

SESSION 2013

---

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

**Section : GÉNIE ÉLECTRIQUE  
Option : ÉLECTROTECHNIQUE ET ÉNERGIE**

**ÉTUDE D'UN SYSTÈME, D'UN PROCÉDÉ  
OU D'UNE ORGANISATION**

Durée : 5 heures

---

*Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

**Tournez la page S.V.P.**

# LISI MEDICAL Orthopeadics

## *Maîtrise de l'énergie et prise en compte de l'impact environnemental*

Le sujet comporte :

- Un dossier présentation générale de l'entreprise.
- Un dossier ressources.
- Un dossier travail demandé.

### **Conseils aux candidats :**

Les différentes parties du sujet sont indépendantes. De nombreuses questions sont elles mêmes indépendantes. Une lecture attentive de l'ensemble s'avère nécessaire avant de composer.

Les candidats sont priés de rédiger sur le document fourni et il est demandé de présenter clairement les calculs, de dégager et d'encadrer les résultats relatifs à chaque question.

La qualité des réponses (utilisation d'une forme adaptée pour présenter le résultat, justification du résultat), sera prise en compte dans l'évaluation.

La qualité des représentations et des tracés ainsi que le respect de la normalisation seront pris en compte dans l'évaluation.

# LISI MEDICAL Orthopeadics

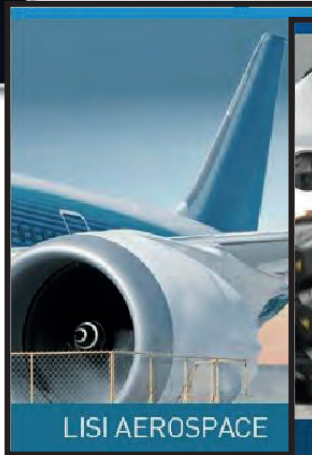
## *Maîtrise de l'énergie et prise en compte de l'impact environnemental*

Présentation générale	page 2
Implantation de l'usine	page 5
Audit énergétique	page 6
Réseau électrique HT/BT	page 9
Centrales de traitement d'air (Dépoussiéreurs)	page 13



## Présentation générale

**Le groupe LISI** est l'un des leaders mondiaux de la conception et de la fabrication de solutions d'assemblage. Ses composants et systèmes de fixation sont utilisés dans les secteurs de l'aéronautique, de l'automobile et du médical.



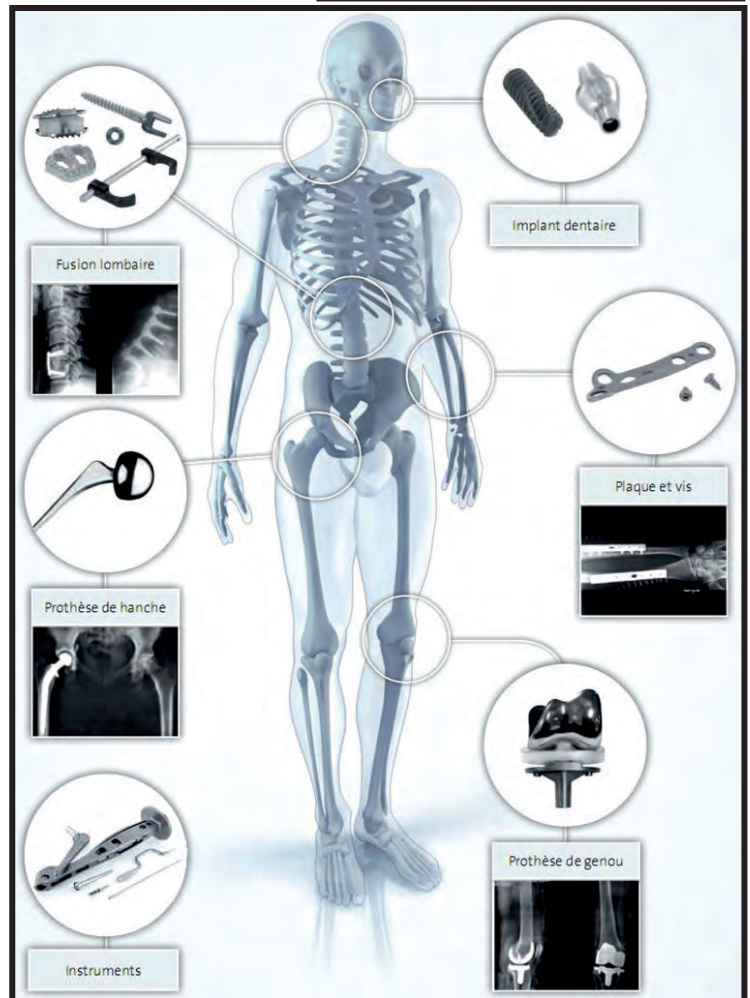
### LISI MEDICAL

LISI MEDICAL, est une division du groupe LISI. Un groupe qui comprend 5 sites industriels :

