

Session 2017

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
Sciences et Technologies de l'Industrie et du
Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures
Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Constitution du sujet :

- **Dossier Sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
 - **PARTIE 1 (3 heures)** Pages 3 à 8
 - **PARTIE 2 (1 heure)** Pages 9 à 10
- **Dossier Technique** Pages 11 à 22
- **Documents Réponse** Pages 23 à 27

Le sujet comporte 27 pages numérotées de 1/27 à 27/27.

Le dossier sujet comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Dans chaque partie, les problématiques sont aussi indépendantes.

Les documents réponse DR1 à DR5 (pages 23 à 27) seront à rendre agrafés avec vos copies.

Mise en situation

Le projet Australia est né fin 2006 pour faire face aux besoins d'expansion du siège historique de Bouygues Construction, et pour répondre à la volonté de Bouygues Energies & Services de créer un siège social qui soit une véritable vitrine de ses savoir-faire.



Reconnaissable par sa parure ocre, protégée des rayons du soleil par une double peau en résille métallique, Australia est une référence en matière de construction durable. Le bâtiment est certifié HQE® et détient le label BBC-Effinergie®.

Grâce notamment à la climatisation solaire, au chauffage au bois, à un système de double peau, au toit solaire thermique et photovoltaïque, à la poutre froide et au rafraîchissement naturel, Australia vise un objectif de consommation de 35 kWh/m²/an en énergie primaire, déduction faite de sa propre production d'électricité solaire.

L'ensemble est géré par un logiciel spécifique développé par Bouygues Energies & Services: Hypervision®. Celui-ci permettra d'assurer une gestion globale de la performance énergétique.

D'autre part, chaque détail de la construction d'Australia a été pensé pour consommer le moins possible d'énergie : de l'isolation par l'extérieur au réseau voix - données - images "nouvelle génération", en passant par la gestion énergétique en fonction de l'occupation du bâtiment. La climatisation du bâtiment, à fort enjeu énergétique, a été entièrement tournée vers l'énergie propre. Le panorama des innovations mises en œuvre par Bouygues Energies & Services est présenté dans le DT 1.

Travail demandé

La première partie (3h) portera dans un premier temps sur la gestion de la performance énergétique, l'isolation sera ensuite étudiée.

La seconde partie (1h) s'intéresse à la production d'énergie électrique au moyen de panneaux photovoltaïques.

® : Ce symbole représente une marque déposée.

PARTIE 1 – Limiter les dépenses énergétiques

Analyse des cibles BBC (Bâtiment basse consommation)

Australia est un des premiers bâtiments de France à être labellisé BBC.

Question 1.1 DT2	A l'aide du diagramme SysML présenté dans le DT2, citer les deux actions qui permettent à l'ouvrage étudié d'obtenir ce label.
---------------------	---

Problématique 1 – Optimisation de la consommation de l'énergie

En premier lieu, on s'intéresse à la supervision de la gestion énergétique du bâtiment, indispensable pour optimiser la consommation énergétique.

Question 1.2 DT3	Décrire le rôle de la supervision au sein d'AUSTRALIA. Donner deux éléments essentiels permettant d'effectuer cette supervision.
---------------------	---

Question 1.3 DT3	Expliquer le rôle de l'archivage dans la gestion des données collectées.
---------------------	---

Question 1.4 DT3	A partir du relevé de consommation du DT3, identifier les trois usages les plus consommateurs en énergie finale.
---------------------	---

D'autre part, une gestion efficace de l'énergie nécessite une mise en réseau de tout le bâtiment. La solution baptisée EcoFlex'IT® revisite la façon de concevoir les infrastructures réseaux voix, données, images, sécurité et le réseau basse tension associé des bâtiments tertiaires et collectivités.

Question 1.5 DT4	A l'aide de l'extrait du dossier de presse du DT4, citer les avantages écologiques apportés par une réduction de cuivre dans le câblage.
---------------------	---

Question 1.6 DT4, DR1	Compléter le tableau du document DR1 : préciser les principaux avantages de la solution EcoFlex'IT® pour chacune des caractéristiques.
--------------------------	--

Hypervision® permet le suivi des performances énergétiques. Des capteurs de température, d'humidité, de consommation d'électricité, de gaz ou d'eau permettent d'analyser l'évolution de la consommation énergétique.

L'objectif de cette partie est d'étudier le capteur de température situé en terrasse et un capteur d'ouverture sur l'un des ouvrants. Ce dernier mesure la température extérieure et informe la gestion du bâtiment (GTB). Le chauffage (ou la climatisation) est donc modifié suivant ces données et en fonction du besoin.

Le capteur est relié au superviseur via un automate appartenant à un réseau Ethernet et dont l'adresse IP est 172.20.25.45/16.

Centralisation des informations grâce à la mise en réseau de l'automate

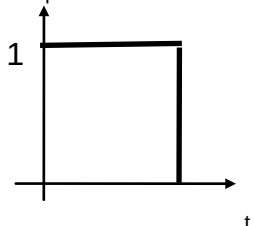
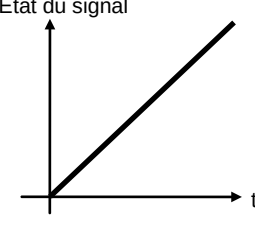
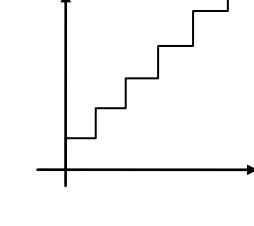
- Question 1.7 | **Compléter** le tableau du document DR2 en **précisant** l'adresse réseau Ethernet utilisé.
 DR2 | **Donner** le numéro identifiant du capteur.

Rôle d'un capteur d'ouverture sur l'un des ouvrants

La performance thermique du bâtiment nécessite une parfaite étanchéité au niveau des murs et des ouvrants. Afin d'éviter les déperditions de chaleur inutiles, un système de détection de l'ouverture de fenêtre est installé. Dès qu'une personne ouvre une fenêtre, la climatisation et la ventilation de la salle sont immédiatement arrêtées.

- Question 1.8 | **Indiquer** quelle information le capteur devra détecter.

- Question 1.9 | **Choisir** dans la liste ci-dessous le type de capteur le plus approprié au besoin.
Justifier votre réponse.

Capteur tout ou rien	Capteur analogique	Capteur numérique
Etat du signal en sortie du capteur 	Etat du signal 	Etat du signal 

Mise en place du codage du capteur de température

La gestion du chauffage nécessite la connaissance de la température intérieure, fixée à 19 °C.

A partir du document DT5, on se propose d'étudier le codage de l'information "température".

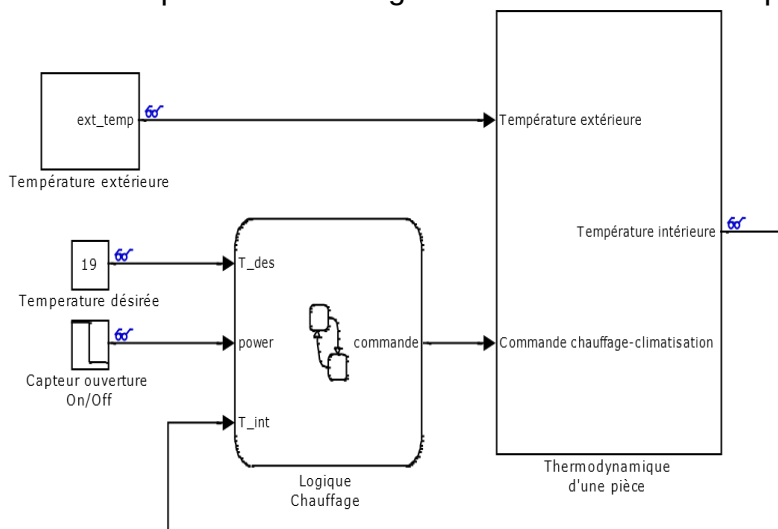
Question 1.10
DT5 | **Justifier** le besoin d'un capteur analogique.

Question 1.11
DT5 | **Justifier** le besoin dans la chaîne d'information d'un convertisseur analogique/numérique.

Question 1.12
DT5 | **Déterminer** sur combien de bits le codeur doit travailler pour acquérir la température intérieure désirée sachant que le capteur a une plage de mesure entre 0 et 50° avec une précision de 1°C.

Mode de gestion du chauffage

Parallèlement à la gestion des données fournies par les différents capteurs, la gestion technique du bâtiment gère le maintien d'une température constante dans le bâtiment.



Ci-contre, le modèle comportemental de la gestion du chauffage à l'intérieur d'une pièce du bâtiment AUSTRALIA.

Cette gestion dépend : de la température extérieure, de la température désirée, et de l'état du capteur d'ouverture sur l'un des ouvrants.

Question 1.13
DT6,
DR3 | A partir du diagramme SysML état-transition du document technique DT6 **compléter** l'algorithme du document réponse DR3, correspondant à la gestion du chauffage dans une pièce.

Question 1.14
DR4 | Après avoir identifié sur les courbes de températures le moment où le chauffage s'arrête dans la pièce, compléter le chronogramme du document réponse DR4 afin de caractériser les informations manquantes.

Informations à insérer : fenêtre ouverte; fenêtre fermée.

Question 1.15 | **Conclure** sur le rôle essentiel joué par le capteur d'ouverture.

Problématique 2 – Optimisation thermique des façades

Le capteur d'ouverture ne suffit cependant pas à limiter les déperditions thermiques. Il est également essentiel d'assurer en complément une bonne isolation.

L'isolation thermique des façades a pour but de limiter les déperditions de chaleur en hiver et de limiter l'échauffement dû au soleil l'été.

Etude de l'isolation des murs extérieurs

Grâce à de la laine de roche posée côté extérieur du bâtiment, Australia améliore l'isolation de 21% par rapport aux exigences de la RT 2005. L'objectif ici est d'étudier comment une isolation extérieure permet de réduire les déperditions thermiques.

