

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2021  
ÉPREUVE E4.2

### Optimisation chauffage et éclairage



## PRÉSENTATION – QUESTIONNEMENT

Les quatre parties de l'épreuve sont indépendantes.

1.	Présentation générale	2
2.	Enjeux – Objectifs	4
	PARTIE A - Étude économique pour l'installation de 2 variateurs de vitesse.	5
	PARTIE B - Remplacement des démarreurs des pompes de circulation.	7
	PARTIE C - Relamping du bâtiment A	9
	PARTIE D - Pilotage de l'éclairage du bâtiment A	10

## 1. Présentation générale

Avec environ 600 salariés, l'usine MBK de Saint Quentin dans l'Aisne (02) est le premier site européen de production des deux roues du groupe Yamaha, la première de deux-roues motorisés en France et la troisième en Europe derrière BMW et KTM.

La production de MBK Industrie est variée. Elle englobe non seulement la fabrication des scooters 50 cm<sup>3</sup>, 125 cm<sup>3</sup>, 250 cm<sup>3</sup> et 400 cm<sup>3</sup> sous les marques MBK et YAMAHA mais également des motos.



figure 1 : motos fabriquées en 2019

L'usine peut produire près de 200 unités de chaque modèle chaque jour. Les robots occupent une large part dans la production avec 80 % d'automatisation, mais les ouvriers les alimentent et effectuent manuellement les soudures difficiles d'accès et les tâches les plus minutieuses.

L'usine MBK Industrie de Saint Quentin occupe une surface foncière de 340 000 m<sup>2</sup> avec trois bâtiments à étages repérés A, B, C et couvrant au total 114 600 m<sup>2</sup>.

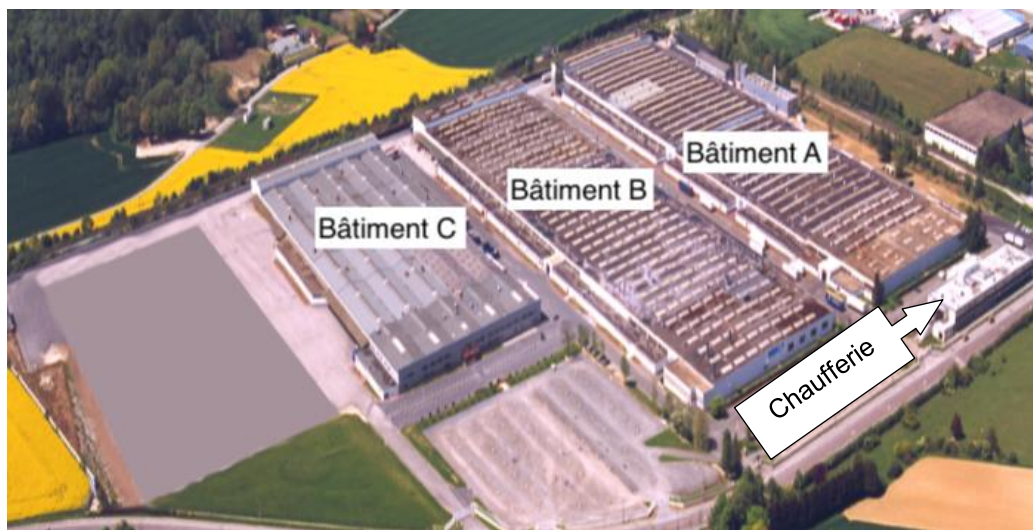


figure 2 : MBK Saint Quentin - Repérage des bâtiments

Bâtiment A : surface 40 000 m<sup>2</sup>. Réalisation des cadres, pots d'échappement, guidons, réservoirs et béquilles.

Bâtiment B : surface 40 000 m<sup>2</sup>. L'ensemble des pièces y sont peintes.

Bâtiment C : surface 30 000 m<sup>2</sup>. Assure le stockage des produits finis.

L'entreprise MBK Saint Quentin doit rester compétitive pour continuer d'exister. Cette compétitivité passe par la qualité, la maîtrise des coûts et l'innovation.

Comment ?

