

Session 2007

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
DOMOTIQUE

U4 : ÉTUDE ET CONCEPTION DES SYSTÈMES

Durée : 8 heures

Coefficient : 5

**La calculatrice (conforme à la circulaire N°99-186 du 16-11-99) est autorisée.
Aucun document autorisé.**

Tous les documents réponse sont à rendre avec la copie (même ceux non utilisés)

Description sommaire du sujet :

Chemise général	Page 1	Blanc
Dossier 1 : descriptif et travail demandé Barème en page 3	Pages 2 et 12	Blanc
Dossier 2 : documents réponses	Pages 13 à 24	Jaune
Dossier 3 : annexes	Pages 25 à 53	Vert

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 1/53

DOSSIER N°1 (pages 3 à 12)

Le descriptif

Le travail demandé :

Les différentes parties :	<i>Faire 3 Copies</i>
1 – Réglementation thermique	<i>Copie thermique</i>
2 – Chaufferie pour la cuisine et les bâtiments A et B	
3 – Eau chaude sanitaire du bâtiment C	
4 – Climatisation des bureaux du bâtiment A	
5.1 – Halle des sports : projet d'éclairage	<i>Copie éclairage</i>
5.2 – Halle des sports : distribution électrique	<i>Copie électrique</i>
6 – Gestion optimisée de l'éclairage par bus EIB	
7 – Questions électroniques EIB	

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 2/53

PRÉSENTATION

DÉFINITION DU PROJET DE CONSTRUCTION

Ce projet concerne la construction d'un collège destiné à accueillir 400 élèves, avec la possibilité de réaliser ultérieurement une extension pour agrandir sa capacité à 600 élèves.

L'étude de ce bâtiment a été réalisée suivant les prescriptions de la RT 2000 applicables à la date de dépôt du permis de construire.

Il est composé de plusieurs bâtiments répartis comme suit :

Bâtiment A : bâtiment recevant la zone sociale, le réfectoire et les locaux des agents de service et l'administration

Bâtiment B : bâtiment recevant les classes

Bâtiment C : bâtiment recevant l'éducation sportive et la salle de sport

Bâtiment D : le plateau sportif et EPS

Bâtiment E : les logements de fonction

Des extraits du CCTP sont fournis en annexe pour les lots étudiés dans le sujet : thermique, éclairage et électricité, ainsi que l'ensemble des documents et notices techniques nécessaires.

Remarque : Les études des différents lots sont à rendre sur 3 copies différentes : thermique (parties 1 à 4), éclairage (partie 5.1) et électricité (parties 5.2 à 7)

Barème :

Partie 1 : Réglementation thermique :	12 points
Partie 2 : Chauffage pour la cuisine et les bâtiments A et B :	18 points
Partie 3 : Eau chaude sanitaire du bâtiment C :	06 points
Partie 4 : Climatisation des bureaux du bâtiment A :	08 points
Partie 5 : Halle des sports :	26 points
Partie 6 : Gestion optimisée de l'éclairage par bus EIB :	17 points
Partie 7 : Questions électroniques EIB :	13 points

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 3/53

1. Réglementation thermique : étude de l'enveloppe du bâtiment B (salles de classe)

L'annexe LOT n° 07 – Cloison et doublage – définit l'isolation thermique mise en œuvre sur ce projet. Ce bâtiment doit être conforme à la réglementation thermique RT 2000 : voir extraits nécessaires en annexes 2 et 3.

1.1. Vérification des exigences minimales ou garde-fou (annexes 1 et 3) :

1.1.1. Les solutions d'isolation choisies satisfont-elles les exigences de la réglementation thermique RT 2000 pour les parois suivantes :

- pour les planchers bas ?
- pour les planchers hauts ?
- pour les vitrages ?

1.1.2. Calcul et choix du doublage des murs extérieurs en béton banché

Le doublage thermique des murs de façades sera réalisé par un complexe isolant en panneaux rigides polystyrène + plaque de plâtre type placomur th38.