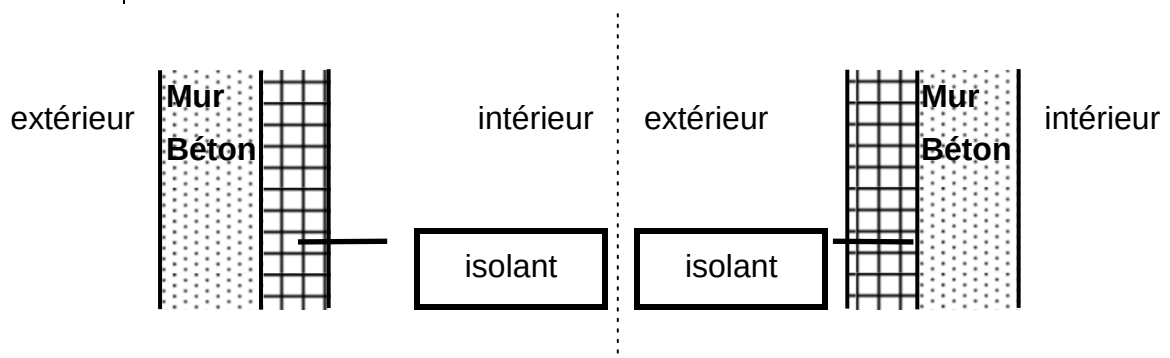
L'étude porte dans un premier temps sur le calcul des résistances thermiques des murs extérieurs en façade, composés d'une épaisseur de béton armé de 18 cm et d'une isolation extérieure.

Les caractéristiques thermiques des différents constituants des murs sont présentées dans le document DT7.

Question 1.16

DT7

Calculer la résistance thermique R_t des façades (mur et isolant) extérieures à l'aide de l'équation donnée dans le document DT7.
Comparer sans effectuer de calculs les valeurs de résistances thermiques dans les deux cas d'isolation suivants :



Pour la suite de l'étude on prendra une valeur de résistance thermique $R_t = 5,3 \text{ m}^2.\text{kW}$

Question 1.17

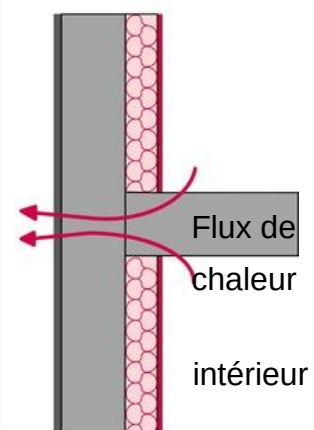
DT7

Pour une surface de 1 m^2 , **calculer** le flux de chaleur ϕ à travers les différentes parois à l'aide de la relation donnée dans le document DT7 pour une température extérieure $T_e = -5^\circ\text{C}$ et une température intérieure $T_i = 19^\circ\text{C}$.

Les ponts thermiques sont des points de jonction où l'isolation n'est pas continue et qui provoquent des pertes de chaleur locales, ils constituent des zones de fortes déperditions thermiques.

Un exemple est donné dans la figure ci-contre :

extérieur



Le document DT8 présente les images thermographiques d'un bâtiment isolé par l'intérieur et celles d'Australia isolé extérieurement.

Question DT8	1.18 Déterminer les principales zones où se situent les ponts thermiques dans le cas d'une isolation par l'intérieur. Après avoir analysé les images thermographiques de l'ouvrage Australia en étudiant les zones de déperditions thermiques, comparer les deux cas. Justifier le choix d'une isolation extérieure vis à vis des ponts thermiques.
-----------------	---

Etude de la double peau

En plus d'une isolation extérieure, Australia est enveloppé d'une double peau sur les façades les plus exposées au soleil (voir DT9). L'objectif est de limiter les apports solaires et l'échauffement du bâtiment.

Différents modules de panneaux de tôle perforée sont accrochés à une structure métallique unique sur les façades. Ils permettent, d'un point de vue architectural, de rendre la double peau légère et moins uniforme.

Le positionnement de ces modules sur les façades et l'angle d'inclinaison des panneaux ont été minutieusement calculés en fonction du « facteur lumière jour » pour laisser passer la lumière naturelle sur les plateaux et répondre aux exigences de confort visuel de la certification HQE® et aux contraintes thermiques du label BBC®.

Question 1.19	Donner les trois modes de transmission de chaleur existant. Déterminer de quel type d'échauffement thermique protège la double peau. Expliquer pourquoi l'ouvrage Australia est enveloppé d'une double peau sur les seules façades ensoleillées.
---------------	--

Validation du tirant de la double peau

L'objectif de cette partie est de vérifier la résistance de la structure porteuse de la double peau du bâtiment. Il est notamment demandé de vérifier que les propriétés du matériau choisi pour les tirants supportant la structure sont compatibles avec le cahier des charges fonctionnel.

Données et hypothèses :

- le système admet un plan de symétrie ;
- les tirants sont constitués de tube CHS 168x6.3 ayant une section de 3200 mm² ;
- l'unité de force utilisée sera le Newton (N) ;
- un module est composé de deux tirants, deux boomerangs, deux montants et deux attaches ;
- on négligera le poids propre des boomerangs, des attaches et des tirants.

La résultante des actions mécaniques verticales appliquées à la structure sera nommée : $\overrightarrow{C_{poids/attache}}$ et aura une norme de 2400 N.

Question 1.20

DT9, DR5

Tracer sur le document DR5 la résultante $\overrightarrow{C_{poids/attache}}$ sachant que cette résultante s'appliquera au point C.

Déduire graphiquement sur le DR5 et justifier (sur feuille de copie) la direction (droite support) de l'action du tirant sur l'attache inférieure.

Question 1.21

DT9, DR5

On isole l'attache inférieure, le bilan des actions mécaniques extérieures étant donné. **Appliquer** graphiquement le principe fondamental de la statique à l'attache inférieure.

Déterminer l'action du tirant sur l'attache en B.

Construire la représentation de la dynamique des forces, à partir de la force $\overrightarrow{C_{poids/attache}}$ tracée sur le document DR5.

Sachant qu'il y a deux tirants qui soutiennent l'ensemble en **déduire** l'effort dans un tirant.

On se propose maintenant de vérifier la résistance du tirant. Nous prendrons un effort de traction dans le tirant de 1600 N (valeur majorée du résultat de la question précédente).

Question 1.22

DT9

Calculer la contrainte normale appliquée dans un tirant, connaissant sa section.

Vérifier que la contrainte est compatible avec le choix d'un matériau de qualité S-275-JR.

Question 1.23

DT2

Expliquer pourquoi les deux types d'isolation thermique étudiés dans cette problématique permettent d'atteindre l'objectif de 35 kWh/m²/an (ep : énergie primaire).

PARTIE 2 – Produire de l'énergie



Chaque détail de la construction d'AUSTRALIA a été pensé pour consommer le moins possible d'énergie. Sur la toiture sont installés des panneaux solaires thermiques (production d'eau chaude) et des panneaux photovoltaïques.

AUSTRALIA permet donc d'optimiser la surface de sa toiture en apportant 10 kWh ep/m²/an (ep : énergie primaire) de production photovoltaïque raccordée au réseau.

L'installation comporte 216 panneaux photovoltaïques.

Problématique 1 : comment s'effectue la conversion d'énergie solaire-électrique ?

Les différents rendements de la chaîne de conversion solaire-électrique sont les suivants :

- rendement des panneaux photovoltaïques, $\eta_1 = 0,15$;
- rendement du modulateur DC-DC, $\eta_2 = 0,9$;
- rendement du modulateur DC-AC, $\eta_3 = 0,96$.

Question DT11	2.1	Déterminer l'énergie solaire réellement reçue lors d'une journée d'été du mois d'août (nombre de jours durant ce mois : 31 jours).
Question DT10	2.2	La puissance crête d'un panneau photovoltaïque installé est de 240 Wc. Déterminer la puissance crête de la centrale.
Question DT12	2.3	Calculer la surface d'un panneau. En déduire la surface totale des panneaux.
Question DT13	2.4	En régime permanent, la tension de sortie du modulateur DC-AC possède une valeur efficace de 230 V. Déterminer la valeur maximum de cette tension de sortie.

Question DT13	2.5	En régime permanent, et d'après l'allure de la tension en entrée et en sortie du modulateur DC-DC du document technique DT 13, justifier la nature élévatrice de ce modulateur. Conclure sur la nature du signal électrique délivré par les panneaux photovoltaïques.
------------------	-----	---

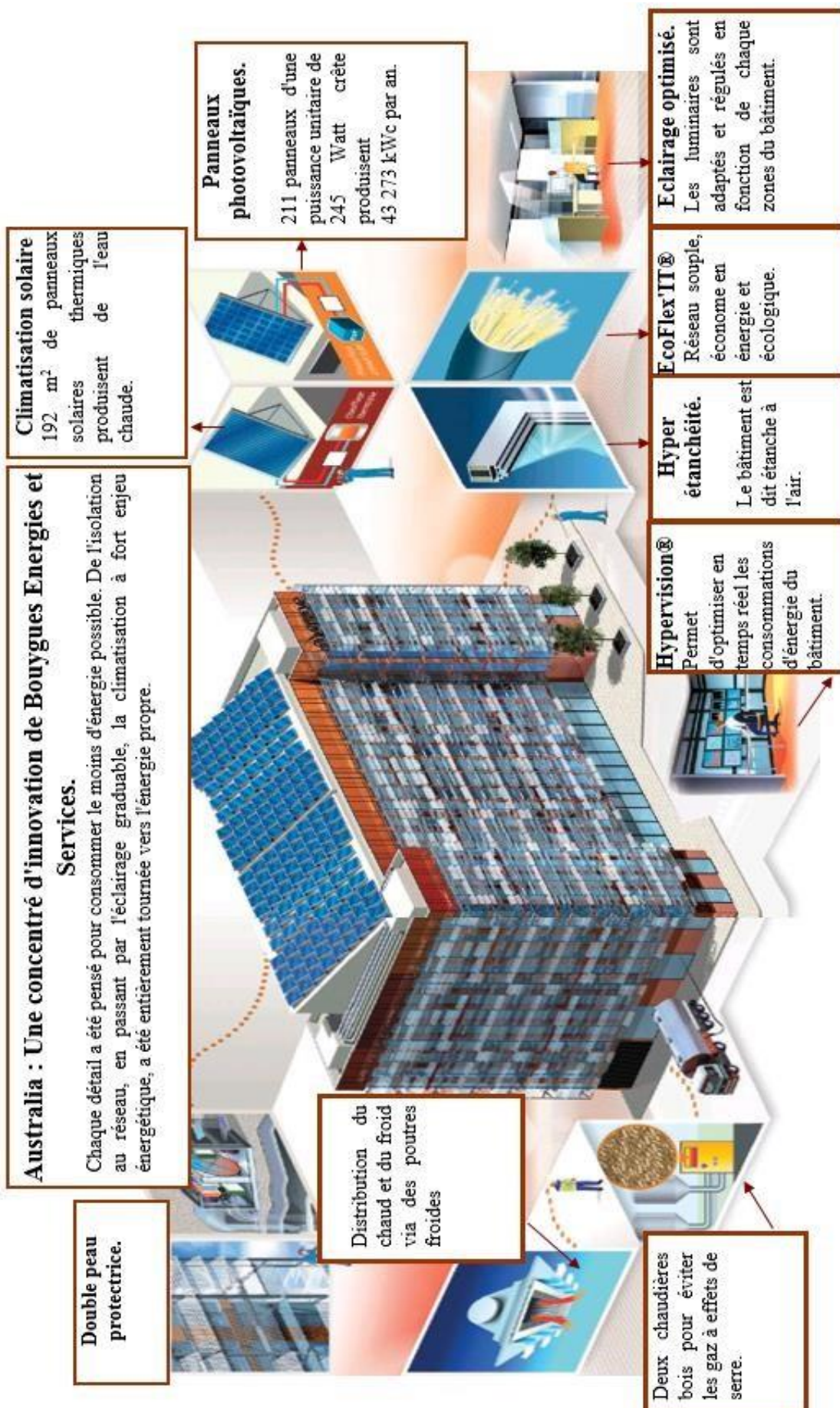
Problématique 2 : la production photovoltaïque du bâtiment permet-elle de rentrer dans la cible de production de 10 kWh ep/m²/an ?

