Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, Innovation et Développement Durable

SYSTEMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

CORRIGÉ

Durée de l'épreuve : **4 heures**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 33 pages numérotées de 1/33 à 33/33.

Constitution du sujet :

Partie commune (durée indicative 2h30)	12 points
Partie spécifique (durée indicative 1h30)	8 points

Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet. Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.

PARTIE COMMUNE (12 points)

CORRIGÉ

Analyse thermique et gestion de l'éclairage d'une école



UNE ÉCOLE OÙ IL FAIT BON GRANDIR (Crédit photo DSA)

- **Présentation de l'étude et questionnement** ..... pages 3 à 11
- **Documents techniques**..... pages 12 à 21
- **Documents réponses** .....pages 22 à 23

Mise en situation

Dans le cadre de sa compétence en énergie, la Métropole Européenne de Lille (MEL) gère les réseaux de chaleur publics répartis sur son territoire. Six réseaux de chaleur publics existent actuellement.

Ils se situent sur les communes de Lille, Mons-en-Barœul, Villeneuve d'Ascq, Roubaix, Wattignies et Wattrelos. Les équipements sont alimentés à partir de plusieurs combustibles comme la biomasse ou le gaz.

Les réseaux appartiennent à la MEL, mais ils sont gérés par des concessionnaires qui ont en charge l'exploitation, l'entretien et le développement de ces infrastructures.



Figure 1 : chaufferie urbaine de Mons-en-Barœul

En 2015, le réseau de 82 km a distribué 575 GWh sur 450 points de livraison (45 % habitat, 55 % tertiaire), soit l'équivalent de 40 000 logements. La chaleur produite était d'origine biomasse à 20%. L'objectif à atteindre pour 2023 étant fixé à de plus de 50%.

Les investissements se poursuivent en février 2017 avec l'attribution par la MEL d'une nouvelle concession. Ce contrat prévoit une extension du réseau de chaleur de Lille / Roubaix vers Halluin. Ce projet permettra de valoriser l'énergie fatale (énergie non utile aux procédés industriels, mais récupérable) issue du processus d'incinération du centre de valorisation énergétique d'Halluin. Ce réseau de chaleur alimentera de nouveaux édifices publics tels que les équipements sportifs ou encore les établissements scolaires.

Dans le même temps, les communes approvisionnées de la métropole mènent une campagne de réhabilitation des bâtiments publics et d'habitation.

C'est dans ce contexte que la ville de Mons-en-Barœul a entrepris des travaux de rénovation de l'école maternelle Charles de Gaulle, située en centre-ville.

Dans cette partie commune, nous nous intéresserons à l'étude thermique de la salle de classe n°1 et au projet de gestion d'éclairage de la salle de jeux (voir Figure 2 ci-dessous).

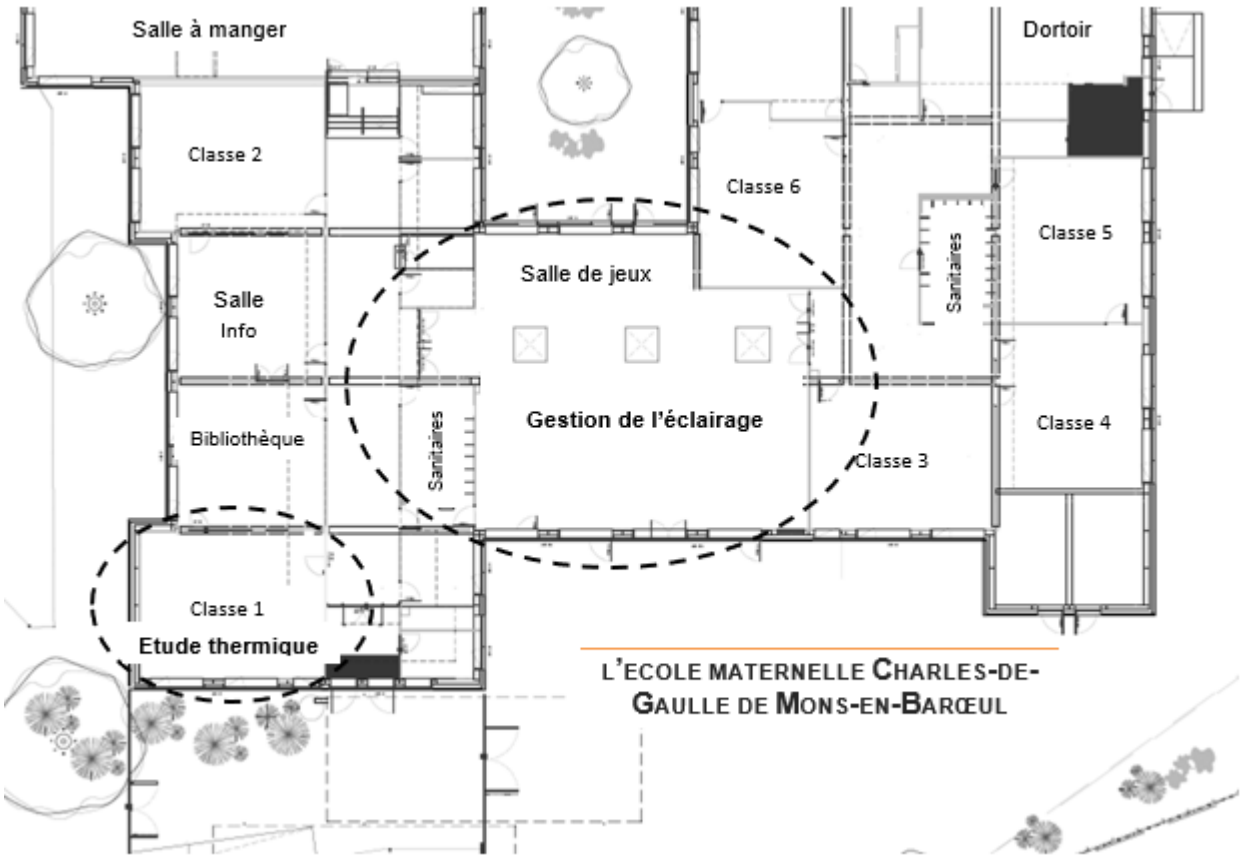


Figure 2 : vue en plan partielle

Travail demandé

Partie 1 : L'isolation des bâtiments anciens par l'extérieur (ITE) constitue-t-elle un bon investissement ?

Objectif : estimer les gains en énergie thermique pouvant être obtenus par isolation des parois extérieures de l'école.

Question 1.1

Mise en situation

DT1

3 points

La rénovation de l'école s'inscrit-elle dans une démarche de développement durable ?

A l'aide de la mise en situation et du diagramme des exigences (document technique DT1), **énoncer** pour chacun des 3 piliers du développement durable :

- 1 argument inscrivant le projet dans une démarche environnementale.
- 1 argument inscrivant le projet dans une démarche sociétale.
- 1 argument inscrivant le projet dans une démarche économique.

- d'un point de vue environnemental : limiter perte thermique
- d'un point de vue sociétal : accès PMR.
- d'un point de vue économique baisse de la facture énergétique.

Question 1.2

DT1, DT2

2 points

À partir des documents techniques DT1 et DT2, **identifier** la réglementation thermique qui s'applique au projet de rénovation énergétique de l'école. **Justifier** votre réponse.

La réglementation thermique qui s'applique est la RT Globale (arrêté du 13 juin 2008) : D'après les DT1.1 et DT1.2, le bâtiment existant a été construit après 1948, la surface plancher (égale à 1500 m²) est >à 1000 m^2 et le coût des travaux est >à 25% de la valeur du bâti.

Question 1.3

DT3, DT4

3 points

1 point

À partir des documents techniques DT3, **résumer** les critères d'exigences qui doivent être respectés pour satisfaire la réglementation RT2012 puis à partir du DT4, **justifier** le scénario d'étude thermique qui devra être retenu.

Les critères devant être respectés sont :

- Le besoin bioclimatique Bbio, il caractérise l'efficacité énergétique du bâti (Ubat<Ubat max)
- La Consommation en énergie primaire Cep exprimée en kWhep·m^{-2}(Cep < Cep référence)
- La Tic maximale (température intérieure de confort) (Tic < Tic référence)
- Des performances minimales (garde-fous) sont également requises pour une série de composants (isolation, ventilation, système de chauffage...).

A la lecture du DT1.4, le scénario 2 satisfait tous les critères de la RT GLOBALE.