- *En diminuant la facture énergétique liée au chauffage, à l'éclairage et en diminuant les coûts de la maintenance.*
- *En améliorant le confort des salariés sur leur poste de travail.*

La chaufferie comporte deux chaudières qui produisent l'eau surchauffée nécessaire au chauffage du site. Trois pompes assurent la circulation de cette eau vers les 60 aérothermes présents dans chaque bâtiment.

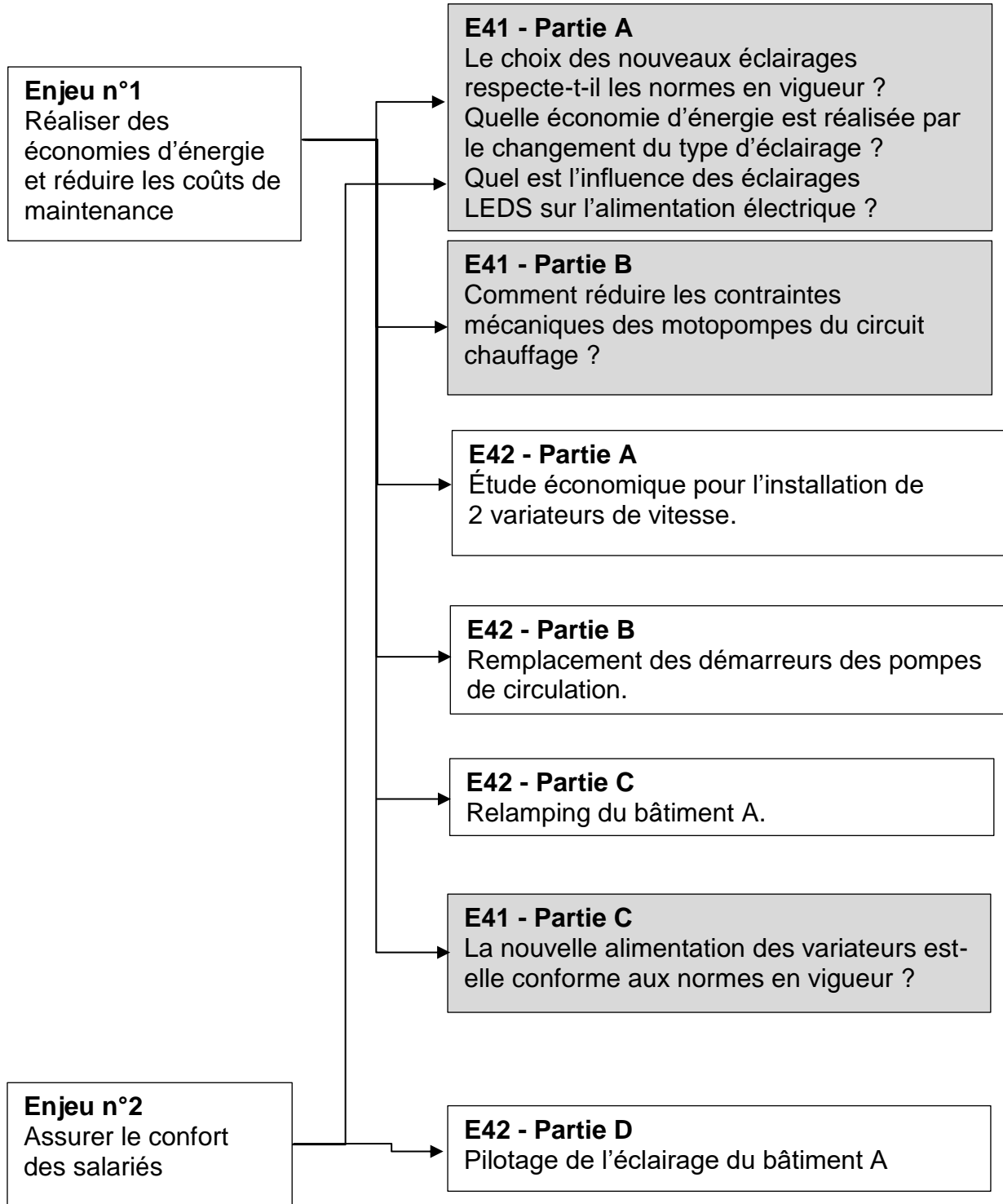
Actuellement, chaque motopompe démarre en étoile – triangle ce qui occasionne des coûts de maintenance élevés.