Question DT11	2.6	Calculer la production électrique réelle du bâtiment AUSTRALIA pour l'année 2012.
Question DT11	2.7	<i>L'équivalence entre l'énergie électrique renouvelable produite localement et l'énergie primaire nécessaire est la suivante : 1 kWh énergie renouvelable → 2,58 kWh énergie primaire</i> Déterminer l'énergie primaire produite par le bâtiment AUSTRALIA en 2012. La surface totale du bâtiment est de 10 000 m². La production photovoltaïque du bâtiment apporte-elle 10 kWh ep/m²/an (ep : énergie primaire) ? Justifier la réponse.

Problématique 3 : comment l'impact environnemental de la production réelle photovoltaïque est-il minimisé ?

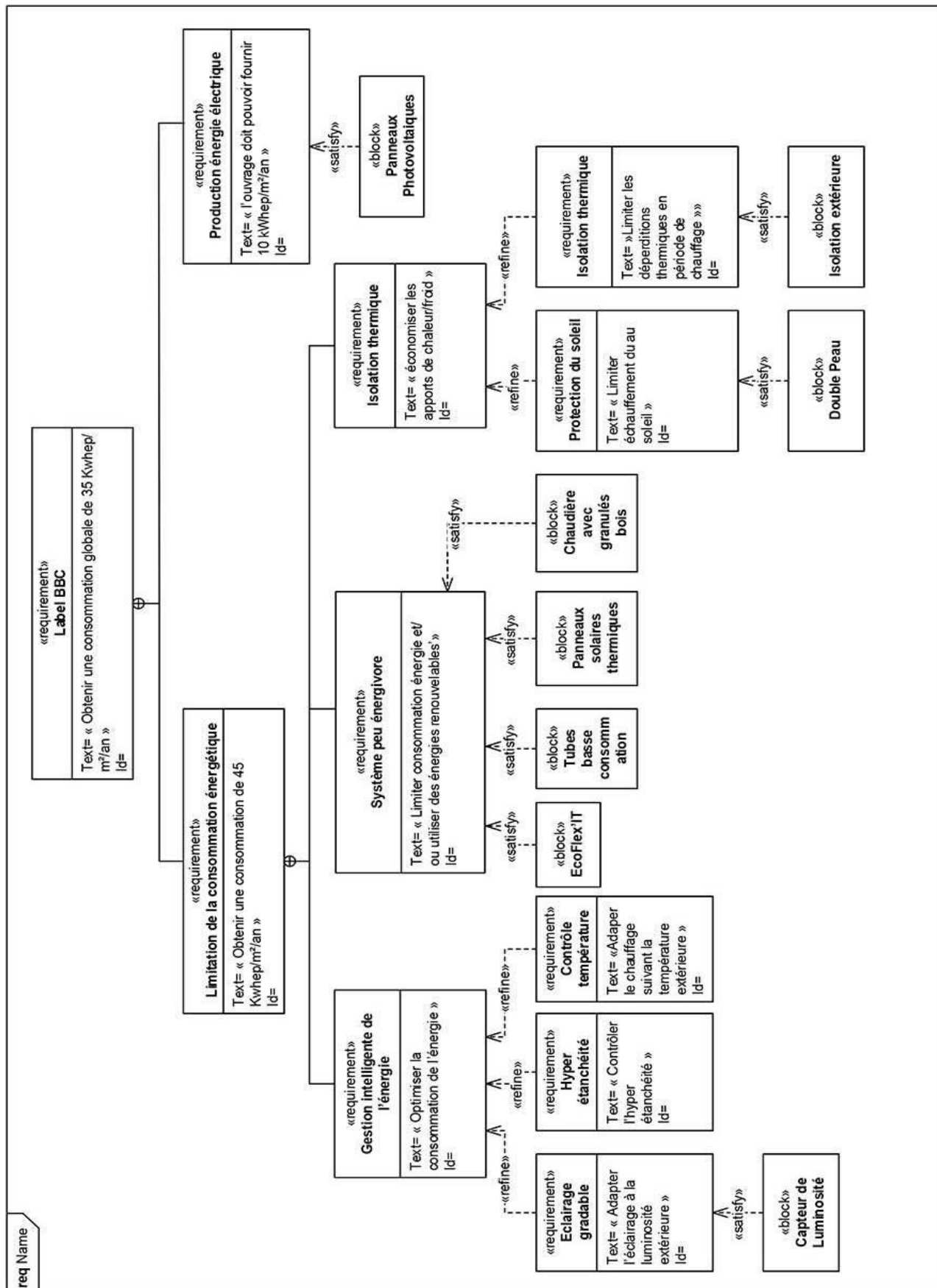
Question DT11	2.8	Du point de vue environnemental, la quantité d'émission de CO₂ évitée est : 0,089 kg/kWh. Déterminer la quantité d'émission de CO₂ évitée par la production photovoltaïque réelle durant le mois d'août 2012.
Question DT11	2.9	Du point de vue environnemental, la quantité de matières hautement radioactives à longue durée évitée est : 0,0034 g/kWh. Déterminer la quantité de matières hautement radioactives à longue durée évitée par la production photovoltaïque réelle durant le mois d'août 2012.
Question	2.10	Conclure sur le bénéfice environnemental apporté par ce type de production d'énergie.