Afin de constater l'impact sur la régulation du chauffage, on souhaite estimer par une modélisation les déperditions de chaleur d'une salle de classe avant et après rénovation. Pour cela, il est nécessaire de déterminer la résistance thermique équivalente des parois.

Question 1.4

DR1

3 points

À partir du document DR1, **calculer** les résistances thermiques de chaque composant. **Compléter** le tableau en y indiquant les valeurs trouvées.

Voir document réponses DR1.1→Utiliser la formule : $R_{composant} = \frac{e_{comp}}{\lambda_{comp}}$

Question 1.5

DR1, DT5

2 points

En déduire la résistance globale R_{therm} de la paroi verticale rénovée. **Compléter** le DR1.

Voir document réponses DR1.1 :

Résistance thermique globale de la paroi verticale rénovée :

$$R_{therm} = R_i + \frac{e_{béton}}{\lambda_{béton}} + \frac{e_{polystyrène}}{\lambda_{polystyrène}} + \frac{e_{panneau}}{\lambda_{panneau}} + R_e$$

$$R_{therm} = 0{,}13 + \frac{0{,}2}{2{,}3} + \frac{0{,}05}{0{,}05} + \frac{0{,}14}{0{,}022} + 0{,}04$$

R_{therm} = 7,62 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$

2 points

A l'aide du DT5, **vérifier** que la réglementation pour ce projet de rénovation est respectée.

D'après le DT1.5, la réglementation thermique RT 2012 exige une valeur minimale de 2,3 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ pour les murs, ceci dans le cadre d'une rénovation. La paroi verticale rénovée satisfait très largement cette réglementation (puisque Rtherm = 7,62 >>2,3 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$).

On utilise la valeur calculée précédemment pour paramétrer le modèle d'évolution de la température intérieure de la salle de classe 1. Il s'agira de montrer l'impact de la rénovation des parois extérieures sur la régulation du chauffage. La modélisation proposée tient compte du volume de la pièce, de la surface des parois extérieures et de l'évolution de la température extérieure.

Question 1.6

DR2

3 points

Sur le DR2, **positionner** sur le modèle de simulation, les blocs A, B et C au regard de leur description.

Voir document réponses DR1.2

2 points

Indiquer dans le tableau le type des variables (interne ou externe) associées aux composants.

Voir document réponses DR1.2

Question 1.7

DT4, DT6

1 point

À la lecture du DT6, **commenter** les résultats des simulations de la régulation du chauffage avant et après rénovation.

A la lecture du DT6, on observe qu'après rénovation :

- La température intérieure (entre 18 et 20°C) diminue bien moins rapidement.
- Le chauffage en régulation se déclenche 4,6 fois moins souvent (23 fois avant rénovation contre seulement 5 fois après rénovation sur une période de 12 h).

La puissance installée des radiateurs est inchangée.

A l'aide du DT1.6, **calculer** le rapport « R_t » des temps de fonctionnement du chauffage : $R_t = t_{\text{avant rénovation}} / t_{\text{après rénovation}}$.

Temps avant rénovation : 23 impulsions x 305 /Temps après rénovation/ 5 impulsions x 305

2 points

Le rapport de temps de chauffage est donc de 4,6.

A l'aide du DT1.4, **calculer** le rapport « R_c » des consommations en énergie primaire : $R_c = E_{\text{avant rénovation}} / E_{\text{après rénovation}}$.

2 points

Sur le DT4 - scénario 2, on observe que la consommation d'énergie primaire en chauffage est initialement de 188,176 kWhep·m^{-2} et le projet de rénovation prévoit une Cep de 53,841 kWhep·m^{-2}, soit 3,5 fois moins de dépenses énergétiques sur ce poste.

2 points

Analyser les écarts entre R_t et R_c et **identifier** les hypothèses simplificatrices retenues pour le modèle proposé.

Les écarts peuvent s'expliquer par une modélisation des déperditions de chaleur par les parois extérieures rénovées uniquement (pas de modélisation des déperditions en planchers, toiture ou huisseries) et un modèle climatique plus complet pour l'étude thermique menée par le bureau d'études.

Les hypothèses simplificatrices sont ainsi la modélisation des déperditions de chaleur par les parois extérieures uniquement et une variation moyenne de la température annuelle.

La paroi d'origine est composée d'un voile de béton plein et d'une fine épaisseur de polystyrène expansé. L'isolation par l'extérieur va permettre de diminuer le flux de chaleur s'échappant par les parois.

Question 1.8

DT1, DT7

3 points

En vous référant aux performances des matériaux du DT1.7 d'une part et au diagramme des exigences en DT1 d'autre part, **déterminer** le panneau sandwich le plus adapté au regard de la charge additionnelle acceptée.

le panneau en mousse rigide a une masse surfacique de 4,48 kg.m^{-2}. Elle est 4 fois moins importante que celle du panneau avec une âme de laine de roche et satisfait d'après le DT1, l'exigence de surcharge additionnelle étant inférieure à 10 kg.m^{-2}.

Confirmer ce choix au regard de l'impact environnemental lié au changement climatique et des performances thermiques attendues.

D'après le DT7, L'analyse du cycle de vie montre un impact plus faible du point de vue « changement climatique (7 fois moins d'émission de CO_2)

De plus, sa conductivité thermique est 2 fois plus petite.

Question 1.9

DT1

2 points

Conclure sur les choix constructifs retenus pour l'isolation thermique des parois extérieures de l'école, au regard du cahier des charges et du développement durable.

Le panneau de bardage retenu en mousse rigide a un impact moindre que d'autres solutions sur le critère « changement climatique ».

D'après la simulation, le panneau isolant retenu permettra d'atteindre les performances énergétiques souhaitées (diminution des consommations, y compris en matière de chauffage et ainsi presque 50% de gain sur la facture d'énergie). Il faudrait affiner cette modélisation en ajoutant les déperditions par les autres parois (toiture, parois vitrées et planchers).

Partie 2 : L'investissement dans de nouveaux luminaires de technologie LED est-il nécessaire?

Objectif : mener une étude préliminaire pour estimer la rentabilité de l'investissement.

Avec le remplacement des luminaires à tubes fluorescents existant, un gain non négligeable est attendu au regard de leur consommation et en termes de cycle de vie. Le choix se porte sur des luminaires à technologie LED. Trois puits de lumière naturelle sont également prévus.

Question 1.10
DT8

3 points

Justifier à partir du DT8, la pertinence du choix de la technologie LED en fonction de son coût global et de sa durée de vie.

La technologie LED a la meilleure durée de vie avec plus de 10ans sans devoir racheter de lampe (6 ans pour le fluo compacte et 2 ans pour l'halogène).

Concernant le coût, c'est la courbe qui a le coefficient directeur le plus petit donc le moins de consommation.

Ainsi, malgré le coût légèrement plus élevé à l'achat comparé au fluo compacte, la technologie LED est la plus rentable sur la durée.

Question 1.11
DT9

2 points

Pour le modèle *Philips CoreLine Downlight* présenté dans le DT9, **relever** les valeurs du flux lumineux initial en lumen ainsi que la valeur de l'angle d'ouverture du faisceau de lumière.

Pour le DN130B utilisé, Φ = 2200 lm et α = 120 °

2 points

Calculer l'éclairement (en Lux) d'un luminaire sur le plan utile d'activité. Dans notre cas le sol est situé à 2,8 mètres du luminaire.

Eclairement : $E = \frac{2200 * \cos(\frac{120}{2})}{2.8^2}$ = 140 Lux

Question 1.12

2 points

Calculer la surface d'éclairement d'un luminaire sur le plan d'activité en utilisant les données de la question précédente.

Surface d'éclairement :

$$S = 2200/140 = 15{,}7 m^2$$

Question 1.13
DT1, DT10

2 points

Comparer cet éclairement en Lux à l'exigence de confort visuel exprimée dans le DT1. **Conclure** quant au choix de ce modèle.

D'après le document technique DT1, l'exigence de confort visuel pour cette salle de jeux est de 300 Lux. Le modèle LED choisipour un luminaire (*Philips CoreLine Downlight DN130B)* ne semble pas convenir.

2 points

On définit le facteur d'insuffisance comme étant le rapport entre l'exigence de confort visuel et l'éclairement du luminaire sur le plan d'activité, ces deux valeurs étant exprimées en lux.

Calculer le facteur d'insuffisance.

