseur 15 mm et $R = 0,15$;

avec λ la conductivité thermique en $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ et R la résistance thermique en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-17-AC
	Page 5 / 10

Question 8 Toujours dans un souci d'économie d'énergie, **citer** et **justifier** deux avantages de l'isolation thermique par l'extérieur (ITE).

Le maître d'œuvre exige une résistance thermique minimale en façade $R = 5,40 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, valeur largement compatible avec l'atteinte des objectifs RT2012.

Question 9 **Justifier** que la solution proposée par l'entreprise (figure 8 du DTR5) est conforme à l'exigence de résistance thermique. **Calculer** la résistance thermique réelle de la façade $R_{\text{façade}}$.

DTR5

Bien que largement supérieure à l'exigence, l'amélioration thermique de la façade ne génère une économie d'énergie que de $0,9 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$.

La mention « BEPOS réelle », au sens rigoureux du terme, signifie qu'un bâtiment produit au moins autant d'énergie qu'il en consomme, soit qu'il respecte l'inéquation :

$$\text{Consommation} - \text{Production} \leq 0 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$$

Dans une étude BEPOS, la consommation doit inclure la consommation par les usagers. La valeur totale de consommation énergétique est supposée de $178 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$.

Question 10 **Conclure** sur l'atteinte de la mention « BEPOS réelle » par le bâtiment « Hérault Habitat », puis **proposer** des moyens d'actions pour l'obtenir.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-17-AC	Page 6 / 10