DT1 : Présentation du bâtiment



DT2 : Présentation du label BBC appliqué au bâtiment

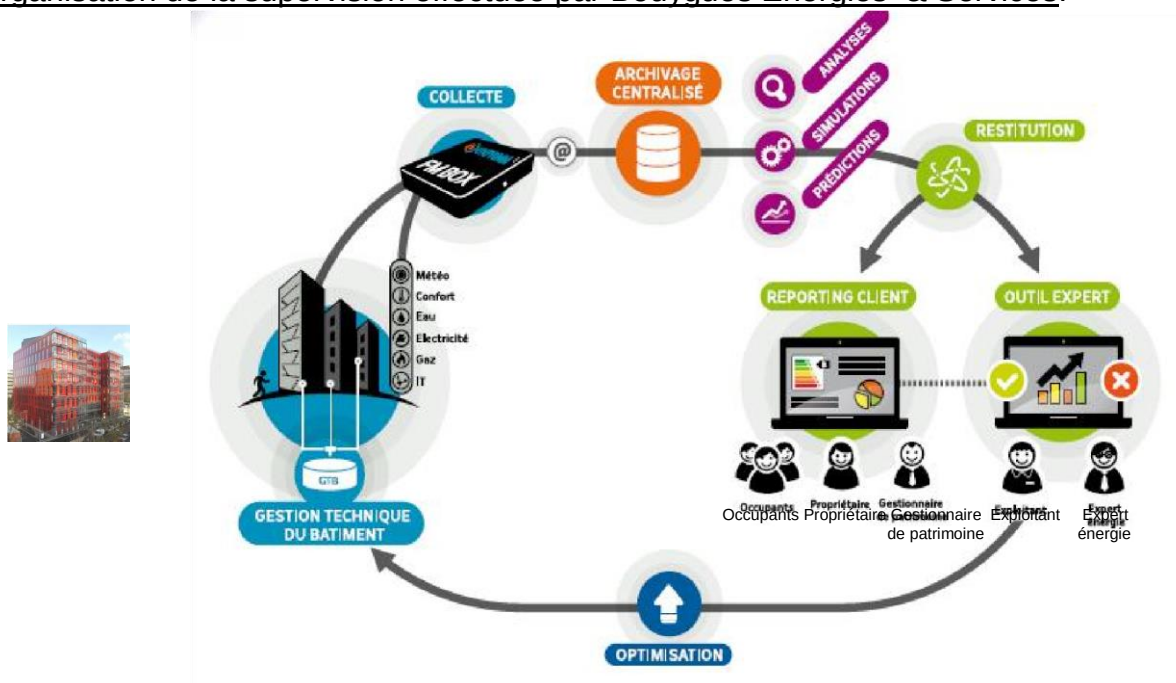
Diagramme Sysml



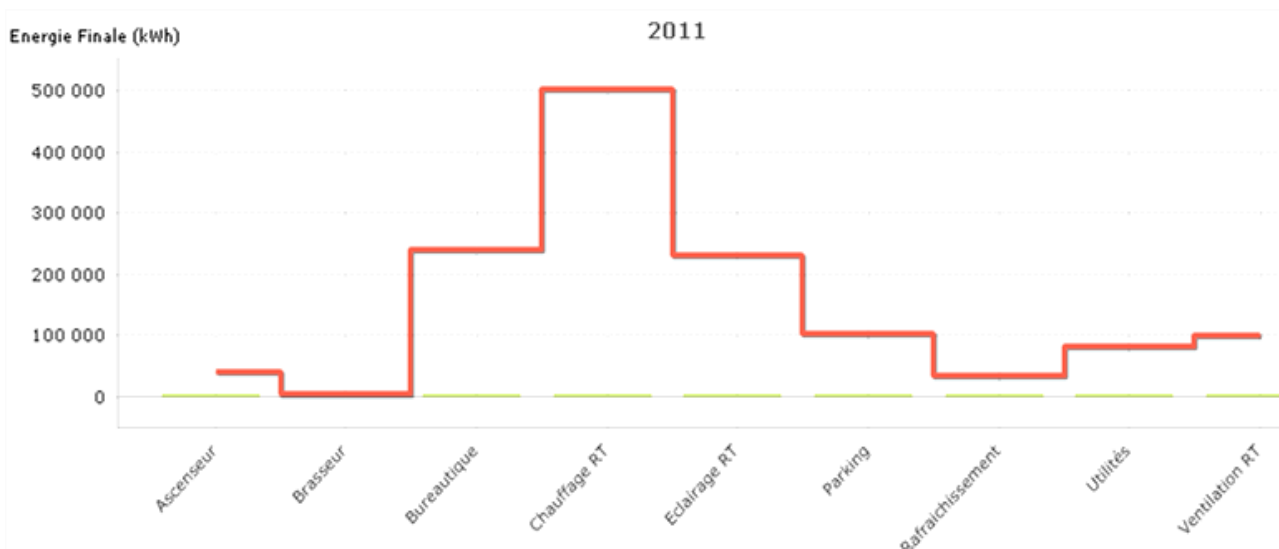
DT3 : Présentation de la supervision du bâtiment AUSTRALIA

La supervision énergétique mise en place par Bouygues Energies & Services, évalue et mesure la performance énergétique et technique d'un bâtiment sur la base de 4 thèmes de suivi : les consommations, le niveau de confort des utilisateurs, les facteurs d'influence (usage du bâtiment, météo, ...) et l'efficacité des équipements. Pour cela, elle utilise des capteurs de température, d'humidité, des compteurs de consommation d'électricité, de gaz ou d'eau permettant d'analyser l'évolution de la consommation énergétique. La maîtrise de cette consommation d'énergie est suivie au travers de l'exploitation globale du bâtiment, tant au quotidien que sur le long terme.

Organisation de la supervision effectuée par Bouygues Energies & Services:



Relevé de consommations par usage effectué par Bouygues Energies & Services:



DT4 : revues de presse réseau EcoFLEXIT

Extraits du dossier de presse

A contrario d'un modèle de câblage classique qui s'appuie sur une distribution verticale et horizontale, avec des locaux techniques de sous-répartition pour chacun des lots ou étages du bâtiment, l'architecture EcoFlex'IT® s'appuie sur la mise en place d'un anneau optique par lot indivisible ou étage et pour les espaces communs et d'un ou deux répartiteurs généraux et locaux opérateurs suivant les niveaux de redondance souhaités. A chaque anneau optique sont rattachés les Points de Consolidation Actifs (PCA) permettant d'assurer la distribution locale des différents terminaux (PC, téléphonie, contrôle d'accès, contrôleur GTB, WiFi, Vidéosurveillance,...). Cette conception permet d'économiser 100% des surfaces de locaux techniques d'étage (sous répartiteurs IT) et 90% du cuivre déployé habituellement.

EcoFlex'IT® utilise un réseau de câblage simplifié, avec 90% des câbles en cuivre supprimés et remplacés par des anneaux optiques. La diminution des composants génère moins de chaleur et réduit la consommation énergétique: jusqu'à -40% d'énergie consommée.

Le Défi Ecologique

□ Pénurie du Cuivre :

- 👉 Le développement des réseaux électriques et télécoms amène une **croissance** soutenue du **marché du cuivre, de l'ordre de 5%/an**, tirée par les pays émergents
- 👉 Cette croissance est durable car suivant le rapport de l'ONU de 2010 :
 - 👉 Les pays industrialisés mobilisent **de 140 à 300 kg de Cu/habitant**
 - 👉 Pendant que le reste du monde ne mobilise que **de 30 à 40 kg de Cu/habitant**
- 👉 Au rythme actuel de consommation, les réserves de cuivre mondiales sont estimées à 38 ans (Source : Sciences & Vie mai 2012)
- 👉 Ces réserves sont de plus en plus inaccessibles et de moins en moins riches en minerais
- 👉 Le coût plus élevé de son extraction et la croissance de la demande, causeront inévitablement une augmentation soutenue du prix du cuivre
- 👉 La réduction de la quantité de cuivre utilisée par un réseau IT est donc une nécessité, tant économique pour en maîtriser son coût, qu'écologique pour éviter l'épuisement de cette ressource

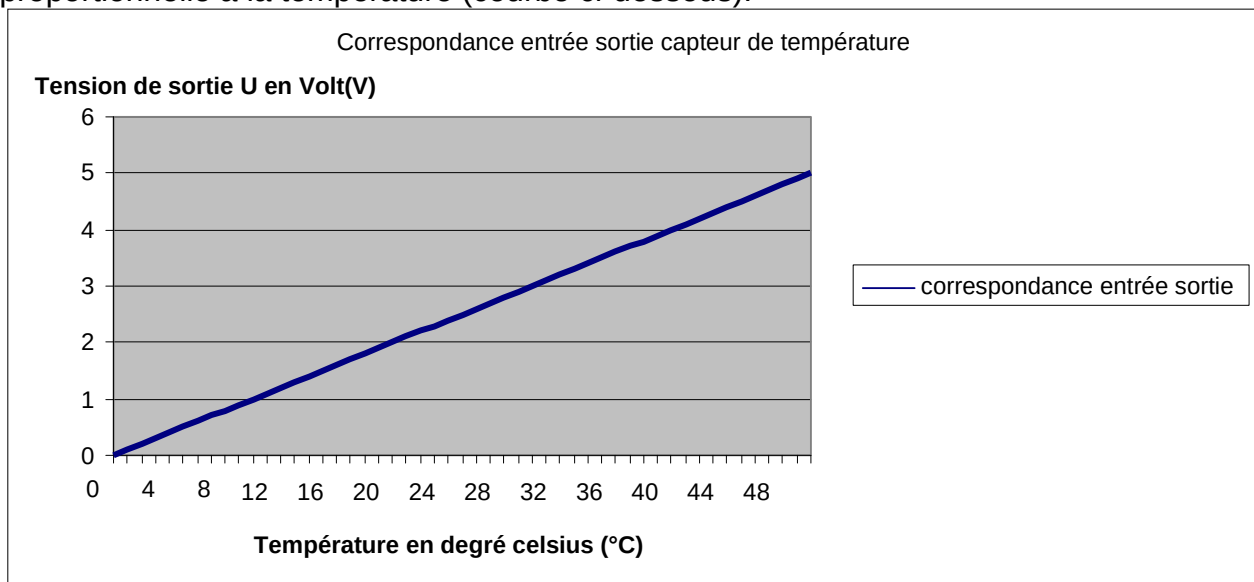


DT5 capteurs

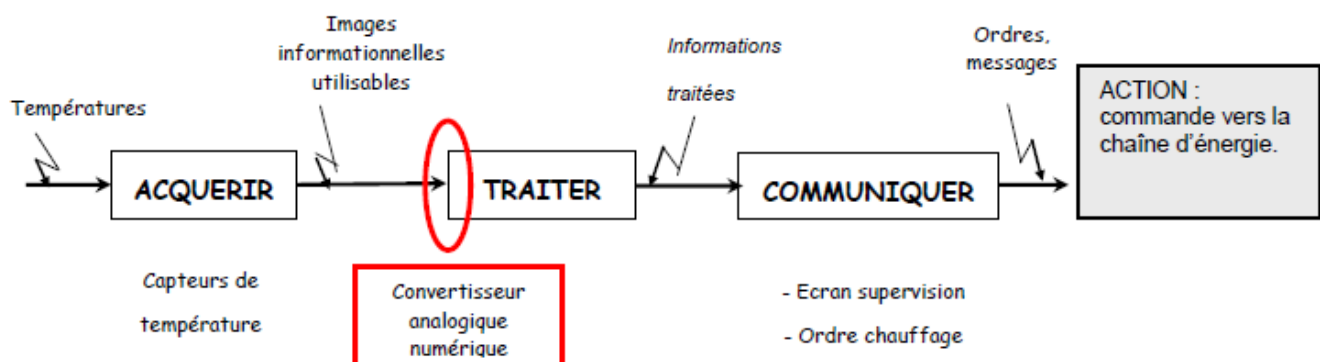
Le système de supervision reçoit en permanence les informations des capteurs de température extérieure et adapte le chauffage ou la climatisation en fonction de l'apport de chaleur extérieure.

Nature de l'information fournie par un capteur de température

Le capteur envoie l'information sous forme d'une tension U variant entre 0 et 5V qui est proportionnelle à la température (courbe ci-dessous).