Facteur d'insuffisance = exigence / E = 340/140 = 2,14

L'essentiel de l'activité se déroule au centre de la pièce

Après analyse des différentes simulations Dialux du DT10, **choisir** et **justifier** l'implantation optimale des luminaires pour compenser l'insuffisance et satisfaire l'exigence de confort visuel.

3 points

D'après l'analyse des simulations Isolux du DT1.10, les implantations 1 et 2 ne respectent pas l'exigence d'éclairement au centre de la pièce. L'implantation 4 (avec 54 luminaires) la respecte mais est surdimensionnée.

L'implantation optimale est la N°3, ceci en permettant un éclairement quasi uniforme et moyen de 350 Lux dans la salle de jeux.

Question 1.14

Pour la suite de l'étude, le facteur d'insuffisance est fixé à 2,15. **Estimer** le nombre minimal théorique de luminaires *Philips CoreLine Downlight* nécessaires sachant que la salle de jeux totalise une surface de 215 m².

2 points

Nombre minimal théorique de luminaires :

$\mathrm{Nb} = \frac{215}{S} * \mathrm{Facteur} = 30$ luminaires.

Les anciens tubes fluorescents avaient une efficacité lumineuse d'environ 80 $lm \cdot W^{-1}$ (lumen par watt).

Question 1.15
DT9

1 points

En vous référant au DT9, **donner** l'efficacité lumineuse des luminaires *Philips CoreLine Downlight* et **déterminer** le gain (en %) obtenu grâce au passage à la technologie LED.

2 points

Efficacité lumineuse du luminaire *Philips CoreLine Downlight : 107* $lm \cdot W^{-1}$, d'où un gain (en %) de : G = (107 / 80) - 1 = 0,3375, soit 33,75% d'économie énergétique réalisée.

Dans les bâtiments, la consommation d'énergie liée à l'éclairage est conséquente. Son impact environnemental n'est pas négligeable. Dans cette école, les luminaires fonctionnent durant les périodes d'ouverture hebdomadaire à raison de 5 jours pendant 10 h, 36 semaines par an.

On estime qu'une gestion intelligente du bâtiment peut permettre une économie de 60% de la consommation d'énergie liée à l'éclairage. Cette gestion tient compte de lumière naturelle ambiante, des horaires d'ouverture et de la présence des usagers.

Question 1.16
DT9

À partir du DT9, **calculer** pour 30 luminaires *Philips CoreLine Downlight*, l'énergie consommée (en kWh) sur une période d'un an avec cette gestion d'éclairage intelligente.

2 points

L'énergie dépensée est :

E = P * t = 20,5 (W) * 30 lampes * 5 jours * 10 h * 40 % * 36 semaines= 442 800 Wh = 442,8 kWh

.

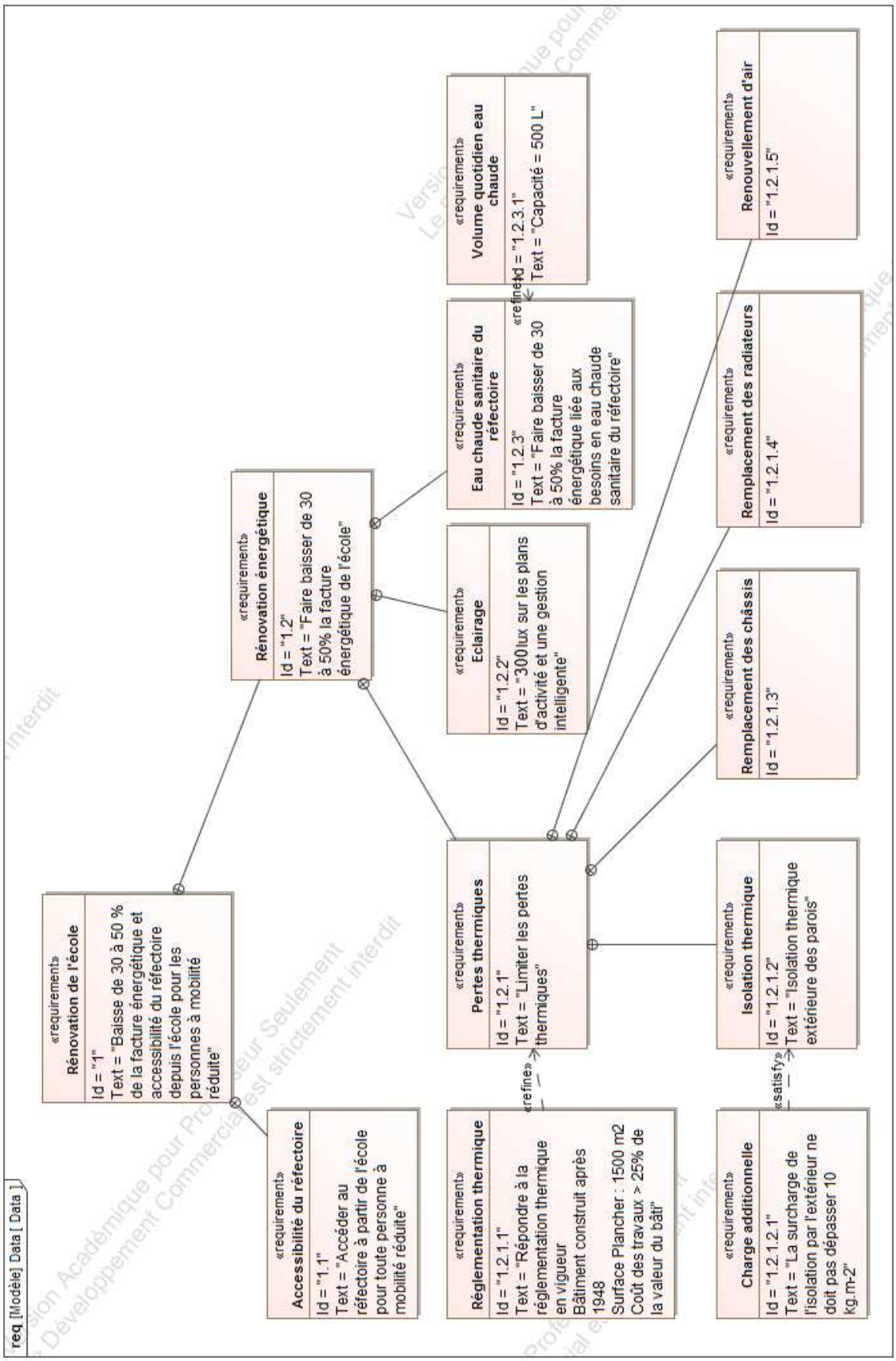
2 points

Calculer alors l'économie annuelle réalisée en Euros sachant que le kWh coûte 0,20€.