Déterminer le doublage à mettre en place dans les murs extérieurs en béton banché pour respecter la condition $U_{\text{mur}} < 0.47 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rappel : $\lambda_{\text{béton}} = 1.75 \text{ mK/W}$

1.2. Calcul de $U_{\text{bât-réf}}$ et de la charge thermique pour les conditions de base (annexes 2 et 3)

Le coefficient $U_{\text{bât}}$ du bâtiment B est de $0.935 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Données climatiques : voir annexe 5 du LOT n° 11 – Chauffage.

Le renouvellement d'air est réalisé par un système de ventilation mécanique simple flux avec un débit de $15 \text{ m}^3/\text{h}$ par élève pour un taux d'occupation moyen de 90% (calcul à faire pour l'état actuel d'occupation de 400 élèves).

1.2.1. Calculer le coefficient $U_{\text{bât-réf}}$ en utilisant le tableau du document réponse 1.

1.2.2. À partir de la valeur de $U_{\text{bât}}$, calculer les déperditions thermiques totales dues aux déperditions par conduction (par les parois et les ponts thermiques) D_P (W).

1.2.3. Calculer les déperditions thermiques totales dues au renouvellement d'air D_R en (W).

1.2.4. Indiquer et décrire succinctement une solution technique permettant de réduire D_R .

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 4/53

2. Chaufferie pour la cuisine et les bâtiments A et B (et extension à venir)

Les annexes 6 et 7 du LOT 11 – Schéma de la chaufferie, chauffage et installation de chauffage – définissent les conditions de mise en œuvre des chaudières, de la régulation de la cascade des 2 chaudières et des circuits de chauffage.

2.1. Cascade de chaudière

- 2.1.1. Quel(s) intérêt(s) présente le choix de deux chaudières de 230 kW au lieu d'une seule chaudière de 460 kW en chaufferie ?
- 2.1.2. Compléter sur le schéma de la chaufferie (document réponse 2) la mise en cascade des deux chaudières en y plaçant :
 - les composants nécessaires en suivant les consignes d'installation du constructeur,
 - les composants de régulation.
- 2.1.3. Faire l'inventaire des points de régulation en précisant leur type (entrée/sortie, digitale/analogique) et leur nombre dans le tableau du document réponse 2.
- 2.1.4. Calculer le débit d'eau minimal de recyclage pour chaque chaudière, et choisir le circulateur adapté dans la gamme proposée pour une perte de charge dans le circuit de 42 kPa. (annexe 7 – caractéristiques circulateurs).

2.2. Régulation d'un circuit de chauffage du bâtiment B : sur le document réponse 3

- 2.2.1. Relier les composants nécessaires (opérateurs de régulation PI et de loi de correspondance) pour assurer une régulation de la température de départ dans le circuit en fonction de la température extérieure.
- 2.2.2. Donner pour une vanne 3 voies dans le cas général, le critère permettant d'assurer un fonctionnement satisfaisant de la régulation de la température de départ d'un circuit de chauffage.
- 2.2.3. Loi de correspondance : tracer la loi de correspondance de la température de départ en fonction de la température extérieure (pour la température de base extérieure on fixe une température de départ de 70°C).
- 2.2.4. Calculer la température d'eau de départ pour une température extérieure de 5 °C.
- 2.2.5. La commande de la vanne 3 voies est assurée par une régulation proportionnelle (terme intégral nul) avec une bande proportionnelle de 10°C et un offset (décalage) nul : tracer la loi de commande statique de la vanne pour une consigne de départ de 65°C.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 5/53

3. Eau chaude sanitaire du bâtiment C : salle de sport

La salle de sport et le plateau sportif sont équipés de 8 douches.

La production d'eau chaude est assurée par un préparateur indépendant du système de chauffage, le rendement de production est de 85%.

On vous demande l'estimation des besoins en ECS et la détermination de critères de production.