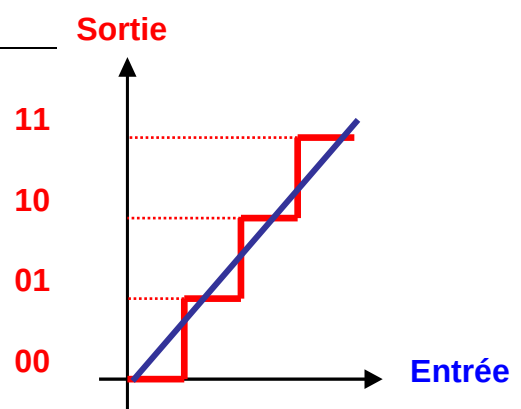


Structure de la chaîne d'information



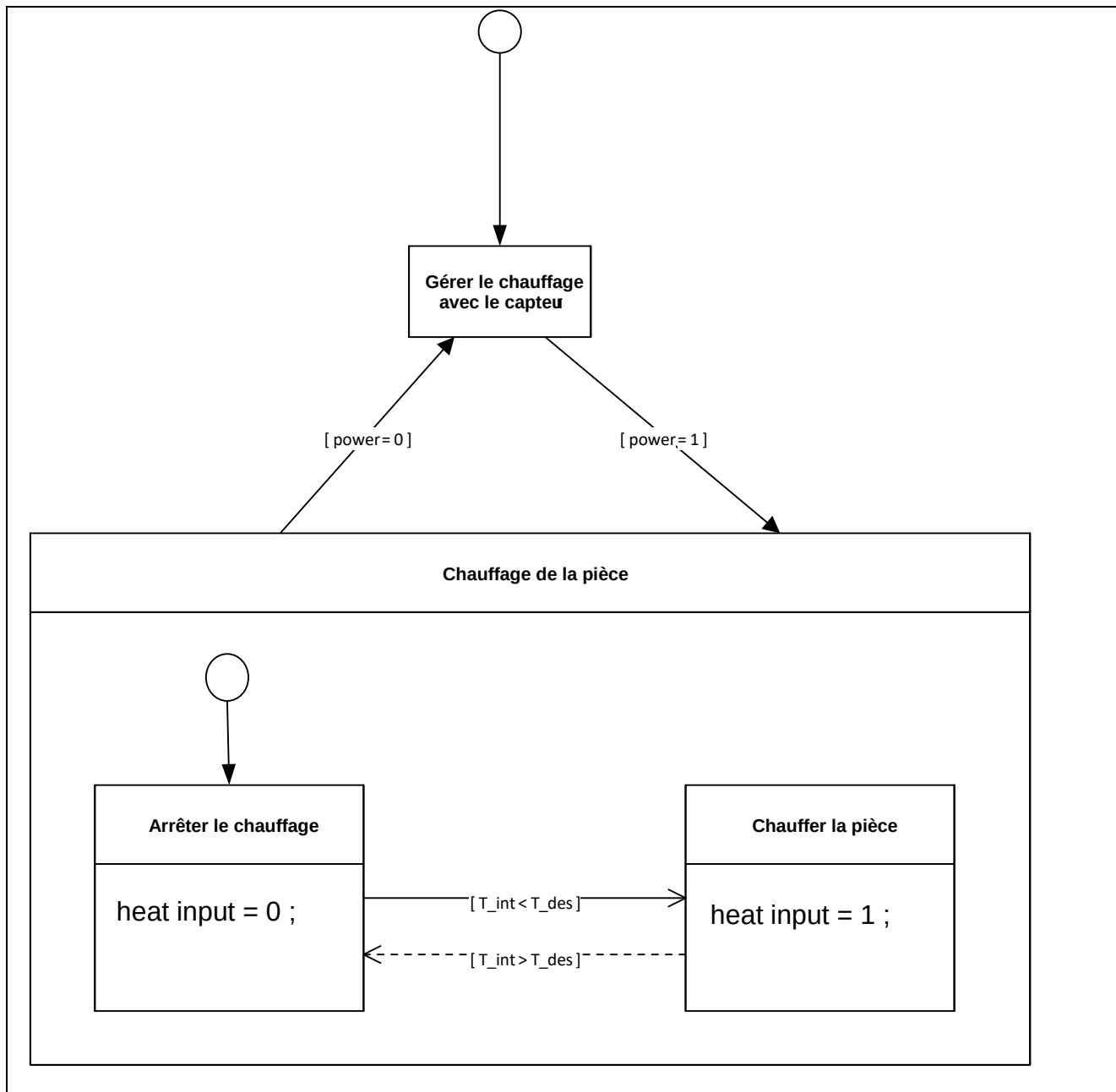
Convertisseur analogique numérique

Un convertisseur analogique numérique a pour fonction de convertir un signal analogique en un signal numérique codé en binaire. Dans l'exemple ci-contre le signal d'entrée (la droite croissante) est codé sur 2 bits, ce qui donne 2^n possibilités. Dans notre exemple $n=2$ (bits) donc le signal sera codé sur $2^2 = 4$ nombres binaires.



DT6 gestion du chauffage

Diagramme SysML état-transition :



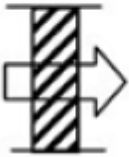
On donne :

Variable	Commentaire
power	Etat du capteur d'ouverture d'un ouvrant 0 : état ouvert de l'ouvrant 1 : état fermé de l'ouvrant
T_int	Température réelle dans la pièce
T_des	Température désirée dans la pièce
heat input	Chauffage de la pièce 1 : le chauffage fonctionne 0 : le chauffage est arrêté

DT7 caractéristiques isolation thermique

Résistance thermique d'une paroi

$$R = R_{si} + R_{se} + \Sigma(e/\lambda)$$

Paroi donnant sur : - l'extérieur - un passage ouvert - un local ouvert ⁽¹⁾	R_{si} m ² .K/W	R_{se} m ² .K/W	$R_{si} + R_{se}$ m ² .K/W
Paroi verticale Inclinaison $\geq 60^\circ$ Flux horizontal 	0,13	0,04	0,17

Constitution de la paroi des façades est-sud

Nature	Désignation	e (m)	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
Isolant	NATUROLL 032	0,160	0,032
Béton	Béton plein	0,180	1,750
Métal	Acier	0,005	50,000

La lame d'air entre le mur et la double peau est négligée.

Calcul du flux thermique

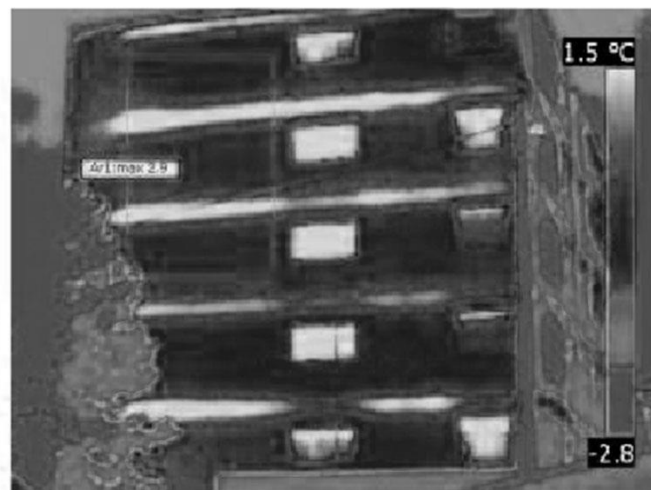
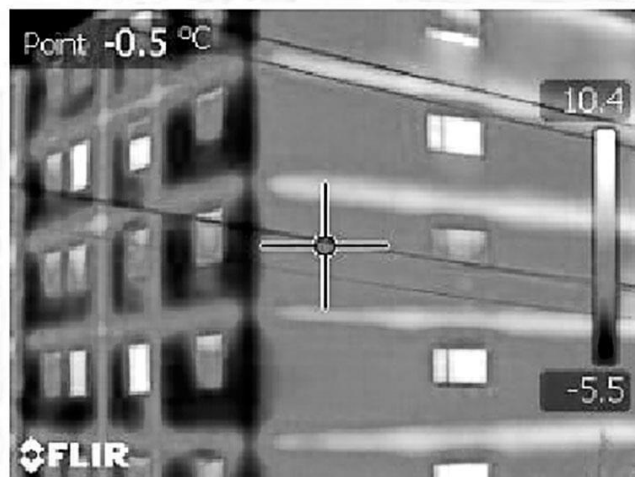
$$\varphi = \frac{(T_i - T_e)}{R_t} \text{ (en W/m}^2\text{)}$$

Les températures à prendre en compte sont :

Ti hiver = 19°C et Te = -5 °C

DT8 rapport thermographique

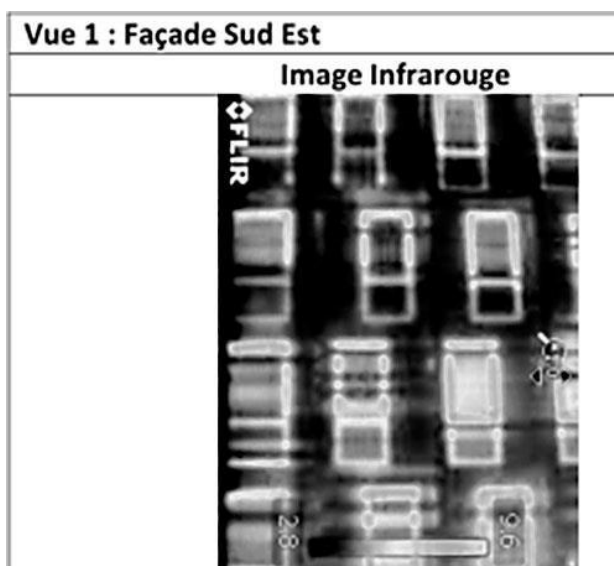
Exemples d'isolation intérieure



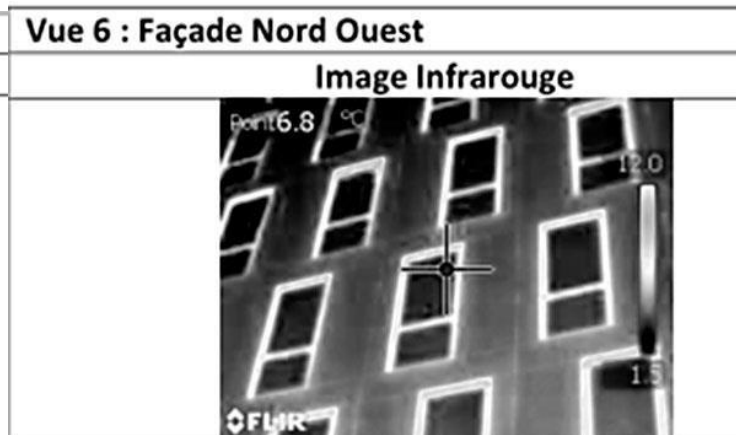
Échelle des températures :
-5,5°C (zones sombres) à 10,4°C (zones claires)

Les déperditions thermiques sont localisées sur les zones claires.