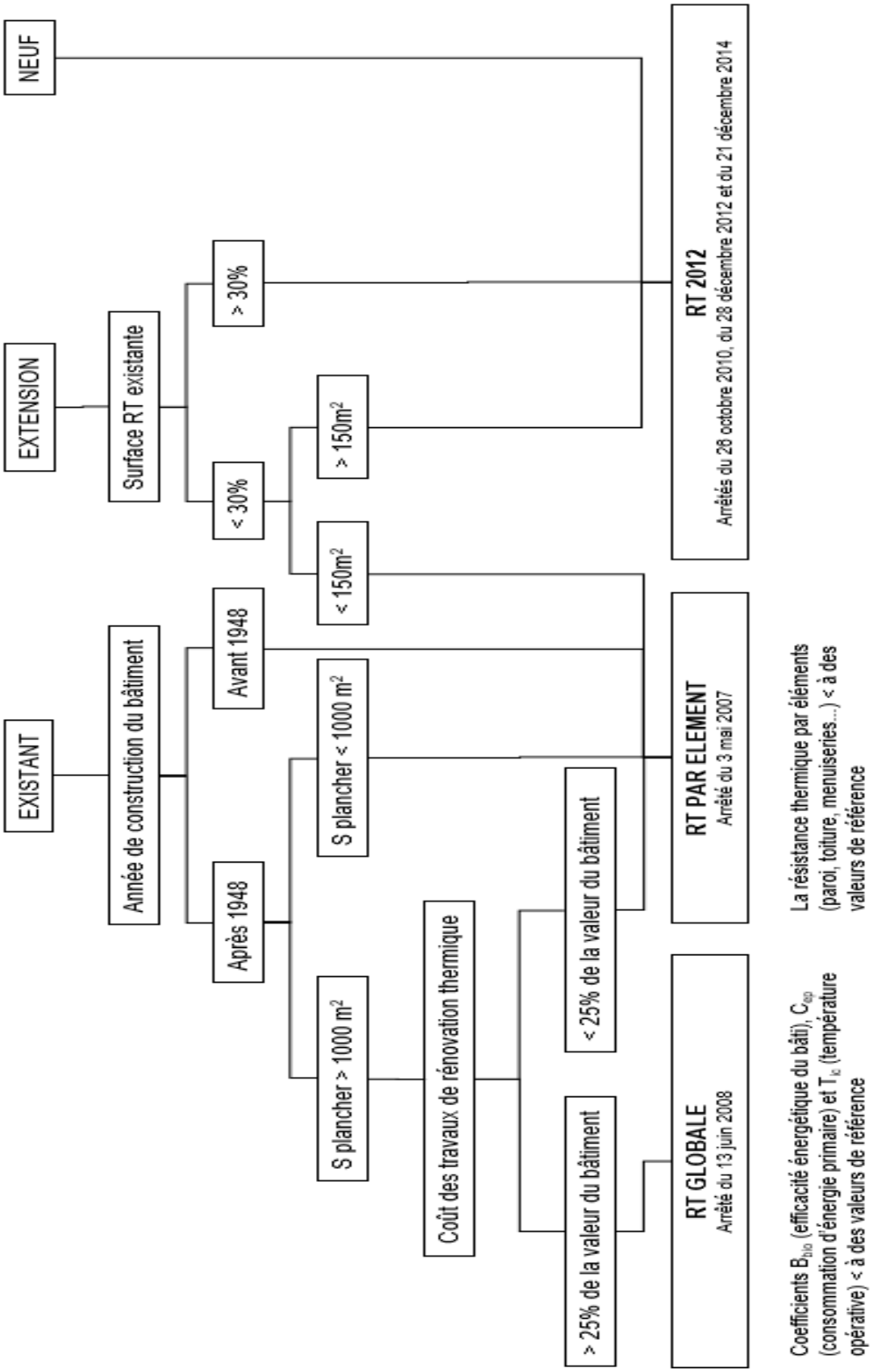
Economie = 132€=0,2x442x0,6/0,4

Question 1.17 DT1 2 points	À partir du DT1, **conclure** sur le respect des exigences quant aux choix de la technologie retenue pour l'éclairage et pour sa gestion. La technologie LED présente un intérêt sur l'ensemble du cycle de vie des luminaires (consommation – durée de vie) tout en respectant le confort visuel exigé. Le gain de consommation sera important (près de 35%) et la prise en compte du contexte de fonctionnement, la gestion de l'éclairage (en fonction de l'éclairement naturel) permettent d'obtenir une luminosité constante, adaptée et automatisée.

DT1 : Diagramme des exigences



DT2 : Organigramme d'application de la réglementation thermique



DT3 : RT globale, critères à satisfaire

La méthode de calcul Th-BCE 2012 est une méthode de calcul réglementaire définie par le centre scientifique et technique du bâtiment. Elle est utilisée obligatoirement pour toute étude thermique de bâtiments soumis à la RT2012. La méthode se base sur un modèle horaire d'occupation du bâtiment et des données climatiques locales. La RT 2012 s'articule autour de trois exigences principales.

- Le besoin bioclimatique Bbio caractérise l'efficacité énergétique du bâti. Le Bbio vise à réduire la consommation de chauffage, de rafraîchissement et d'éclairage artificiel du bâtiment en optimisant sa conception. Le coefficient Ubât permet d'évaluer le niveau d'isolation global du bâtiment ;

- La consommation d'énergie primaire Cep, exprimée en kWhep·m^{-2}, représente les consommations d'énergie primaire en chauffage, climatisation, ventilation, éclairage, eau chaude sanitaire et auxiliaires du bâtiment. La Cep du projet doit être au moins inférieure de 30 % à la Cep initiale et inférieure à une Cep de référence préconisée par le moteur de calcul ;

- La température opérative maximale Tic est calculée en période d'occupation pour un jour chaud. La Tic du projet doit être inférieure à la Tic de référence préconisée par le moteur de calcul.

Des performances minimales (des garde-fous) sont également requises pour une série de composants (isolation, ventilation, système de chauffage...).

DT4 : RT globale, résultats des études thermiques.

Scénario n°1 : Réfection de l'isolation des murs extérieurs et de la toiture, et remplacement des menuiseries.

Conformité du bâtiment selon le moteur : 1.0.3

Condition	Satisfaite	Bâtiment	Usage	SHONinit (m²)	SHONproj. (m²)	Surf. utile (m²)
Cepprj <= 0,7xCepi	OUI	OBJECTIF -30%	non résidentiel	1496.00	1496.00	1496.00
Cepprojet <= Cepréf	NON	UBâtinit (W/m².K)	UBâtproj (W/m².K)	UBâtréf (W/m².K)	UBâtbase (W/m².K)	UBâtmax (W/m².K)
UBât <= Ubâtmax	OUI	1.239	0.576	0.623	0.623	0.934
Garde-fous conformes	OUI	Cepinit (Kweph/m²)	Cepproj (Kweph/m²)	Cepréf (Kweph/m²)	Cep_p (Kwhep/m²)	Cepmax (Kwhep/m²)
Tic conforme	OUI	253.69	171.04	144.26	-	-
		Gain Cepproj/Cepinit	Gain Cepproj/Cepréf	Gain Cep_p/Cepmax	Gain UBât/UBâtréf	Gain UBât/UBâtmax
Bâtiment non conforme		32.58 %	-18.57 %	-	7.48 %	38.32 %

Comparatif des consommations en énergie primaire (kWhep/m²)

	Chauffage	Refroid.	ECS	Ventil.	Aux.	Eclair.	PhotoV.	Total
initial	188.176	0.000	17.209	1.719	1.292	45.291	0.000	253.687
projet	124.334	0.000	17.209	1.125	0.677	27.699	0.000	171.044
référence	81.688	0.000	16.571	14.193	1.383	30.424	0.000	144.260

Scénario n°2: Réfection de l'isolation des murs extérieurs et de la toiture, remplacement des menuiseries, installation d'une VMC double flux et remplacement des systèmes d'éclairage.

Conformité du bâtiment selon le moteur : 1.0.3

Condition	Satisfaite	Bâtiment	Usage	SHONinit (m²)	SHONproj. (m²)	Surf. utile (m²)
Cepprj <= 0,7xCepi	OUI	OBJECTIF -50%	non résidentiel	1496.00	1496.00	1496.00
Cepprojet <= Cepréf	OUI	UBâtinit (W/m².K)	UBâtproj (W/m².K)	UBâtréf (W/m².K)	UBâtbase (W/m².K)	UBâtmax (W/m².K)
UBât <= Ubâtmax	OUI	1.239	0.576	0.623	0.623	0.934
Garde-fous conformes	OUI	Cepinit (Kweph/m²)	Cepproj (Kweph/m²)	Cepréf (Kweph/m²)	Cep_p (Kwhep/m²)	Cepmax (Kwhep/m²)
Tic conforme	OUI	253.69	99.43	133.47	-	-
		Gain Cepproj/Cepinit	Gain Cepproj/Cepréf	Gain Cep_p/Cepmax	Gain UBât/UBâtréf	Gain UBât/UBâtmax
Bâtiment conforme		60.81 %	25.50 %	-	7.48 %	38.32 %

Comparatif des consommations en énergie primaire (kWhep/m²)

	Chauffage	Refroid.	ECS	Ventil.	Aux.	Eclair.	PhotoV.	Total
initial	188.176	0.000	17.209	1.719	1.292	45.291	0.000	253.687
projet	53.841	0.000	17.209	5.902	0.559	21.915	0.000	99.427
référence	72.368	0.000	16.571	12.766	1.338	30.424	0.000	133.467

DT5 : Extrait de la réglementation thermique RT 2012.