Données de la RT 2000

Besoins unitaires « a » d'ECS à 40 °C selon la RT 2000

- logements a = 12,2 l/(m² habitable.semaine)
- hôtels a = 665 à 1570 litres/(chambre.semaine)
- établissement sanitaire a = 120 à 1050 l/(lit.semaine)
- établissement sportif a = 1200 l/(douche.semaine)

Tableau des températures θ_{cw} (°C) de l'eau froide sur l'année :

Zone H2

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
θ_{cw} (°C)	7,2	7,2	8,5	10,7	13,3	15,5	16,8	16,8	15,5	13,3	10,7	8,5

Questions :

- 3.1. Calculer le besoin hebdomadaire et journalier moyen en eau mitigée à 40°C suivant la RT 2000.
- 3.2. On prépare l'eau à 65°C dans un ballon de stockage à l'aide d'un échangeur, calculer la quantité d'eau journalière à accumuler pour répondre au besoin d'eau à 40°C dans le cas le plus défavorable.
- 3.3. Calculer la puissance P à installer pour obtenir le réchauffage complet du ballon en 2 heures et en toute saison.
- 3.4. Calculer en kWh la quantité d'énergie consommée pour une année scolaire sur une base de 35 semaines de cours (prendre une température d'eau froide égale à la moyenne de température de l'année sans les mois de juillet et août).

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 6/53

4. Climatisation des bureaux du bâtiment A

Une climatisation des locaux administratifs est envisagée avec un système à eau froide et unité terminale de type ventilo-convecteurs modèle 42N (annexe 8 – ventilo-convecteurs) sans résistance électrique.

Questions :

4.1. Faire le choix du modèle d'unité intérieure le mieux adapté pour le bureau d'accueil dont les charges thermiques sont de :

- En hiver : 2.55 kW
- En été (charge sensible) : 2.35 kW

4.2. Dans le secrétariat, on utilise le modèle 43 dans les conditions définies par le tableau des caractéristiques des ventilo-convecteurs :

4.2.1. En hiver, calculer la température de soufflage du ventilo-convecteur :

- Montage 2 tubes et eau à 50°C,
- Débit d'air à grande vitesse, volume spécifique de l'air 0,84 m³/kg_{as},
- Température intérieure 20°C avec taux d'humidité intérieur moyen de 40%.

Tracer sur le diagramme de l'air humide – document réponse 4 – l'évolution des caractéristiques de l'air dans le ventilo-convecteur : entrée point A et sortie point B.

4.2.2. En été, calculer la température de soufflage du ventilo-convecteur et l'enthalpie massique de l'air soufflé :

- Débit d'air à grande vitesse, volume spécifique de l'air 0,86 m³/kg_{as},
- Température intérieure sèche 27°C / température humide 19°C.

Tracer sur le diagramme de l'air humide – document réponse 4 – l'évolution des caractéristiques de l'air dans le ventilo-convecteur : entrée point C et sortie point D.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 7/53

5. HALLE DES SPORTS

5.1 PROJET D'ÉCLAIRAGE

Extraits du CCTP : l'éclairage de la halle des sports (40 x 20 m) sera de 500 lux.

La répartition se fera par au moins 24 appareils avec grille de protection répartis sur 4 rangées avec une hauteur de feu de 7 m. La source lumineuse se fera par une lampe à décharge à vapeur de mercure (ballon fluorescent) ou autre de 400W.

Ces lampes doivent avoir une efficacité lumineuse de 40 à 60 lm/W.

Il s'agit de comparer des luminaires proposés par trois fabricants d'éclairage : *Thorn ; Claude et Gewiss* puis de retenir la meilleure solution.

Questions :

- 5.1.1. À partir des documents catalogue : ThornAnnexe 9 Thorn
 ClaudeAnnexe 10 Claude
 GewissAnnexe 11 Gewiss

et du tableau des prix des luminaires, donné en annexe « calculs projet d'éclairage n°4 », complétez le tableau comparatif : document réponse 5.

- 5.1.2. En analysant les données précédentes, à nombre égal de lampes, peut-on déjà choisir la lampe ? Justifiez.

- 5.1.3. Le calcul et l'implantation se feront à partir des luminaires *Thorn et Claude*.
(Voir annexes 12, 13, 14, 15 Calculs de projet d'éclairage n° 1 à 4)
On considèrera un facteur de réflexion moyen soit 7.5.3. , un rapport de suspension $J=0$ et un facteur de dépréciation de $d = 2$.

Sur les documents réponses : 5 et 5 Bis

Calculez : L'indice du local K,
Le flux lumineux total,
Le nombre de luminaires,
Réalisez l'implantation cotée.