Trois en France, dont celui d'Hérouville Saint Clair dans le Calvados, un aux Etats-Unis et un au Maroc.

Les produits phares de LISI MEDICAL sont les suivants :

- implants rachidiens et orthopédiques (HUGUENY) ;
- implants dentaires et ancillaires (JEROPA) ;
- implants chirurgicaux : pied, main, traumatologie, maxillo-facial, dentaires et fabrication d'instruments chirurgicaux (SEIGNOL & INTERMED Application) ;
- implants chirurgicaux : hanches (BENOIST-GIRARD).



# Présentation générale



## LISI MEDICAL Orthopaedics Site de production d'Hérouville Saint Clair

Avec un effectif de 250 techniciens et ouvriers qualifiés, l'usine Benoist-Girard rebaptisée "LISI MEDICAL Orthopaedics" suite à son introduction dans le groupe LISI, est basée à Hérouville Saint-Clair (département du Calvados).

L'entreprise a été créée en 1946 dans l'agglomération de Caen et s'étend sur une surface couverte d'environ 10000 m<sup>2</sup>.

Le site de production est spécialisé dans la fabrication de prothèses de hanches et d'instruments orthopédiques forgés, distribuées mondialement. L'entreprise dispose également d'un centre de recherche.



1. Tige fémorale monobloc
2. Prothèse totale de la hanche avec sa tige, sa tête et son implant cotyloïdien
3. Cotyles

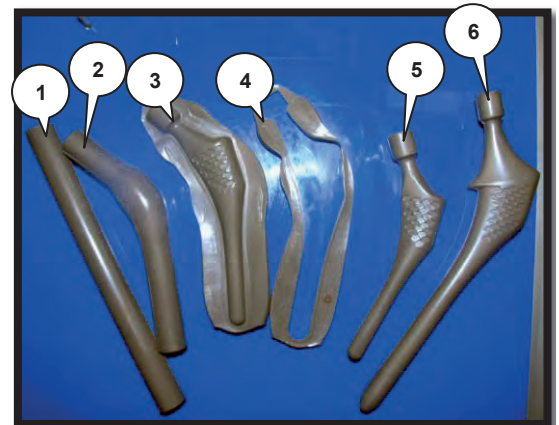
## Process de fabrication Principe général

Les prothèses médicales peuvent être fabriquées dans des matières différentes :

- acier inoxydable ;
- alliage de chrome et de cobalt ;
- titane ;
- plastique.