La réglementation thermique RT 2012 spécifie pour les bâtiments neufs une consommation maximale de 50kWh.m^{-2}.an^{-1} (à moduler suivant les régions) et une isolation respectant des valeurs seuils minimales pour chaque élément. Le tableau ci-dessous récapitule ces valeurs :

Elément	**Valeur R par élément (pour une construction neuve et bénéficier d'un crédit d'impôt)**	**Valeur R par élément (pour une rénovation)**
Combles perdus	$R \geq 7.0$	$R \geq 4.5$
Combles aménagés	$R \geq 6.0$	$R \geq 4.0$
Murs	$R \geq 3.7$	$R \geq 2.3^{**}$
Planchers	$R \geq 3.0$	$R \geq 2.3^{***}$
Toiture-terrasse	$R \geq 4.5$	$R \geq 2.5$

** cette valeur dépend du type de mur

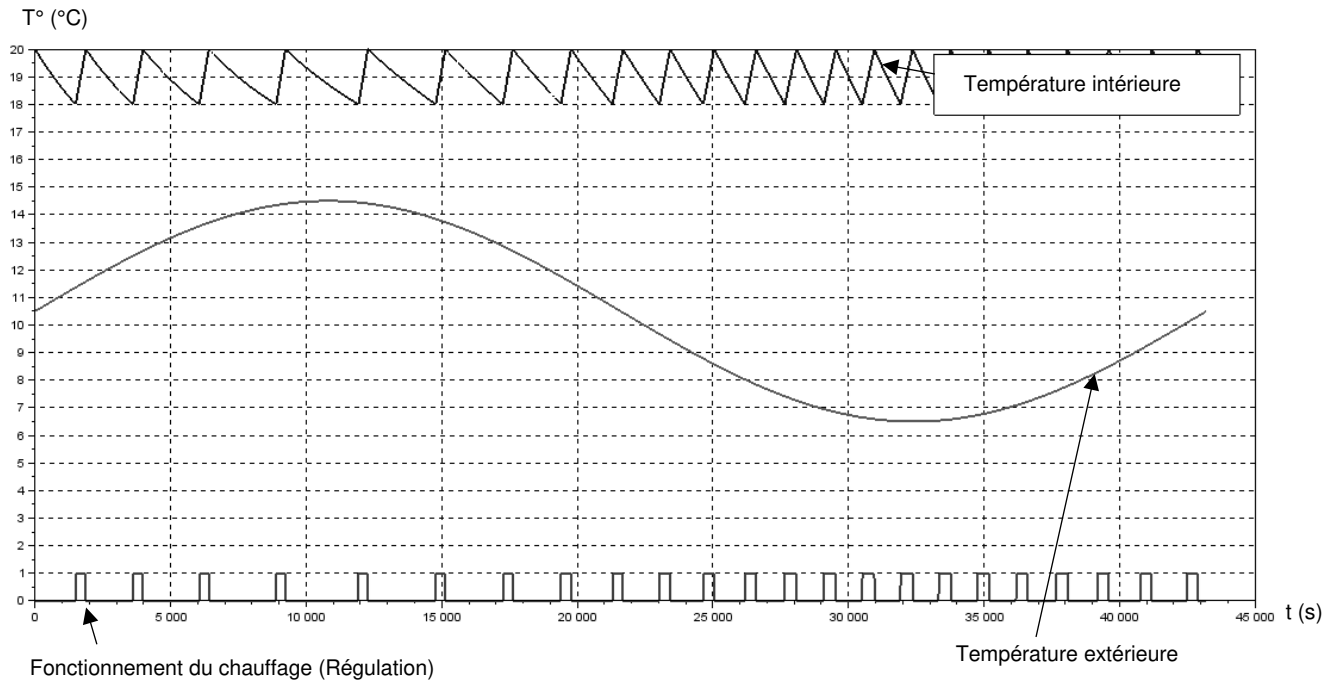
*** cette valeur dépend du type de plancher

DT6 : Simulation des variations de la température intérieure et de la régulation du chauffage.

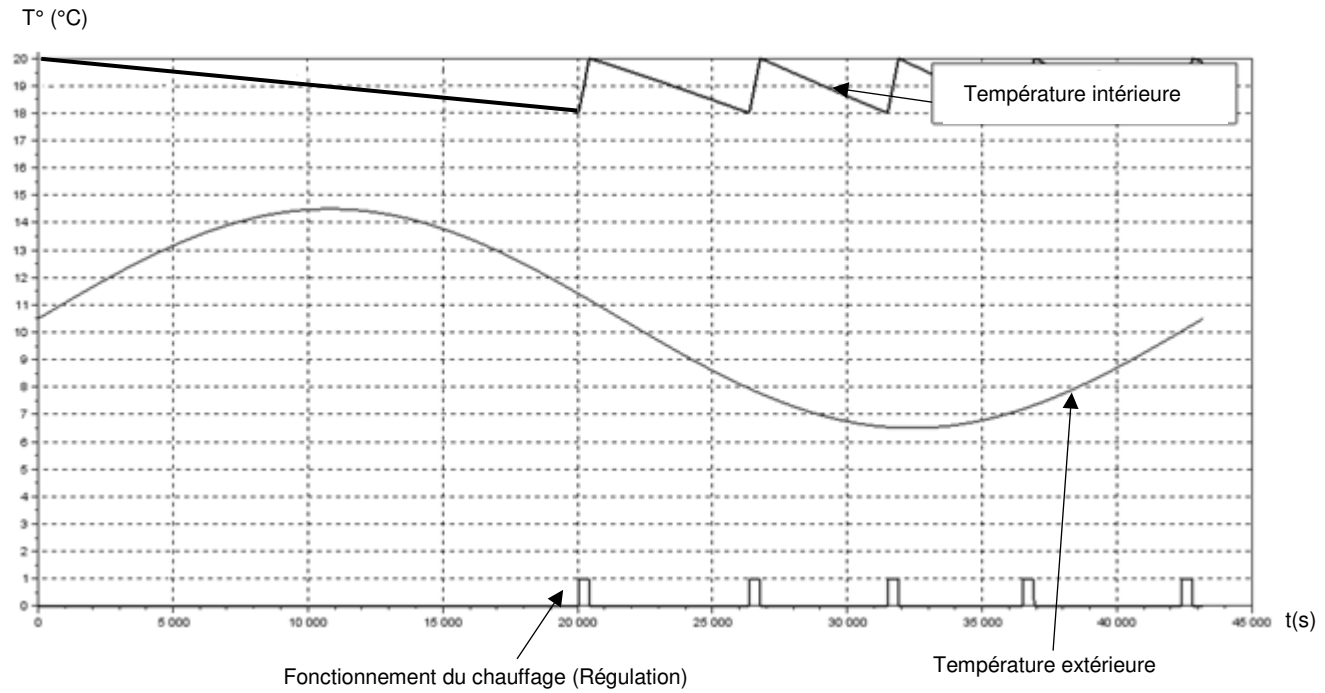
Les simulations ci-dessous sont obtenues pour une variation de la température extérieure comprise entre 6,5°C et 14,5°C : températures moyennes minimales et maximales de la région en hiver.

Les résultats ont été obtenus sur une période de 12 h. Le chauffage fonctionne en moyenne 305s par impulsion.

Simulation de la régulation de chauffage avant rénovation :



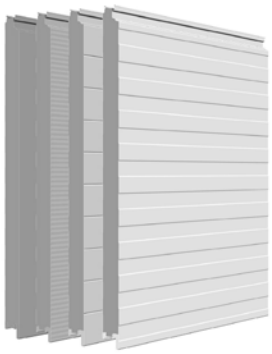
Simulation de la régulation de chauffage après rénovation :



DT7 : Caractéristiques de deux panneaux sandwichs.

Définition de l'unité fonctionnelle (UF) : étude réalisée pour 1 m² de paroi verticale pendant 50 ans en assurant les performances prescrites du produit (données environnementales des produits – base INIES ou données fabricant).