L'éclairage du bâtiment A est jugé trop énergivore par l'entreprise. Elle a donc décidé de changer le type et la gestion de cet éclairage.

En agissant à la fois sur la gestion des motopompes de circulation et l'éclairage du bâtiment A, l'entreprise MBK pourra ainsi réaliser des économies tout en assurant le confort de ses salariés.

## 2. Enjeux - Objectifs

En relation avec ces enjeux, le sujet traite des solutions mises en œuvre pour économiser l'énergie et améliorer la qualité au travail. L'étude porte exclusivement sur le bâtiment A



**Le barème de notation des parties A, B, C, D représente respectivement 20%,30%,20%,30% de la note finale.**

## PARTIE A - Étude économique pour l'installation de 2 variateurs de vitesse.

### Contexte




La chaufferie comprend 3 pompes de circulation « eau surchauffée ». Elles permettent d'envoyer cette « eau surchauffée » vers 60 aérothermes implantés dans les bâtiments repérés A-B-C.

Afin de réaliser des économies d'énergie, il est envisagé de remplacer les démarreurs étoile-triangle existant pour 2 des 3 pompes de circulation par des variateurs de vitesse.

L'objet de l'étude est de réaliser l'étude économique relative à cette modification en prenant en compte les certificats d'économie d'énergie CEE, voir DRES1.

Données :

- le coût du kWh est de 5 c€ ;
- le coût d'un variateur est de 6 100 € Hors Taxe (HT) ;
- le coût du dispositif de protection d'un variateur est de 373 € HT ;
- le temps total d'installation des deux variateurs est estimé à 15 h ;
- le taux horaire du technicien qui réalisera l'installation des variateurs est de 50€ HT ;
- MBK possède un compte client chez le distributeur ce qui lui permet de bénéficier d'une remise de 25% uniquement sur le prix d'achat HT du variateur ;
- les moteurs des pompes ont été achetés en juin 2012, le document DTEC2 présente leurs caractéristiques ;
- le document DTEC3 présente une note de calcul réalisée qui permet d'estimer l'économie d'énergie envisageable pour une pompe de circulation ;
- concernant le calcul du montant des CEE, le chauffage est à considérer comme « autres applications » ;
- le prix de vente du MWh CUMAC retenue pour l'étude est de 7,5 €.

-  Dossier technique : DTEC1, DTEC 2
-  Dossier ressources : DRES 1, DRES 2
-  Dossier réponses : DREP 1

### Valorisation des certificats d'économie d'énergie

A1. **Calculer** le montant des certificats en kWh CUMAC envisageable par MBK pour l'installation de deux variateurs.

A2. **Justifier** le prix de vente retenu pour le MWh CUMAC. **Calculer** le montant en € de la vente par MBK des CEE correspondant à l'installation des deux variateurs.

A3. **Calculer** le coût global de l'installation des 2 variateurs pour MBK en tenant compte de la vente des CEE.

A4. **Préciser** les économies d'énergie réalisées par an en kWh puis en € grâce à l'installation d'un variateur de vitesse.

## Retour sur investissement

*Pour la suite de l'étude, on considère que le montant de la vente des CEE par MBK s'élèverait à 3 052 € HT.*

A5. **Calculer** le temps de retour sur investissement (TRSI) correspondant à l'installation des deux variateurs.

A6. **Compléter** le document DREP 1 afin d'établir le document qui permettrait d'obtenir les CEE.

A7. **Rédiger** un texte court afin de justifier l'investissement à consentir.

## **PARTIE B - Remplacement des démarreurs des pompes de circulation.**

### **Contexte**

La chaufferie comprend 3 pompes de circulation « eau surchauffée ». Elles permettent d'envoyer cette « eau surchauffée » vers 60 aérothermes implantés dans les bâtiments repérés A-B-C.