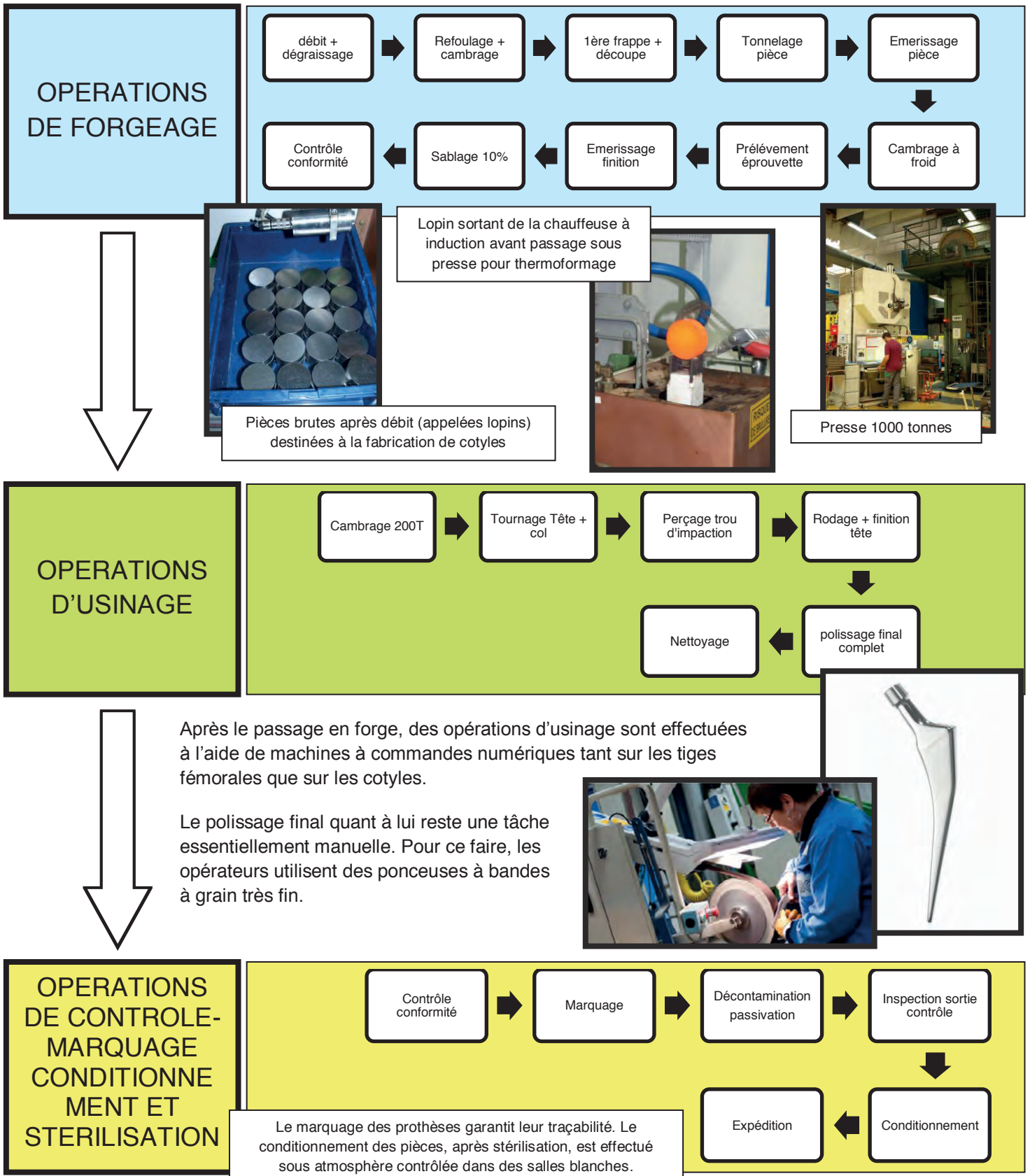
Le processus de fabrication se décompose en trois grandes phases :

- opérations de forgeage ;
- opérations d'usinage ;
- opérations de contrôle, marquage et conditionnement.