Panneau sandwich de bardage avec une âme <u>laine de roche</u> et deux parements acier

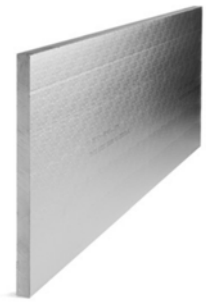


Conductivité thermique :
λde 0,043 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

Masse surfacique :
19,5 $kg \cdot m^{-2}$

Impact environnemental	Unité	Valeur sur UF
Consommation ressources énergétiques primaires totales	MJ	1021,7
Epuisement des ressources	kg éq Sb	$9,4.10^{-6}$
Consommation d'eau	m^3	$5,5.10^{-1}$
Déchets Dangereux Non dangereux Radioactifs	kg	 $3,2.10^{-2}$ 26,3 $3,4.10^{-3}$
Changement climatique	kg éq CO_2	47,7
Acidification	kg éq SO_2	$2,2.10^{-1}$
Pollution de l'air	m^3	5250
Pollution de l'eau	m^3	5,7
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg éq CFC-11	$4,8.10^{-6}$
Formation d'ozone photochimique	kg éq C_2H_4	$2,6.10^{-2}$
Eutrophisation	kg éq PO_4^{3-}	$2,4.10^{-2}$

Panneau sandwich de bardage en <u>mousse rigide</u> et deux parements aluminium

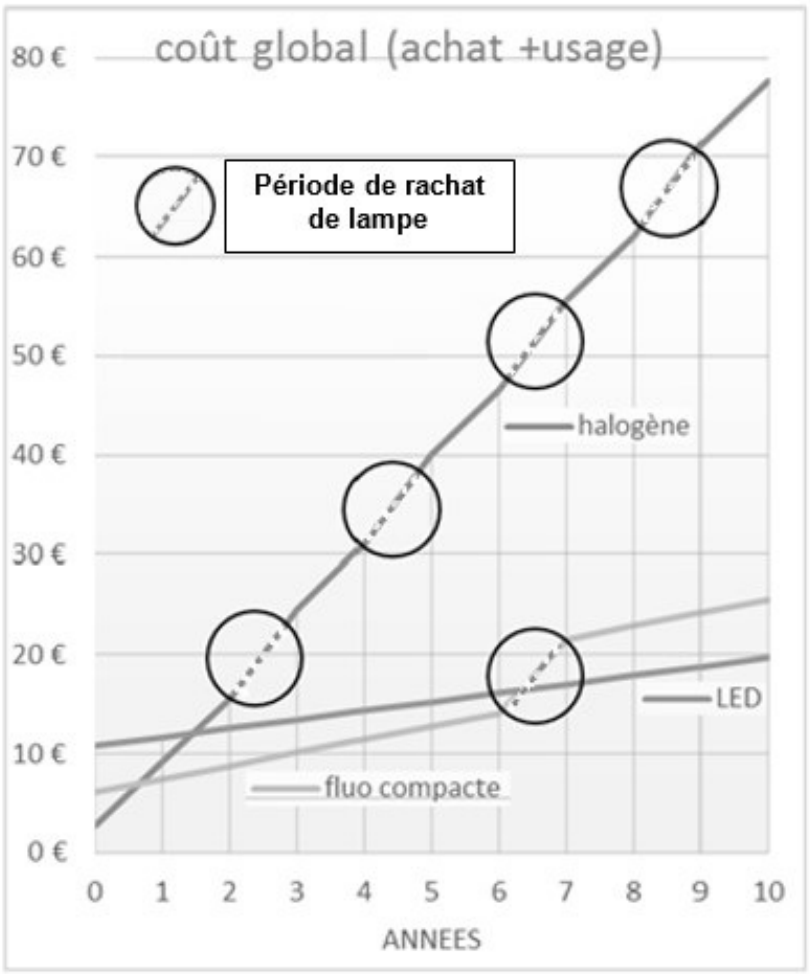


Conductivité thermique :
λde 0,022 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

Masse surfacique :
4,48 $kg \cdot m^{-2}$

Impact environnemental	Unité	Valeur sur UF
Consommation ressources énergétiques primaires totales	MJ	149,17
Epuisement des ressources	kg éq Sb	$9,48.10^{-5}$
Consommation d'eau	m^3	$5,77.10^{-1}$
Déchets Dangereux Non dangereux radioactifs	kg	 $7,43.10^{-1}$ 1,34 $2,75.10^{-3}$
Changement climatique	kg éq CO_2	6,99
Acidification	kg éq SO_2	$8,75.10^{-3}$
Pollution de l'air	m^3	798
Pollution de l'eau	m^3	5,19
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg éq CFC-11	$4,33.10^{-6}$
Formation d'ozone photochimique	kg éq C_2H_4	$2,12.10^{-3}$
Eutrophisation	kg éq PO_4^{3-}	$3,11.10^{-3}$

DT8 : Calcul des coûts d'utilisation de lampes.



Calcul des coûts d'utilisation de lampes (LED de 6 watt, équivalente aux anciennes lampes de 60 Watt) – Source ADEME

CoreLine Downlight

DN140B LED20S/840 PSD-E WR

Coreline Downlight Gen4 - 840 blanc neutre - Alimentation avec interface DALI - Réflecteur blanc - Connecteur à poussoir et soulagement de traction - Protection des doigts

Données du produit

Caractéristiques générales	
Angle d'ouverture du faisceau de lumière	120 °
Température de couleur	840 blanc neutre
Source lumineuse de substitution	Non
Nombre d'unités d'appareillage	1 unit
Driver/alimentation/transformateur	PSD [Alimentation avec interface DALI]
Driver inclus	Oui
Type d'optique	WR [Réflecteur blanc]
Faisceau du luminaire	90°
Interface de commande	DALI

	« Évaluer les performances des luminaires LED - janvier 2018 », statistiquement, il n'existe aucune différence significative de maintien du flux lumineux entre B50 et, par exemple, B10. La valeur de la durée de vie utile moyenne (B50) représente donc également la valeur B10.
Flux lumineux constant	Non
Nombre de produits par disjoncteur de 16 A type B	24
Conforme à la directive RoHS UE	Oui
Service Tag	Oui
Code de la famille de produits	DN140B [Coreline Downlight Gen4]
Score taux d'éblouissement CEN	25

Caractéristiques électriques	
Tension d'entrée	220-240 V
Fréquence d'entrée	50 à 60 Hz
Consommation électrique de CLO initiale	- W
Consommation électrique de CLO moyenne	- W
Fin de la consommation électrique CLO	- W
Courant d'appel	20,4 A
Temps du courant d'appel	0,195 ms
Facteur de puissance (min.)	0.95

Gestion et gradation	
avec gradation	Oui

Connexion	Connecteur à poussoir et soulagement de traction
Câble	Non
Classe de protection CEI	Classe de sécurité I
Essai au fil incandescent	Température 850 °C, durée 5 s
Essai au fil incandescent	F [conçus pour des surfaces normalement inflammables]
Marquage CE	Marquage CE
Marquage ENEC	Non
Garantie	5 ans
Remarques	*-Conformément au document d'orientation de Lighting Europe

Dimensions (hauteur x largeur x profondeur)	108 x 0 x 0 mm (4.3 x 0 x 0 in)

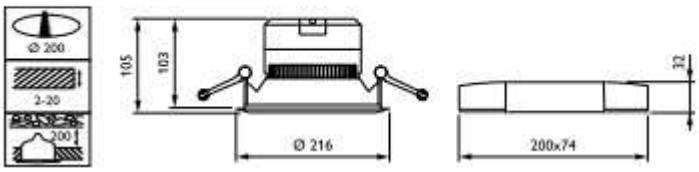
Normes et recommandations	
Code d'indice de protection	IP20 [Protection des doigts]
Code de protection contre les chocs mécaniques	IK02 [0.2 J standard]
Notation de durabilité	-

Performances initiales (conforme IEC)	
Flux lumineux initial	2200 lm
Tolérance du flux lumineux	+/-10%
Efficacité lumineuse à 0h du luminaire LED	107 lm/W
Température de couleur proximale initiale	4000 K
Indice de rendu des couleurs (initial)	≥80
Chromaticité initiale	(0.380,0.377) SDCM≤5
Puissance initiale absorbée	20.5 W
Tolérance de consommation électrique	+/-10%

Durées de vie (condorme IEC)	
Taux de défaillance driver à la durée de vie utile moyenne de 50 000 h	5 %
Maintien du flux lumineux en fin de vie (50 000 h à 25 °C)	L70

Conditions d'utilisation	
Plage de températures ambiantes	-20 à +40 °C
Performance Température Ambiante Tq	25 °C
Niveau de gradation maximal	1%
Convient à une commutation aléatoire	Oui