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCE

DTR1 : exigences environnementales pour le bâtiment

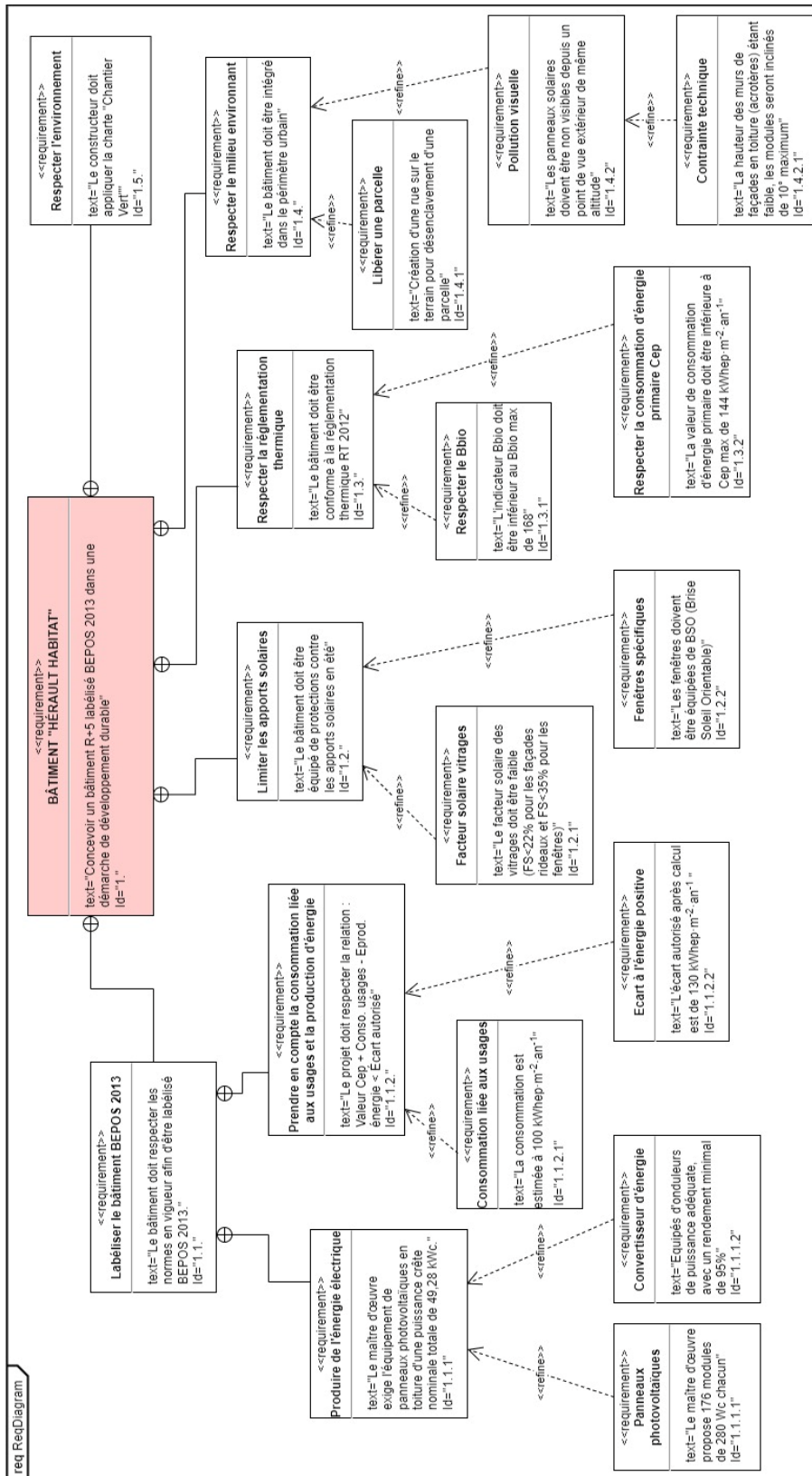


Figure 5 : diagramme des exigences environnementales

DTR2 : extraits de fiches techniques des équipements photovoltaïques

TYPE	JAM6(K)-60-280/PR	JAM6(K)-60-285/PR	JAM6(K)-60-290/PR	JAM6(K)-60-295/PR	JAM6(K)-60-300/PR
Rated Maximum Power at STC (W)	280	285	290	295	300
Open Circuit Voltage (Voc/V)	39.05	39.25	39.46	39.64	39.85
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	31.60	31.70	31.80	32.03	32.26
Short Circuit Current (Isc/A)	9.38	9.46	9.57	9.66	9.75
Maximum Power Current (Imp/A)	8.86	8.99	9.12	9.21	9.30
Module Efficiency [%]	17.12	17.43	17.74	18.04	18.35

Tableau 1 : paramètres électriques des modules JA SOLAR JAM6

DTR3 : énergie solaire reçue par l'installation photovoltaïque

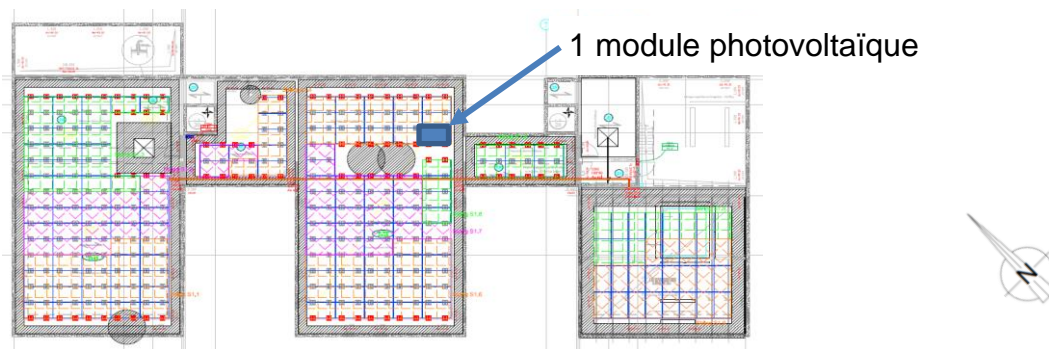


Figure 6 : vue en plan de la toiture sur R+5

Choix de la ville :

Inclinaison du plan : Orientation du plan : Albédo du sol :

Irradiation sur un plan horizontal en kWh/m² par jour ou en kWh/m² cumulés [SOURCES](#)

Irradiation :	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc	année
Globale (IGH)	52	77	120	145	180	205	209	178	135	84	59	48	1490
Directe (IBH)	24	41	65	75	96	123	129	107	79	40	30	24	833
Diffuse (IDH)	28	36	54	70	84	81	80	72	55	44	29	25	657

Irradiation sur un plan d'inclinaison 5° et d'orientation 45° [COMPARAISONS](#)

Irradiation :	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	déc	année
Directe (IBP)	27	45	69	77	97	123	130	109	83	44	34	28	868
Diffuse (IDP)	28	36	54	70	83	81	80	71	55	44	29	24	656
Réfléchie (IRP)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Globale (IGP)	56	81	124	147	181	204	209	180	139	87	64	52	1524

* l'orientation est donnée par rapport au sud 0°, positive vers l'Ouest et négative vers l'Est

** l'albédo est un coefficient, compris entre 0 et 1, qui caractérise le pouvoir réfléchissant d'une surface.

Tableau 2 : estimation de l'énergie disponible (prendre la valeur globale IGP)