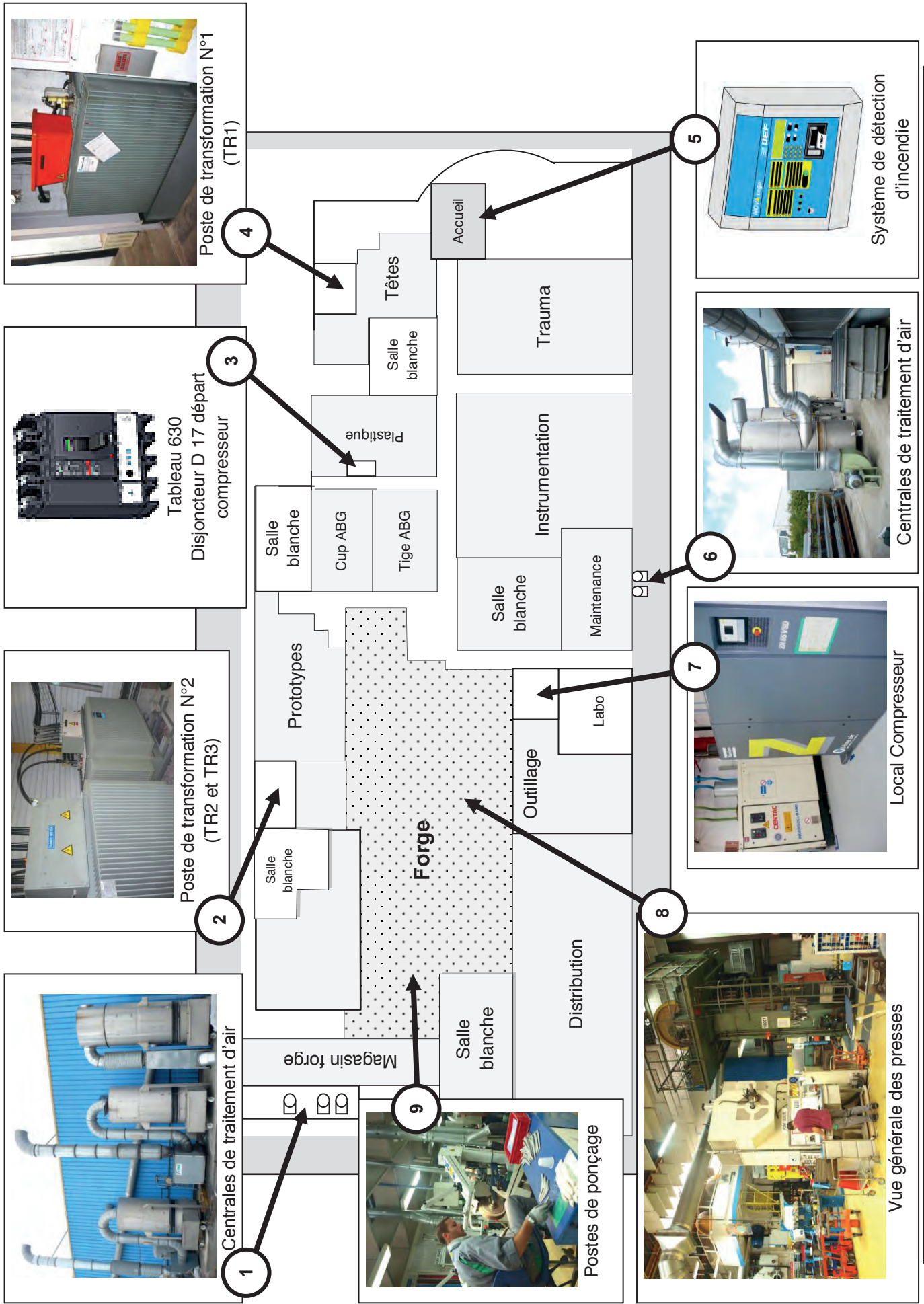


1. Barreau brut
2. Préformage (chauffe par induction + presse)
- 3 et 4. Thermoformage (de nouveau chauffe par induction + presse). Le repère 4 présente la chute de métal après passage de la pièce.
- 5 et 6. Exemple de pièces en sortie des opérations de forge. Le niveau de précision est alors de l'ordre du centième de mm.

# Présentation générale



# Implantation de l'usine LISI MEDICAL Orthopeedics

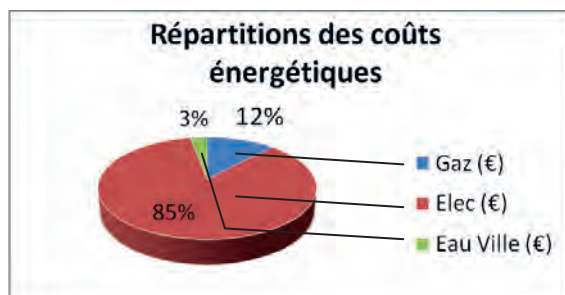


Tournez la page S.V.P.

# Audit énergétique

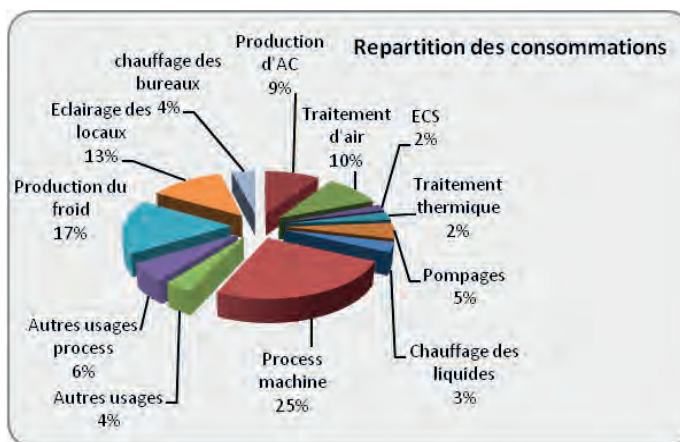
Dans le cadre d'un partenariat, la société LISI Medical Orthopeadics a commandé à EDF des prestations d'étude et de détection des potentiels d'économie d'énergie.