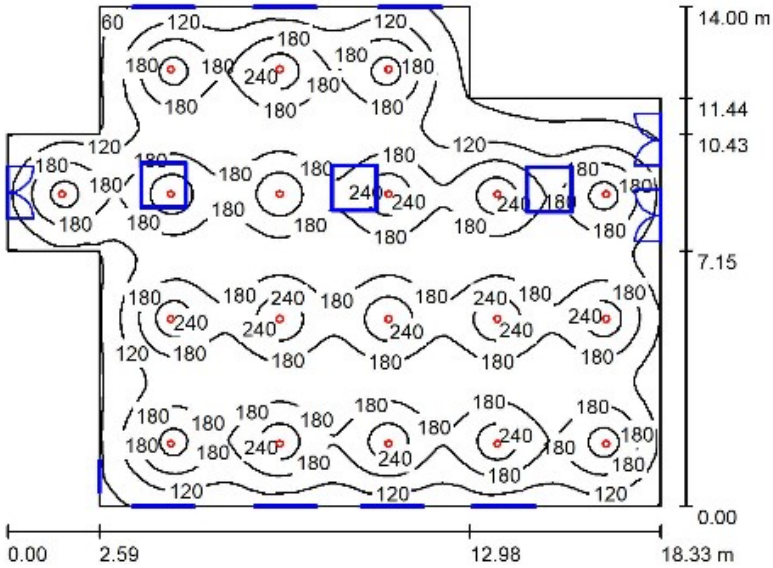
Schéma dimensionnel



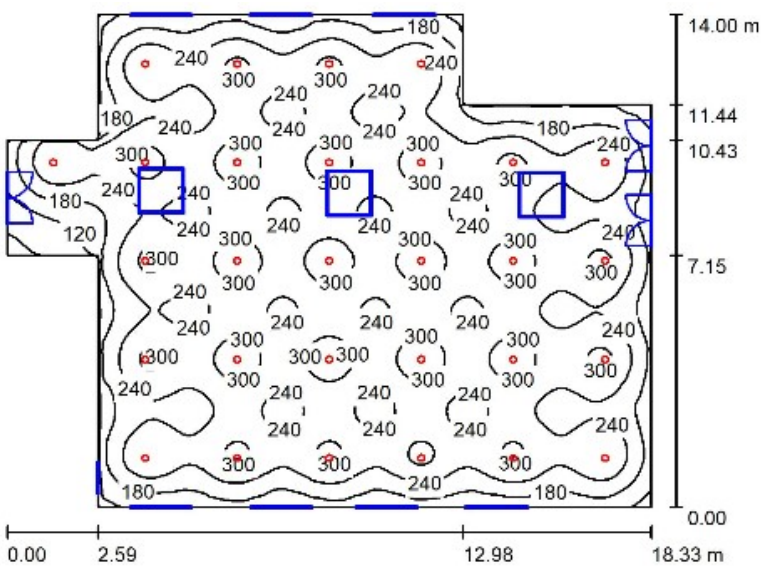
DT10 : Simulations sous Dialux.

Comparaison en courbes Isolux de quatre implantations en nombres différents du luminaire *Philips CoreLine Downlight* employédans la salle de jeux.

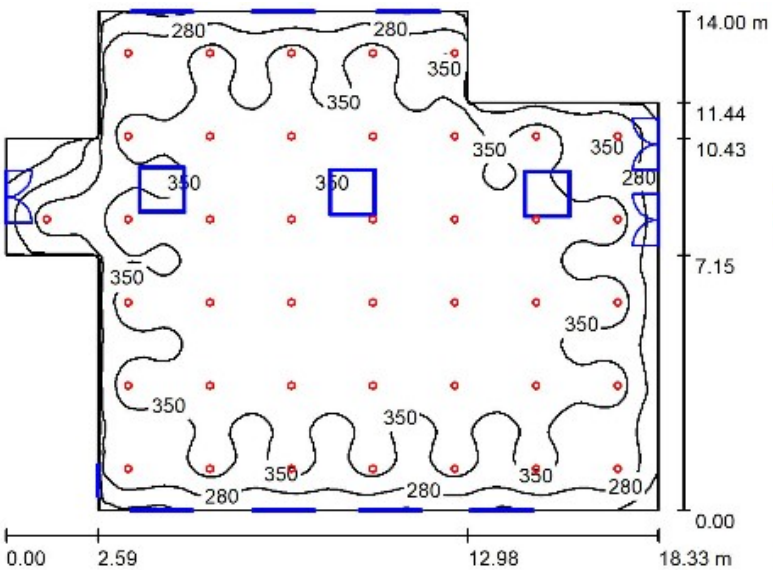
Implantation 1
(19 luminaires)



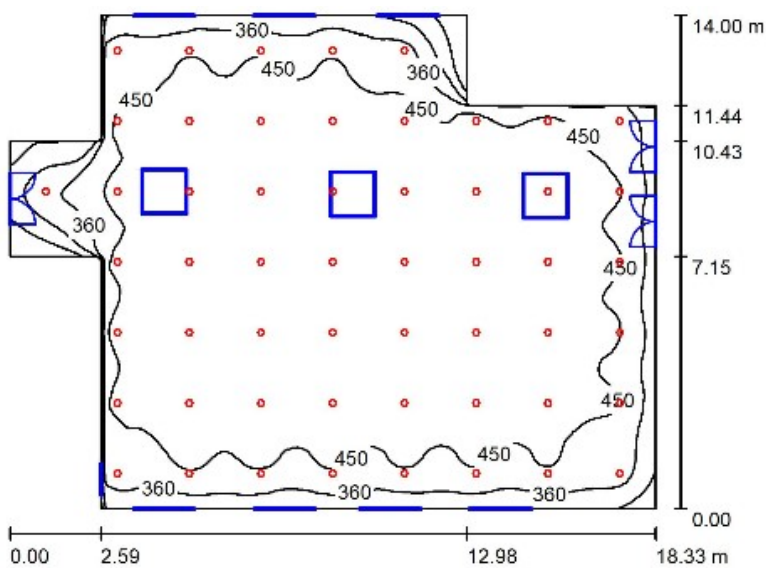
Implantation 2
(29 luminaires)



Implantation 3
(41 luminaires)



Implantation 4
(54 luminaires)



DOCUMENT RÉPONSES DR1 : Caractéristiques thermiques d'une salle de classe.

Composition de la paroi verticale existante :

Composants	Epaisseur (m)	Conductivité thermiqueλ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)
Béton plein armé	0,20	2,3
Polystyrène expansé	0,05	0,05

Composition de la paroi verticale rénovée :

Composants	Epaisseur (m)	Conductivité thermique λ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Résistance thermique composant ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
Ri			**0,13**
Béton plein armé	0,20	2,3	Q1.4…**0,09**……
Polystyrène expansé	0,05	0,05	Q1.4…**1,00**……
Panneau sandwich en mousse rigide	0,14	0,022	Q1.4…**6,36**……
Lame d'air faiblement ventilée*	0,02		
Vêture brique*	0,1		
Re			0,04
		R_{therm}paroi ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)	Q1.5 ……..**7,62**……

***** La lame d'air et le parement brique ne contribuent pas à l'isolation thermique par l'extérieur du fait de la non-étanchéité à l'air de l'ensemble.

Définition :

La résistance thermique globale d'une paroi est notée $\mathbf{R_{therm}}$ · [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$]

$$R_{therm} = R_i + \sum \frac{e_{matériau}}{\lambda_{matériau}} + R_e$$

Avec R_i = 0,13 $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ et R_e = 0,04$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$