L'objet de l'étude est le remplacement de leur démarreur étoile-triangle :

- par des variateurs de vitesse pour les moteurs des pompes 1 et 2 ;
- par un démarreur progressif pour le moteur de la pompe 3.

Il s'agira de choisir les références des variateurs et du démarreur ainsi que celles des constituants à leur associer. Des schémas partiels de ces trois départs seront également à réaliser.

Données :

#### **Moteurs des pompes 1 à 3 :**

- réseau 3 x 400V 50Hz ;
- le démarrage du moteur s'effectue à froid. Il est d'une durée de 10s à 3 fois le courant nominal moteur. Une fois le démarrage effectué le moteur est à son point de fonctionnement nominal pendant suffisamment longtemps pour atteindre son équilibre thermique ;
- le départ moteur est choisi en coordination de type 2 afin de le remettre en service rapidement en cas de court-circuit.

#### **Démarreur progressif du moteur pompe 3 :**




- la protection du circuit de puissance du démarreur progressif est assurée par un disjoncteur sectionneur repéré 18Q1. Le démarreur est alimenté dès que ce disjoncteur sectionneur sera fermé. Un disjoncteur 18Q2 protège le circuit de commande du démarreur ;
- les ordres de marche et d'arrêt sont pilotés par 3 contacts NO repérés KA1, KA2 et KA3. Le fonctionnement est le suivant :
  - l'ordre de marche est envoyé au démarreur lorsque les 3 contacts sont au travail ;
  - l'ordre d'arrêt est envoyé au démarreur dans tous les autres cas de figure.

#### **Variateur de vitesse du moteur pompe 2 :**

- le choix de la référence variateur s'effectue selon un cycle de type « Normal Duty » (ND) ;
- le variateur assure la protection contre les surcharges du départ moteur ;
- la fréquence moteur varie dans l'intervalle [30 Hz ; 45 Hz].

### Informations complémentaires

Les contacts KA1, KA2 et KA3 sont relatifs à 3 relais auxiliaires commandés par 3 sorties de l'automate qui pilote l'ensemble du dispositif de circulation « eau surchauffée ».

-  Dossier technique : DTEC 2
-  Dossier ressources : DRES 3 et DRES 4
-  Dossier réponses : DREP 2 et DREP 3

### Démarrateur progressif du moteur pompe 3

- B1. **Montrer** que le choix du démarreur doit s'effectuer selon une application de type standard.
- B2. **Choisir** la référence du démarreur et des constituants à lui associer.
- B3. **Compléter** le document réponse DREP 2 en plaçant les liaisons électriques et les constituants nécessaires au bon fonctionnement du démarreur électronique de la pompe 3.

### Variateur de vitesse du moteur pompe 2

- B4. **Choisir** la référence du variateur de vitesse et des constituants à lui associer.
- B5. **Compléter** le document réponse DREP 3 en indiquant dans la colonne « Réglage client » les valeurs des paramètres à modifier (valeurs différentes du réglage usine).



## PARTIE C - Relamping du bâtiment A.

### Contexte

Dans un souci d'économie d'énergie, l'entreprise MBK a décidé de changer la technologie des lampes de ses luminaires dans le bâtiment A. Elle passe d'une technologie iodure métallique à une technologie LED.

L'étude porte sur la zone 2 du bâtiment, il s'agit de choisir les luminaires à LED et le dispositif de protection placé en tête du circuit d'éclairage.


Données :

#### Installation existante :

- la zone 2 est éclairée par 18 luminaires à iodure métallique monophasés 230 V-400 W qui sont alimentés entre phases et neutre par un réseau 400 V triphasé (neutre distribué) ;
- chaque phase alimente 6 luminaires afin d'équilibrer les courants délivrés par le réseau ;
- un seul disjoncteur tétrapolaire 40 A courbe C de type DT40 protège les 18 luminaires ;
- lors de la mise sous tension les 18 luminaires sont alimentés simultanément.