La société prestataire a donc entamé une démarche globale d'analyse des consommations dont le résultat est présenté dans le graphique ci-contre.



**Electricité** : Coût moyen estimé du kWh :  
6,354 cts € HT/kWh

**Gaz** : Coût moyen estimé du kWh :  
4,1 cts € HT/kWh



L'audit énergétique a recensé des actions à mener au sein de l'entreprise LISI Medical Orthopeadics. Chaque action est présentée dans le tableau ci-dessous ainsi que les gains potentiels qu'elles pourraient engendrer (k€/an).

Action	Gain potentiel (k€/an)
<b>ELECTRICITE</b>	
Analyse du talon de consommation*	5,3
Mise en place de ballasts électroniques (Bureaux)	1
Mise en place de ballasts électroniques (Atelier)	7,9
Air Comprimé : couplage du réseau	2,96
Air Comprimé : adapter le niveau de pression	1,9
Air Comprimé : diminution du taux de fuites	2,5
Air Comprimé : récupération de chaleur ZR 90	6,2
Régulation des centrales de traitement d'air	7,7
Mutualisation de l'Eau Chaude Sanitaire (ECS)	0,86
<b>Production de froid</b>	
Haute pression flottante sur process	1,8
Free-cooling sur process induction	4
<b>Conditionnement d'ambiance</b>	
Optimisation des chaudières Gaz (chauffage ateliers)	7,2
Optimisation du chauffage des bureaux	2
Réactif	0,816
<b>Gestion</b>	
Gestion technique des bâtiments : Electrique	27
Gestion technique des bâtiments : Gaz	3,8

\*Consommation résiduelle constatée en dehors des périodes ouvrées.



# Audit énergétique

---

La société LISI Medical Orthopedics a engagé, suite à l'audit, quelques actions visant à réduire sensiblement sa consommation d'énergie.

## **Actions déjà engagées :**

- remplacement des luminaires de l'atelier représentant 7,9 k€ d'économie selon le tableau de la page 6/14 ;
- investissement dans deux nouveaux compresseurs pour la production d'air comprimé ; les anciens compresseurs à pistons étant très énergivores. Outre le meilleur rendement de cette nouvelle installation, l'un de ces compresseurs à vis est à vitesse variable. Il permet de réaliser des économies en ajustant automatiquement le débit d'air produit à la demande du réseau.

## **Actions envisagées :**

- la régulation des centrales de traitement de l'air (dépoussiéreurs) et la rénovation de la GTB feront l'objet d'une étude car elles représentent une source d'économie substantielle.



## Exemple de fiche action détaillée

**Thème : Régulation des centrales de traitement d'air**

**Economie potentielle annuelle : 7.7 k€**

**Description :**

Le renouvellement d'air est traité par 5 aspirateurs extérieurs H15 d'une puissance de 15 kW pour chaque moteur et ayant un débit d'aspiration compris entre 7000 et 10000 m<sup>3</sup>/h selon les machines.

Lors de notre visite nous avons pu constater que les différents équipements de ponçage raccordés à l'aspiration étaient dotés d'un clapet automatique censé contrôler l'aspiration.

**Proposition :**

Il serait intéressant de mettre en place une régulation qui piloterait les différentes aspirations suivant les besoins en tenant compte des réduits et des périodes non travaillées (ex : week-end).

La mise en place d'une VEV (variation électronique de vitesse) sur les moteurs de ventilation, tout en respectant les débits minimum ainsi que la qualité d'aspiration des poussières.

**Intérêt économique de la solution :**

Une campagne de mesure électrique devra être effectuée sur les différents moteurs des ventilateurs, ainsi que des mesures de pression sur les différents réseaux de gaines.

**Potentiel de gain économique : 15%**

Investissement : étude de faisabilité par le fabricant ; cout estimé d'un variateur pour une puissance de 15 kW : 4 k€ HT.

**Gestion des intermittences des différentes aspirations (gain économique) :**

Pilotage des moteurs par des horloges rattachées ou pas, à la GTB.

Hypothèses de fonctionnement sur un temps de fonctionnement utile à la production estimé à 18 h les jours de la semaine et à 7 h le samedi, 50 semaines par an.