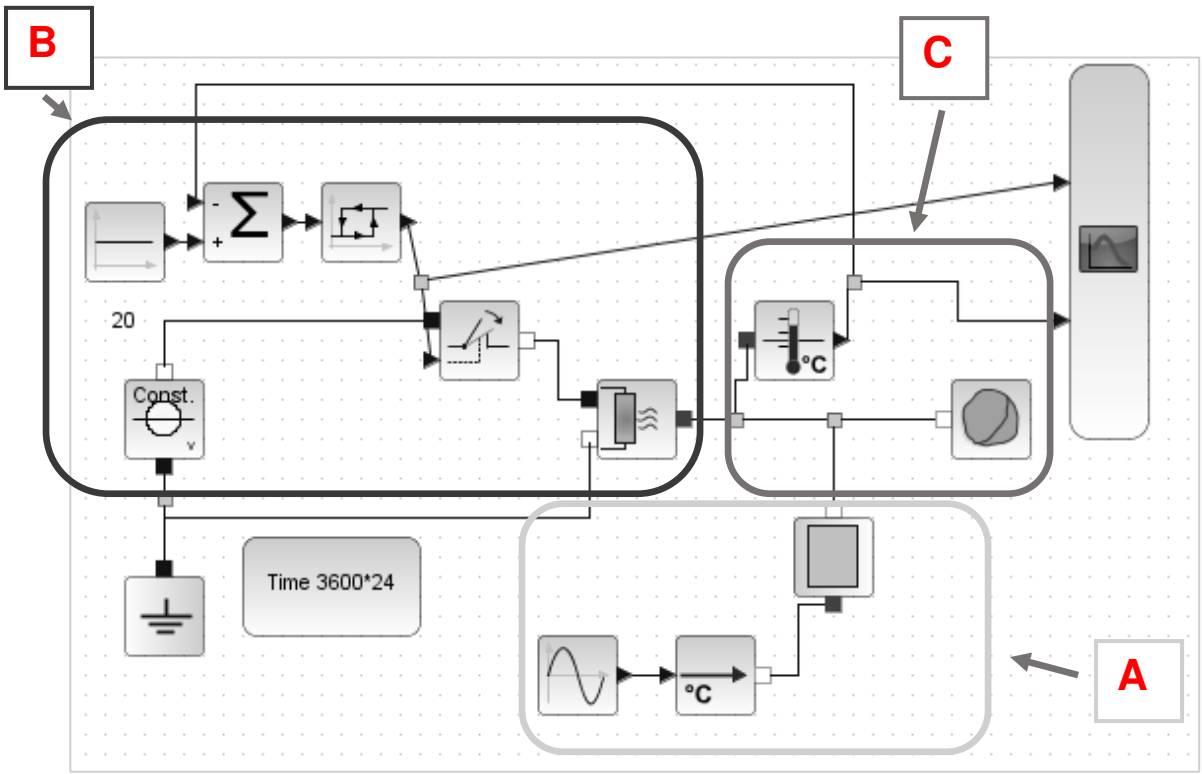
DOCUMENT RÉPONSES DR2

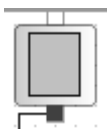
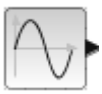
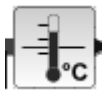
Question 1.6

A : déperditions de chaleur à travers la paroi (dépend de la conductivité thermique et de l'épaisseur des matériaux de la paroi) en fonction des variations de température extérieure.

B : modélisation du chauffage et de sa régulation : le chauffage se déclenche quand la température descend en-dessous de 17°C et s'arrête lorsque la température atteint 20°C.

C : volume de la pièce à chauffer (capacité thermique de l'air de la salle de classe) et mesure de la température intérieure.



Composants	Paramètres	Type de variable (interne ou externe)
	Conductivité thermique de la paroi	Q1.6…**interne**……
	Epaisseur de la paroi	Q1.6…**interne**……
	Variations de la température extérieure	Q1.6…**externe**……
	Variations de la température intérieure	Q1.6 …**externe**……

PARTIE SPECIFIQUE (8 points)

SYSTEME D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

CORRIGÉ

Gestion de l'éclairage de la salle de jeux avec un bus DALI



- **Présentation de l'étude et questionnement** ..... pages 25 à 27
- **Documents réponses** ..... pages 28

PARTIE A : comment acquérir l'information de luminosité pour piloter le système d'éclairage ?

Objectif : définir les éléments de la chaîne d'acquisition et de transmission des données.

Question A.1
DTS1
DRS1

À partir du document DTS1, **compléter** la chaîne d'information du DRS1 en précisant pour chaque bloc les constituants associés .

Voir DRS1

Question A.2
DTS2
DRS2

Compléter le tableau du DRS2, en indiquant à partir du diagramme de séquence du DTS2, les noms, désignations et types des 4 variables utilisées pour le traitement de l'information.

Exemple de type : booléen, entier, réel…

cf. DRS2

Question A.3

Calculer Ip pour 0 Lux et pour 10 000 Lux.

Pour 0 lux, Ip = 0/100 = 0

Pour 1000 lux, Ip = 10 00 / 100 = 10 µA

Déterminer la valeur de la résistance R_F (en Ω) pour qu'un éclairement de 0 à 1000 Lux induise une tension V_{out} de 0 à 5 volts en utilisant le schéma équivalent.

$$V_{OUT} = Ip * R_F => R_F = \frac{V_{OUT}}{I_p * 10^{-6}} = \frac{V_{OUT}}{\frac{Ex}{100} * 10^{-6}} = \frac{5}{10 * 10^{-6}} = 5.10^5$$

$$= 500\,000\ \Omega = 500\ k\Omega = 0{,}5\ M\Omega$$

Le condensateur C_F permet avec R_F de constituer un filtre passe-bas à une fréquence de coupure F_c = 15 Hz. **Justifier** la présence de ce filtre.

Pour ne pas prendre en compte les événements lumineux autres que la luminosité ambiante (Meilleur rapport signal / bruit).

Question A.4

En vous aidant des caractéristiques du CAN, **déterminer** le nombre de valeurs possibles en sortie pour le nombre (N).

CAN 10 bits (n = 10) donc il y a 2^{10} = 1024 échelons possibles

N =1024

Calculer la valeur du Quantum (q)

q = Pe / 2^n avec Pe = 5 Volts et n = 10, ce qui donne

q= 5 / 2^{10} = 0.0049 Volts

q = 4,9.10^{-3} Volts

Calculer le nombre (N) (en décimal et en binaire) en sortie de ce CAN pour une tension Ve de 100 mV.

N = Ue / q

Pour Ve = 100mv (100 lux)

$N = INT(100.10^{-3} / 4{,}9.10^{-3}) = 20{,}4081$

Convertir ce nombre N_{100} en binaire uniquement pour sa partie entière.

Partie entière de 20,4081

N = $(20)_{10}$ (en décimal)

N = $(0000010100)_2$ (en binaire sur 10 bits)

Question A.5

DTS3

Convertir cette valeur en décimal.

$(0010110100)_2 = (180)_{10}$

À partir de la courbe du document technique DTS3. **déterminer** le pourcentage d'éclairement associé.

A la lecture du graphique, le pourcentage est de 30% d'éclairement

Question A.6

DTS2

Conclure en justifiant le besoin de chaque constituant de la chaîne d'information (acquisition de l'information, conditionnement, conversion et transmission des données).

Le capteur de lumière a besoin d'une amplification pour fonctionner. Le convertisseur permet de régler avec précision l'intensité lumineuse. Le bus DALI permet de gérer individuellement et par zone les différents luminaires. Cela correspond parfaitement au besoin initial qui est de diviser en deux parties égales la zones à éclairer.

PARTIE B : comment piloter le système à distance ?

Question B.1

DTS4

À partir du DTS4, **énumérer** les connexions réseaux possibles de la carte Raspberry Pi.

Ethernet, Bluetooth BLE et WIFI

Question B.2

DTS5

À partir du DTS5, **donner** le nombre de réseaux possibles puis **préciser** le nombre d'hôtes par réseau.

Réseau de classe B : 16384 réseaux possible.

Donner le nombre d'hôtes par réseau.

Réseau de classe B : 65534 hôtes par réseau.

Question B.3

DTS4

DTS6

Donner la plage des adresses IP disponibles pour les ordinateurs et les équipements pour ce réseau.

L'adresse du réseau est 178.16.0.0, les hôtes pourront prendre les adresses 172.16.0.1 à 172.16.255.254

À partir des DTS4 et DTS6, **donner** l'adresse IP de la carte Raspberry Pi 3 de la passerelle DALI.
L'adresse mac de la carte ethernet est : 28:47:E6:D5:62:44

D'après la table du serveur DHCP la raspberry pi est à l'adresse 172.16.48.41

Donner la particularité de cette adresse.

C'est une adresse statique, l'IP ne change jamais.

Question B.4
DTS7

Quelle est la méthode utilisée dans le code html du document technique DTS7.

La méthode GET est utilisée

Question B.5
DTS7

DTS8

A partir des documents techniques DTS7 et DTS8, **expliquer** la technique pour envoyer les données au serveur.

Les données sont passées dans l'URL avec la méthode GET

Donner le nom de la page qui sera appelée lors de l'appui sur le bouton Valider.

La page appelée par le formulaire est : save_seuil.php

Ecrire l'URL qui sera générée lors de l'appui Valider. (le nom de domaine du site est : www.serverdali.fr)

www.serverdali.fr?Z1=250&Z2=300&btn=Valider

Ecrire l'URL qui sera générée lors de l'appui Annuler

www.serverdali.fr?Z1=250&Z2=300&btn=Annuler

Question B.6

Conclure sur les solutions retenues pour rendre le système pilotable à distance.

DOCUMENT REPONSE DRS1

Question A.1 – Chaîne d'information



DOCUMENT REPONSES DRS2

Nom de la variable	Désignation	Type de variable (booléen, entier, réel, etc.)
E	Etat du bouton variateur	Booléen
V	Intensité lumineuse désirée	Entier
P	Présence	Booléen
L	Intensité lumineuse ambiante	Entier

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.