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-17-AC Page 8 / 10

DTR4 : valeurs de consommations et de production énergétique

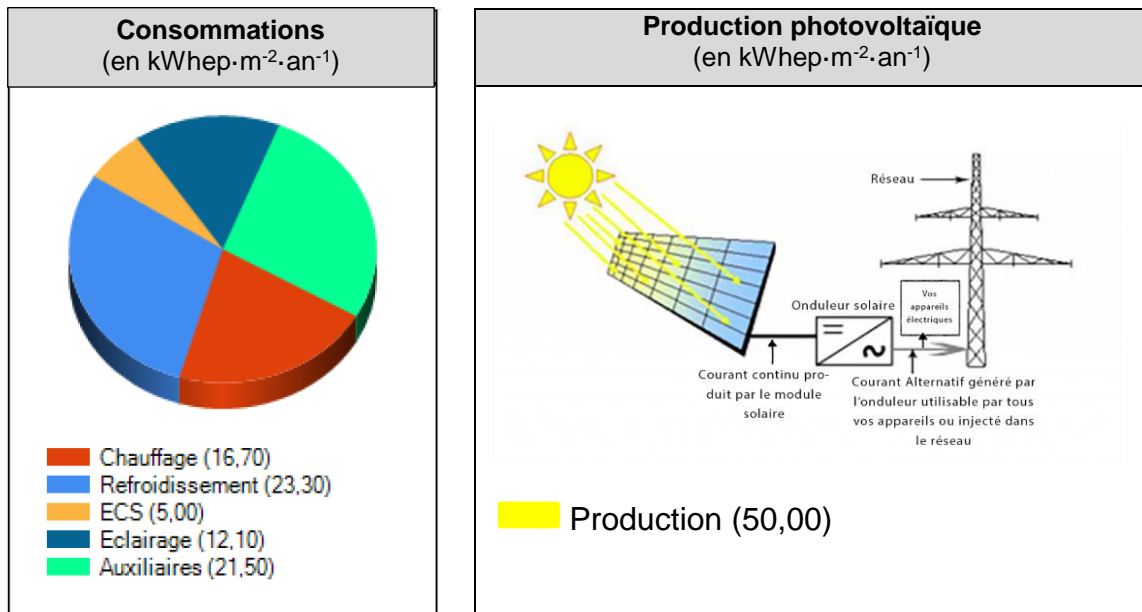


Figure 7 : répartition des consommations et de la production photovoltaïque

Bâtiment: Neuf - bâtiment neuf				
Zone			Type	Surface m ²
BUREAUX			Bureaux	2678,00
Groupe	Refroidissement	Catégorie	Tic	Tic Réf.
	Groupe refroidi	CE2	Groupe	refroidi
		Bbio	Bbio Max	Gain en %
		Bbio	87,800	168,000
				47,74
Valeur réglementaire de consommation en énergie primaire Cep *		Cep *	Cep Max	Gain en %
			144,000	

* La valeur Cep est obtenue par l'addition de la consommation des 5 usages réglementés (chauffage + refroidissement + eau chaude sanitaire (ECS) + éclairage + auxiliaires).

Tableau 3 : synthèse des résultats réglementaires RT 2012

DTR5 : résistance thermique de la façade

R_D m ² .K/W 6.00	λ_{D} W/m.K 0.030	Euroclasse A1
Épaisseur 180 mm	Longueur 1.350 m	Largeur 60.0 cm
Isolation Thermique des Bâtiments (ThiB)		
ISOFAÇADE 30P		

Traduction en écriture scientifique :

- $R_D : m^2.K/W \Leftrightarrow m^2.K.W^{-1}$;
- $\lambda_{D} : W/m.K \Leftrightarrow W.m^{-1}.K^{-1}$.

Figure 8 : photo de l'emballage de l'isolant ISOFAÇADE 30P proposé par l'entreprise

La résistance thermique d'un matériau homogène est donnée par la relation suivante :

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

avec :

- R : résistance thermique en $m^2.K.W^{-1}$;
- e : épaisseur en m ;
- λ : conductivité thermique en $W.m^{-1}.K^{-1}$.

La résistance totale thermique d'une paroi composée de matériaux homogènes est donnée par la relation suivante :

$$R_{global} = (R_{si} + R_{se}) + \Sigma R$$

Avec $(R_{si} + R_{se}) = 0,17 m^2.K.W^{-1}$ pour une façade verticale donnant sur l'extérieur.