#### Nouvel éclairage à LED :

- une étude préliminaire a permis d'établir qu'il était nécessaire d'installer 21 luminaires LEDs de 15000 lumen au minimum, avec faisceau large, et une température de couleur de 4000K ;
- les 21 luminaires LEDs de la zone 2 seront répartis entre les 3 phases et seront mis sous tension simultanément.

 Dossier ressources : **DRES 5 et DRES 6**

C1. **Choisir** la référence des luminaires à LED à commander pour remplacer les luminaires à iodure métallique.

C2. **Expliquer** l'intérêt d'employer des contacteurs de technologie iTL+ ou iCT+ pour mettre sous tension un luminaire à LED. **Préciser** dans ce cas la valeur maximum du courant appelé par un luminaire lors de sa mise sous tension.

*Quel que soit le résultat établi précédemment, on considère que le courant appelé par un luminaire à LED lors de sa mise sous tension est au maximum égal à 26 A.*

C3. **Calculer** le courant maximum appelé par phase lors de la mise sous tension des 21 luminaires à LED. **Préciser** alors pendant combien de temps le disjoncteur DT40 existant pourra supporter ce courant sans déclencher.

C4. **Relever**, sur le document DRES5, la durée du pic de courant appelé par les luminaires à LED lors de leur mise sous tension. **Conclure** quant au fait de conserver le disjoncteur DT40 existant.

## PARTIE D - Pilotage de l'éclairage du bâtiment A.

### Contexte




Actuellement les 10 zones d'éclairage du bâtiment A sont pilotées en tout ou rien (TOR) à partir de 10 interrupteurs crépusculaires. Cette architecture nécessite d'effectuer 10 réglages différents sur chacun des interrupteurs. Ils sont placés en hauteur ce qui ne facilite pas les réglages et la maintenance.

La modification apportée prévoit un seul capteur de luminosité placé en toiture et connecté à un automate (API M340) qui gère les dix seuils de déclenchement des éclairages.

Chaque zone a ainsi un seuil adapté au type d'activités réalisées. Le réglage du seuil se fait depuis une interface homme machine (IHM) directement accessible depuis le bureau de la maintenance.

Le capteur analogique de luminosité doit avoir une plage de mesure 0-1000 lux et une sortie 4-20 mA.

Un module réseau Ethernet TCP/IP sans serveur Web configurable permet de communiquer avec des objets distants.

-  Dossier technique : **DTEC 3 et DTEC 4**
-  Dossier ressources : **DRES 7 à DRES 12**
-  Dossier réponses : **DREP 4 et DREP 5**

D1. **Choisir** la référence à commander :

- pour le module réseau Ethernet placé à l'emplacement 1 de la station M340 ;
- pour le module d'entrées analogiques placé à l'emplacement 2 de la station M340.

D2. **Choisir** la référence à commander pour la sonde de luminosité extérieure.  
**Indiquer** la position que devront avoir les interrupteur DIP de la sonde de luminosité.

D3. **Compléter** les documents réponses DREP4 et DREP5 en représentant les liaisons :

- du contact normalement ouvert (13-14), retour de marche du contacteur de ligne KM2 qui indiquera au M340 que les luminaires de la zone 2 sont effectivement alimentés. Il sera connecté à l'entrée 2 ;
- du capteur de luminosité repère B2 à connecter à la voie 2 ;
- de la bobine du contacteur auxiliaire KAZ2 qui commandera en mode automatique la mise sous tension du contacteur allumage zone 2. KAZ2 alimenté en 24 VAC, raccordé sur la sortie 4.

D4. **Établir** le schéma en représentation « langage Ladder » (LD) ou « diagramme de bloc fonctionnel » (FBD) qui permettra de comparer la valeur issue du capteur de luminosité à celle qui est réglée depuis l'IHM.

- lorsque la valeur du capteur de luminosité sera inférieure au seuil réglé on commandera la mise sous tension des luminaires via une sortie %Q0.3.4. C'est cette sortie qui commandera le relais KAZ2.
- l'adressage sera le suivant :
  - seuil réglé sur l'IHM : %MW6051 ;
  - valeur issue du capteur de luminosité : %IW0.2.0.