Australia (isolation extérieure)



Echelle des températures :
2,8°C (zones sombres) à 9,6°C (zones claires)

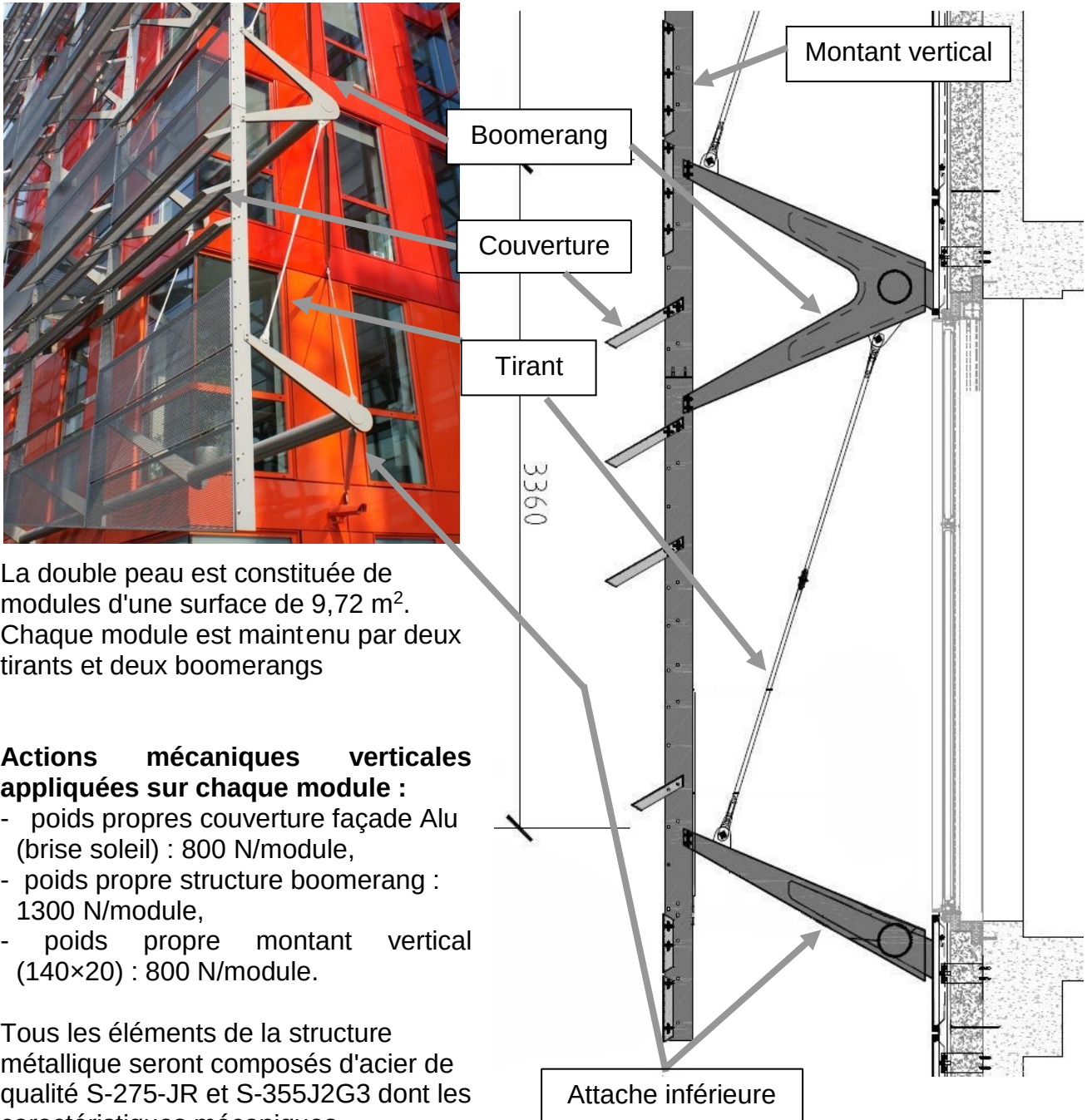


Echelle des températures :
1,5°C (zones sombres) à 12°C (zones claires)

DT9 double peau

Australia est enveloppée d'une double peau sur les façades ensoleillées. Différents modules de panneaux de tôle perforée sont accrochés à une structure métallique unique sur les façades. Ils permettent, d'un point de vue architectural, de rendre la double peau légère et moins uniforme.

Les panneaux en tôle perforée sont suspendus par une structure porteuse constituée de pièces en forme de boomerang et de tirants.



La double peau est constituée de modules d'une surface de $9,72 \text{ m}^2$. Chaque module est maintenu par deux tirants et deux boomerangs

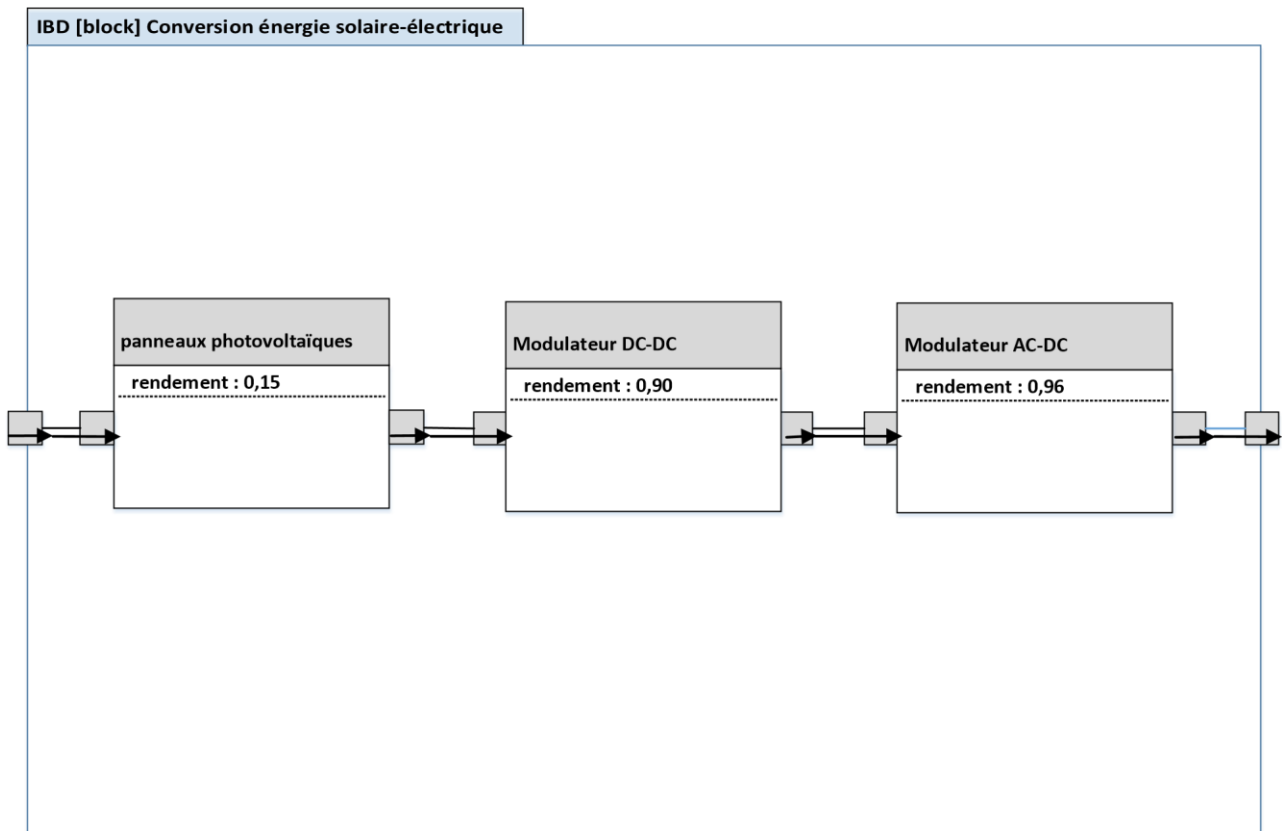
Actions mécaniques verticales appliquées sur chaque module :

- poids propres couverture façade Alu (brise soleil) : 800 N/module,
- poids propre structure boomerang : 1300 N/module,
- poids propre montant vertical (140×20) : 800 N/module.

Tous les éléments de la structure métallique seront composés d'acier de qualité S-275-JR et S-355J2G3 dont les caractéristiques mécaniques principales sont :

	S-275-JR	S-355-J2G3
Limite élastique	275 MPa	355 MPa
Module d'élasticité (E)	210 000 MPa	210 000 MPa

DT10 diagramme de block interne de la chaîne d'énergie photovoltaïque



DT11 production électrique photovoltaïque simulée et réelle

Tableau 1 : production électrique photovoltaïque (en k Wh) en 2012

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Jui	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Production réelle	1000	2100	4800	5000	7700	2000	6300	7200	4300	2600	1400	800
Production estimée	1400	2000	4000	4600	5700	6000	6000	5300	4300	2900	1500	1200

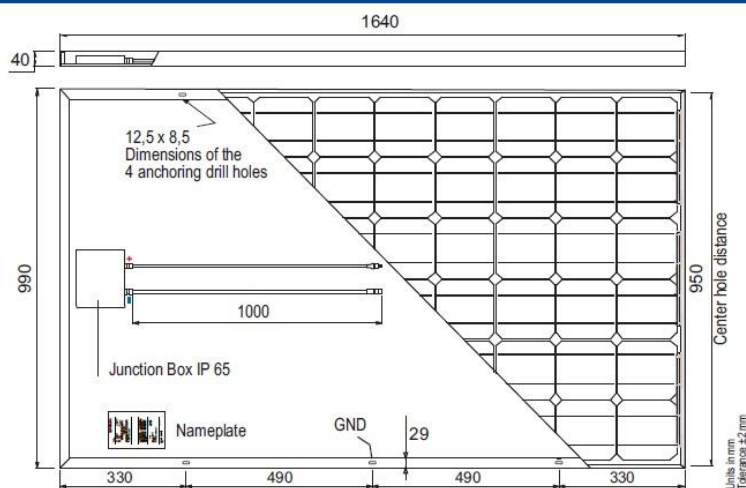
Remarque : la production estimée a été réalisée sous un logiciel gratuit en ligne de l'INES (Institut National de l'Energie Solaire : http://ines.solaire.free.fr/pvreseau_1.php).