Conclure sur le choix des lampes.

- 5.1.4. Le confort visuel est assuré si cinq critères sont respectés. Citez au moins trois de ces critères sur le document réponse 5 Bis.

- 5.1.5. Pour les luminaires **Claude**, déterminer par un calcul l'éclairage au centre du terrain lorsque les lampes des deux rangées centrales éclairent, sur le document réponse 5 Bis. (voir Annexe 14)

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 8/53

5.2 DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE HALLE DES SPORTS

Le CCTP précise que les commandes des circuits d'éclairage de la halle seront situées en façade de l'armoire divisionnaire ADH. (sur schéma simplifié B6 en Annexe 16 schéma de distribution halle des sports).

Les circuits 1 et 2 (rangées centrales) seront commandés par des boutons rotatifs à clé (deux positions). Les circuits 3 et 4 (rangées extérieures) seront commandés par des boutons rotatifs simples 2 positions. Chaque circuit monophasé 230V doit être prévu pour au maximum 8 lampes à décharge mixtes de 400W chacune.

Questions :

- 5.2.1. Choisir le calibre du contacteur pour chaque circuit d'éclairage à partir du document constructeur. Annexe 17 Doc Hager E73
- 5.2.2. Déterminez toutes les caractéristiques du disjoncteur de protection associé d'éclairage à partir du document constructeur: Annexe 18 Doc Hager E72
- 5.2.3. D'après la norme la chute de tension maximale à partir du point de distribution et le récepteur d'éclairage ne doit pas dépasser 3%.

La lampe L7 la plus éloignée du tableau de distribution (ADH) jeu de barres B6 sur le schéma de distribution est à 40 m, absorbe un courant de 3 A, de facteur de puissance = 0.8 par un câble 3G2.5 mm² en cuivre.

Déterminez la chute de tension dans cette ligne : dU en % Annexe 19 Doc Hager 2.15

Vérifiez si la condition de chute de tension maximum est bien vérifiée en calculant la chute de tension totale : dU totale (voir données sur le schéma général de distribution en Annexe 16)

- 5.2.4. La prise de terre doit être au maximum égale à 37 ohms.

Déterminez la valeur maximale $I_{\Delta n}$ de sa sensibilité différentielle.
La tension limite de sécurité est fixée à 50V.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 9/53

6. GESTION OPTIMISÉE DE L'ÉCLAIRAGE PAR BUS EIB

Cette partie concerne :

- la salle de classe LV2
- le couloir adjacent

Annexe 20 : Plan LV2 & C2

Le CCTP précise les fonctionnements suivants :

Pour la salle de classe LV2 : trois circuits commandés seront attribués comme suit :

- deux ensembles bouton poussoir/ télérupteur pour l'éclairage d'ambiance L2 de la salle côté couloir (BP2 et BP3) et côté fenêtre L1 (BP). Le contact d'un interrupteur crépusculaire IC commande l'extinction des luminaires côté fenêtre dès que le seuil de luminosité est assez important.
- un bouton poussoir /télérupteur pour l'éclairage du tableau (BP4).
- une commande centralisée située à la conciergerie permettra l'extinction de l'éclairage de la salle LV2 : BP 5.

Pour le couloir : Pendant la période d'occupation de 7h à 19 h, l'éclairage fonctionnera en Marche/arrêt. En dehors de cette période le fonctionnement se fera en minuterie d'une durée 4mn (cinq BP de 10 à 14).

Données lumineuses :

Salle LV 2 : 2 circuits 6 x (4x18 W) : plafonniers encastrés (circuits L1 et L2)
Tableau 2 x 36 W : (L3). Ballast électronique Performer FP de 0,96.
Couloir : 8 Spots (2 x 18 W) : (L4). Ballast électronique HFP Facteur de Puissance :0,96.