DT12 : caractéristiques d'un panneau photovoltaïque

SLK60M6L 230Wp - 245Wp

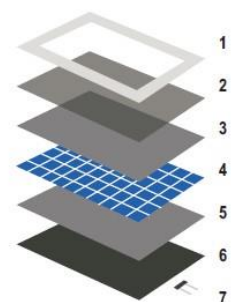
Mono-Crystalline Solar Modules

siliken



Constructive Characteristics

- 1 FRAME
- 2 GLASS PLATE
- 3 & 5 EVA
- 4 CELLS
- 6 BACKSIDE FOIL
- 7 JUNCTION BOX

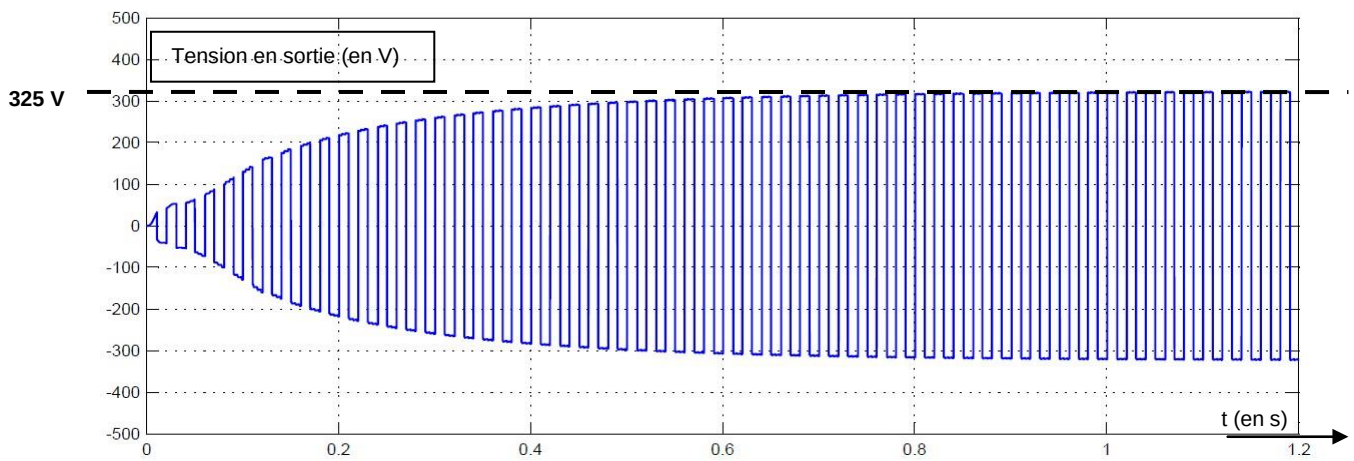


Données mécaniques

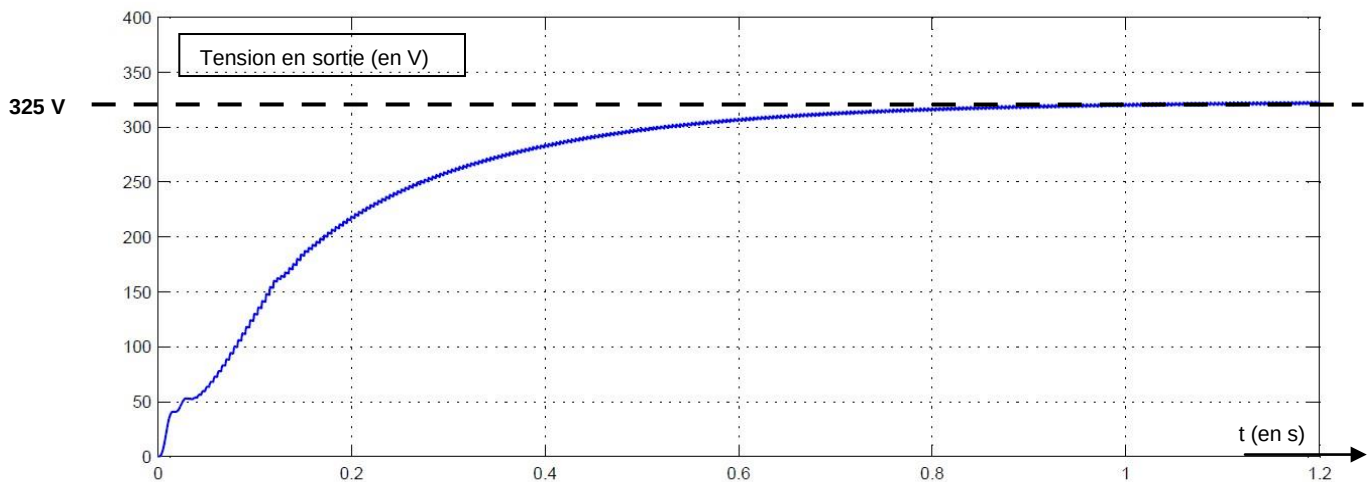
Dimensions (longueur × largeur × profondeur) en mm	1640 × 990 × 40 mm
Masse	19 kg

DT13 résultats de simulation de la chaîne d'énergie photovoltaïque

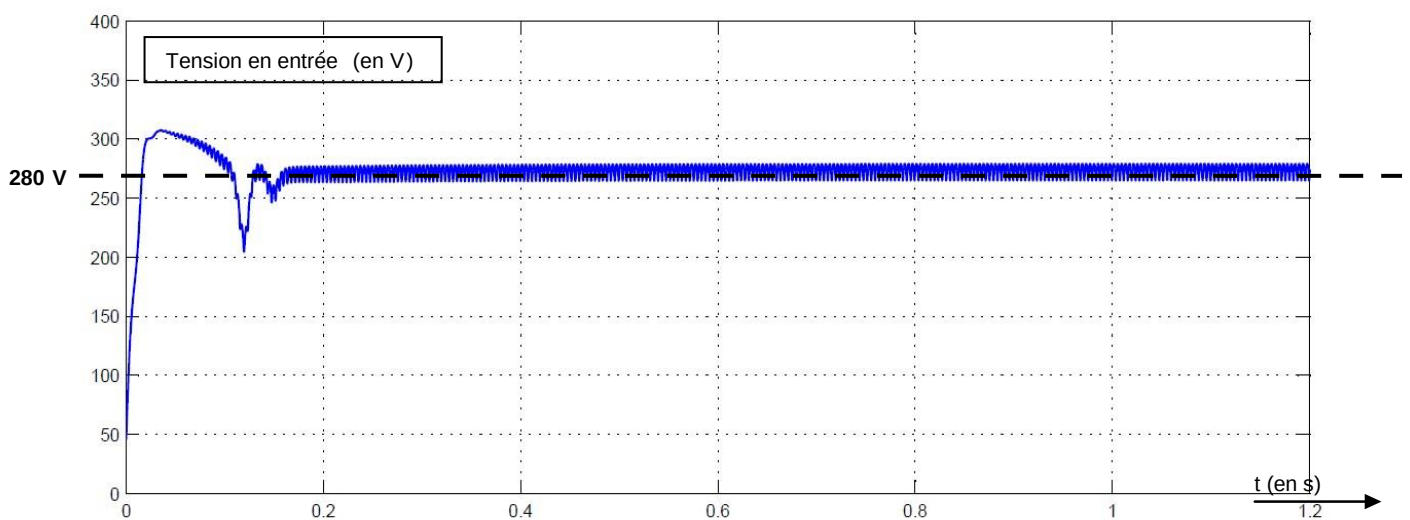
Tension en sortie du modulateur DC-AC



Tension en sortie du modulateur DC-DC



Tension en entrée du modulateur DC-DC



DR1 DOCUMENT REPONSES

Question 1.6

Tableau comparatif entre une solution câblage traditionnel et le réseau *EcoFlex'IT*®.

Rubriques	Items	Câblage ISO traditionnel	Solution Eco FlexIT	Ecart	Principaux Avantages
Poids des composants	Poids total des câbles	13,22 t	0,94 t	- 92,90%	
Impact Ecologique	Longueur total de câble cuivre 4p	242,67 km	10,20 km	-95,80%	
Durée installation	Durée estimée déploiement total	614 jours	157 jours	-74,50%	
Consommation électrique	Consommation électrique par port switché	14,38 W	9,94 W	-30,90%	
m ² récupérés en surface utile	Nombre de locaux techniques par étages	11	0	-100%	

DR2 DOCUMENT REPONSES

Question 1.7

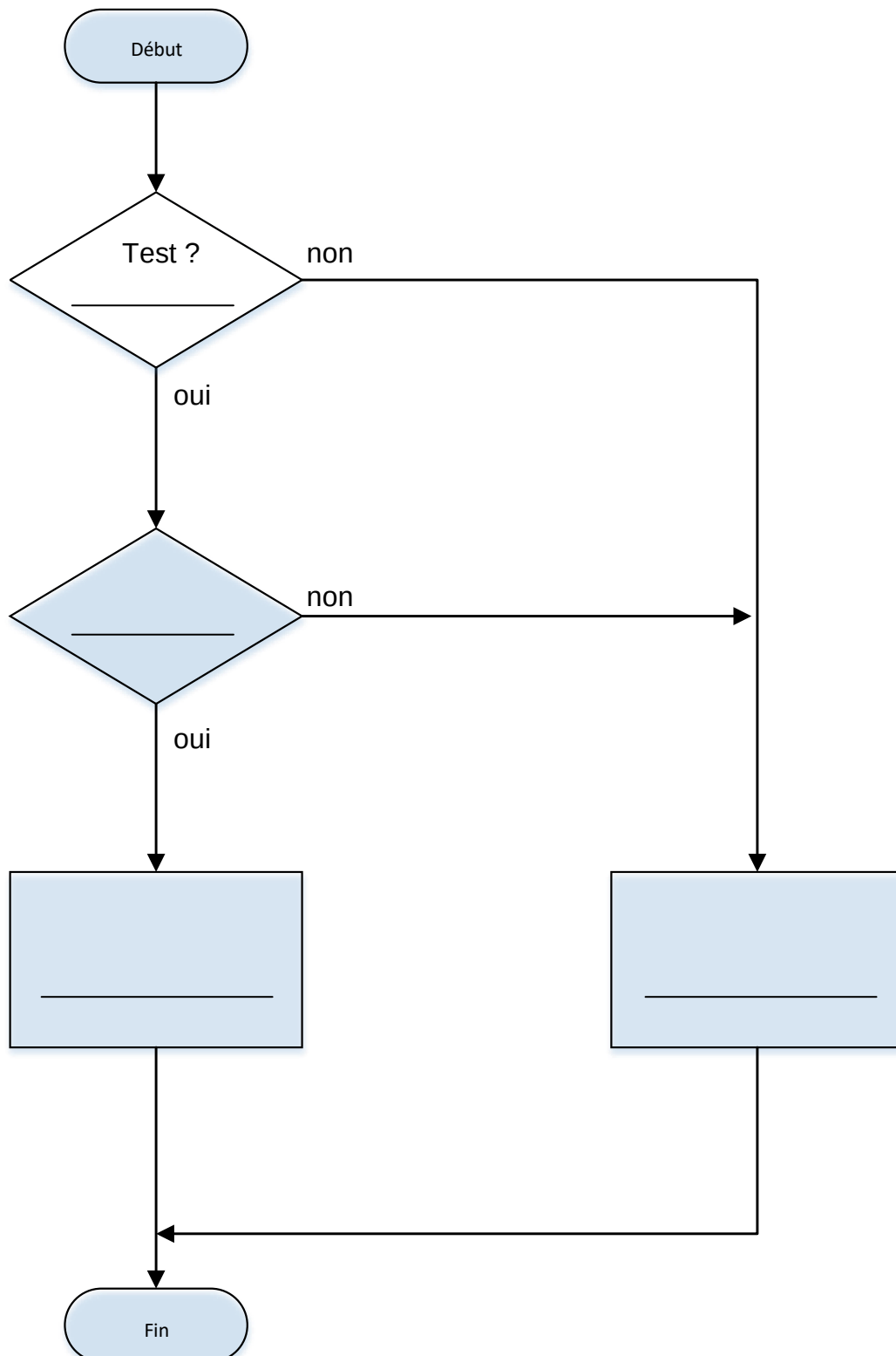
Adresse IP	172	20	25	45
Adresse IP - binaire	1010 1100	0001 0100	0001 1001	0010 1101
Masque sous-réseau - binaire				
Adresse réseau - binaire				
Adresse réseau				

Numéro identifiant de l'adresse IP :

DR3 DOCUMENT REPONSES

Question 1.13

Algorithme à compléter



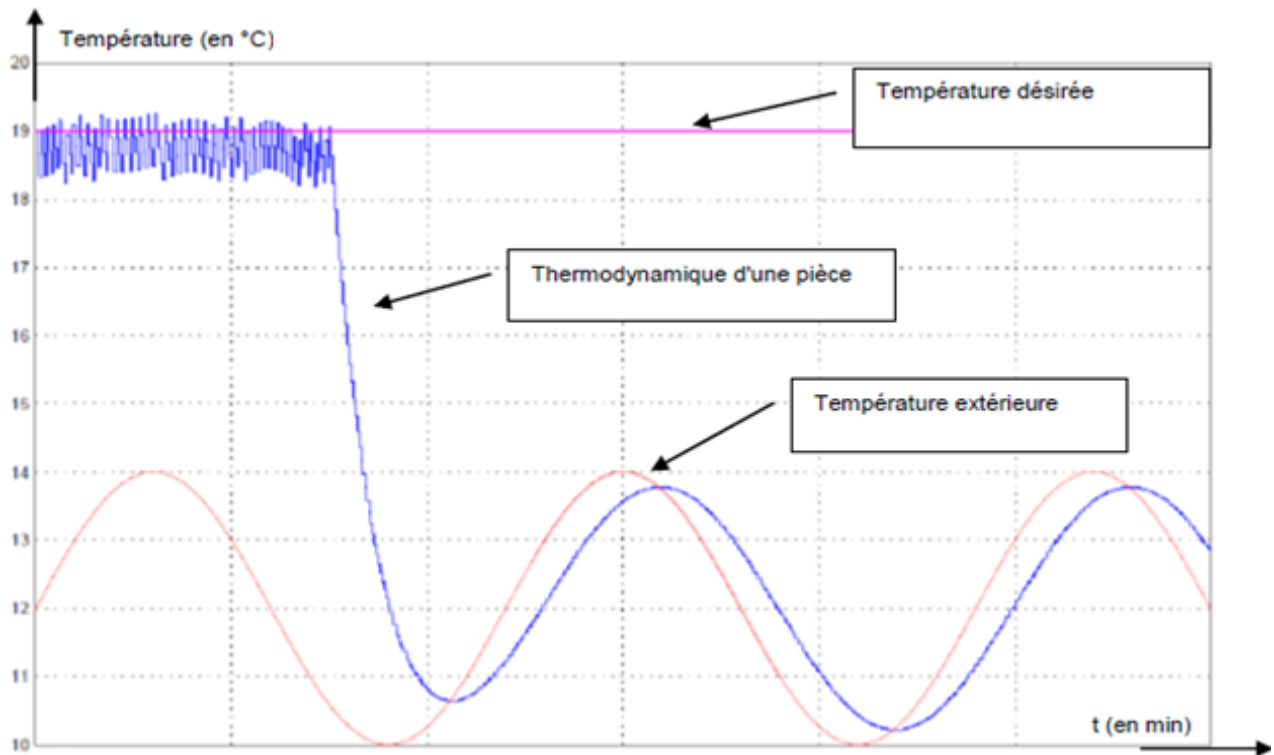
DR4 DOCUMENT REPONSES

Question 1.14

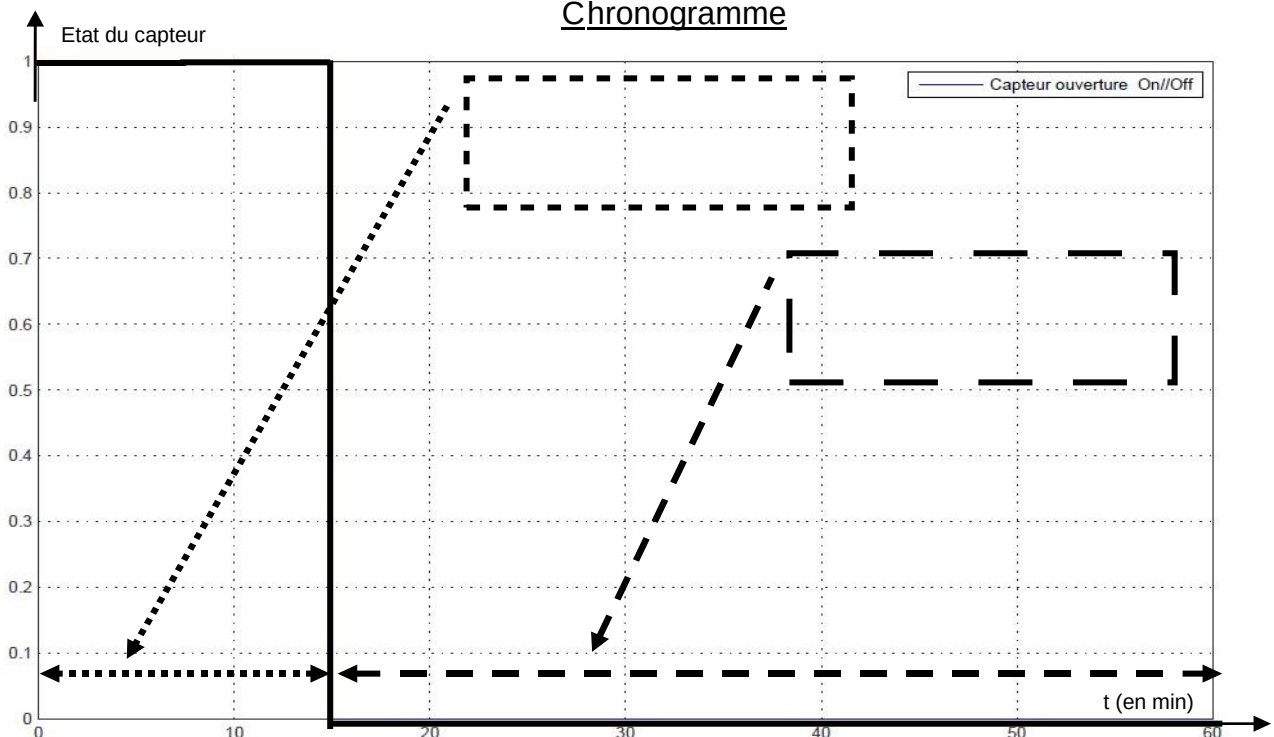
Evolution des différentes températures à partir du modèle comportemental :

La température moyenne à l'extérieur du bâtiment est de 12 °C. La température est supposée évoluer sinusoïdalement autour de cette valeur moyenne. La température désirée dans la pièce est de 19 °C.

Courbes de températures :



Chronogramme



DR5 DOCUMENT REPONSES

Bilan des actions mécaniques extérieures

Nom action	Direction	Sens	Intensité
$\overrightarrow{C_{poids/attache}}$		↓	2400 N
$\overrightarrow{B_{tirant/attache}}$	/	?	?
$\overrightarrow{D_{batiment/attache}}$	?	?	?

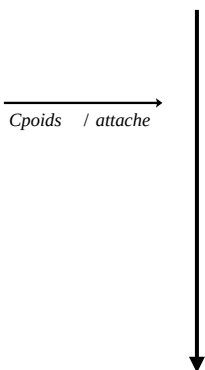
A : Articulation entre le tirant et le boomerang

B : Articulation entre le tirant et l'attache inférieure.

C : Articulation entre le montant vertical et l'attache inférieure.

D : Articulation entre l'attache inférieure et le bâtiment.

Zone pour tracer la représentation de la dynamique des forces



$$\left\| \overrightarrow{B_{tirant/attache}} \right\| = \dots\dots\dots \text{ N}$$

Echelle des efforts : 1cm → 500N