Matériels Tébés (communicants bus EIB) utilisés pour cette partie :

- Composants de base : alimentation, coupleur de zone, coupleur de ligne, synchroniseur, BCU à encastrer.
- 1 Module 2 sorties modulaires TB 002 ; logiciel d'application 2 sorties avec logique TB 301
- 1 Module 2 sorties modulaires TB 002 ; logiciel d'application 2 sorties conditionnelles TB 303
- 2 modules 4 entrées modulaires TB 001 ; logiciel d'application TB 300
- 1 programmeur hebdomadaire 2 voies TF 002 logiciel d'application TB 309

Matériel non communicant bus EIB non représenté :

Module interrupteur crépusculaire plus cellule avec un contact IC (NO) utilisé.
Boutons poussoirs classiques.

Caractéristiques constructeur des modules 2 sorties TB 002 6A :

$U_{max} = 240 \text{ V}$ alternatif
 $I_{max} = 6 \text{ A}$ Catégorie d'emploi : AC1
 $f = 50/60 \text{ Hz}$

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 10/53

QUESTIONS :

6.1. Sur feuille de copie vérifiez par un calcul des puissances et intensités que les modules de sortie conviennent.

6.2. Sur le document réponse 6.2 partie EIB 2 :

6.2.1. Donnez une répartition des circuits pour les différentes entrées et sorties L1, L2, L3, L4.

6.2.2. Effectuez l'adressage physique de chaque module sur la même ligne.
(coupleur de ligne adresse 1.2.0)

6.2.3. Réalisez l'adressage de groupe entre capteurs et actionneurs.
(voir annexes 21, 22, 23, 24)

6.2.4. Complétez le document réponse 6.2. EIB2 en traçant les liaisons de communications entre les capteurs et les actionneurs, sans indicateurs d'état selon l'exemple donné.

6.3. Sur le document réponse 6 - EIB 1

6.3.1 Précisez à partir du document paramètres constructeur (données par défaut) du logiciel d'application TB 300 des entrées, les valeurs des paramètres à donner à l'entrée E1 pour BP1 ; E3 pour BP5. (voir annexe 21 Document paramètres TB 300).

6.3.2 À partir du logiciel d'application 2 sorties conditionnelles TB303, donnez les valeurs des paramètres pour la commande de la sortie S1 : commande des spots du couloir (voir annexes 23, 24 document paramètres TB 303 et document Objets de communication TB 303).

Paramètres : Base de temps
 Multiplicateur
 Temporisation

6.3.3. Complétez le chronogramme de fonctionnement des spots du couloir sur le document réponse 6bis EIB1 Bis.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 11/53

7. Questions Électronique EIB

Nota bene : les annexes relatives à ces questions sont les annexes 25 à 28.

Afin de vérifier la bonne transmission des télégrammes EIB sur le bus, on branche un oscilloscope sur la ligne Rx de la prise RS232 (Ref. TH002 + BCU Ref. TA004).

Après un temps de repos, on relève le télégramme présenté sur le document réponse 7a.

Questions :

7.1 À partir du télégramme reçu sur la ligne Rx, donner la valeur des champs du télégramme. Compléter le document réponse 7a.

Donner (sur le document réponse 7a) la signification du télégramme présenté en précisant :

- le niveau de priorité,
- l'adresse source,
- l'adresse destinataire et son type,
- la valeur du compteur de routage,
- la longueur du champ de données,
- le type et la valeur de la donnée.

Remarque : lors de la transmission du caractère le LSB est transmis en premier.

7.2 : Étude de l'octet de sécurité du télégramme.

7.2.1 Calculer l'octet de sécurité du télégramme proposé sur le document réponse 7b.

Le télégramme correspond aux caractéristiques suivantes :

Niveau de priorité basse, émission normale, émis par le participant d'adresse 1.1.1 au groupe 3/7, le compteur de routage = 5, avec 2 octets de données, donnant l'ordre d'arrêt.

Compléter le document réponse 7b.

7.2.2 Tracer le chronogramme de cet octet de sécurité qui sera reçu au niveau de la liaison RS232.

Compléter le document réponse 7b.

7.3 Compléter sur le document réponse 7b, les zones grisées de la partie du réseau, lorsque l'émetteur a l'adresse 3.2.5 et le destinataire a l'adresse 1.2.30.

BTS DOMOTIQUE	SUJET	Session 2007
Épreuve U4 Étude et Conception des Systèmes	Durée : 8 heures	Coefficient : 5
CODE : 7DOECS1		Page 12/53