**Validations**

**Comité technique du**

LISI Medical Orthopeadics

EDF

Relevé de décision du

M

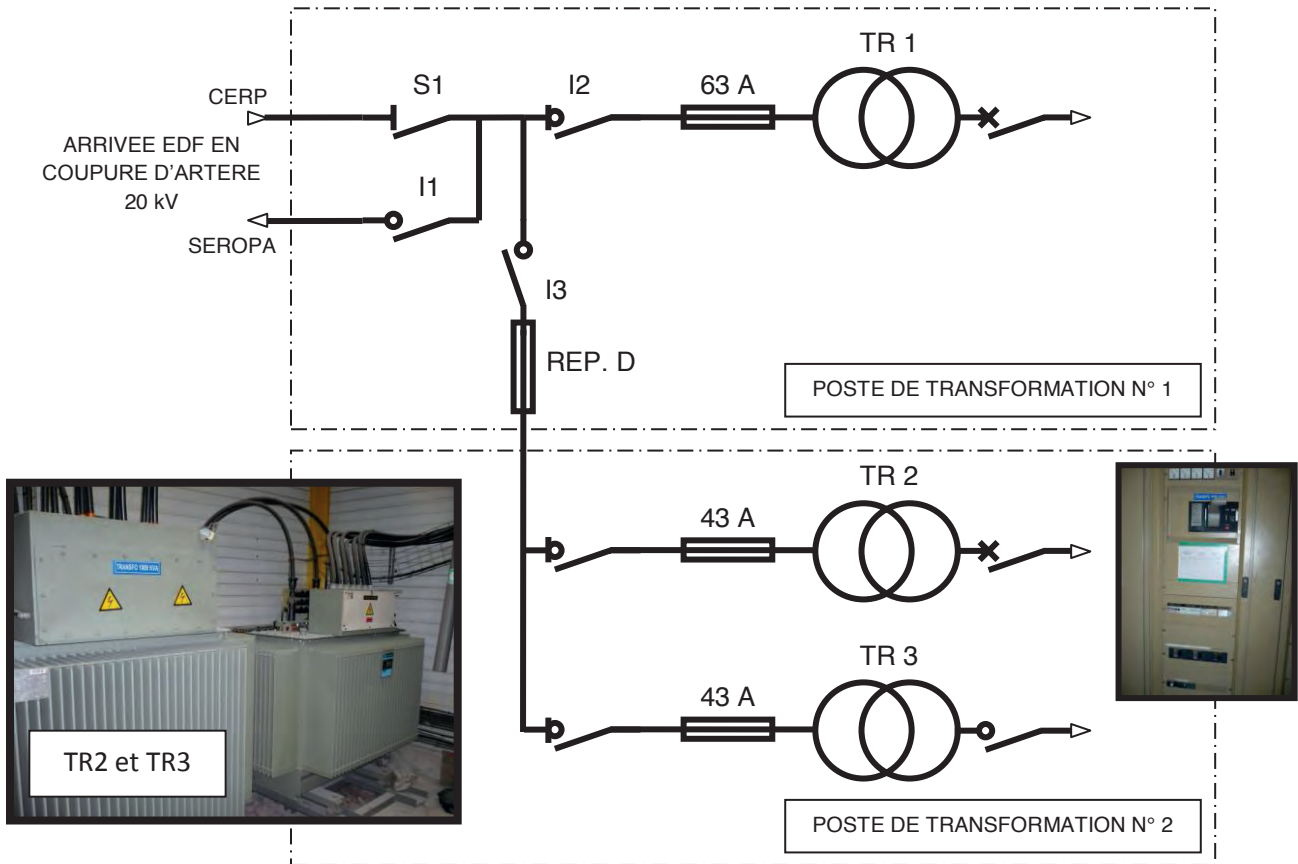
Responsable technique

## Réseau électrique HT/BT

L'usine LISI Medical Orthopedics est alimentée à partir de trois transformateurs (TR1, TR2 et TR3). Ils sont répartis dans deux postes de transformation intérieurs conformément au schéma de principe ci-dessous (voir également pages 11/14 et 12/14).

LISI Medical Orthopedics a signé un contrat de fourniture d'énergie électrique avec EDF (Tarif Vert A5 longues utilisations). L'arrivée électrique, en coupure d'artère, se fait depuis le poste de transformation n°1.

### ARCHITECTURE DU RESEAU HT/BT (Avant rénovation du poste n°2)



#### Données techniques :

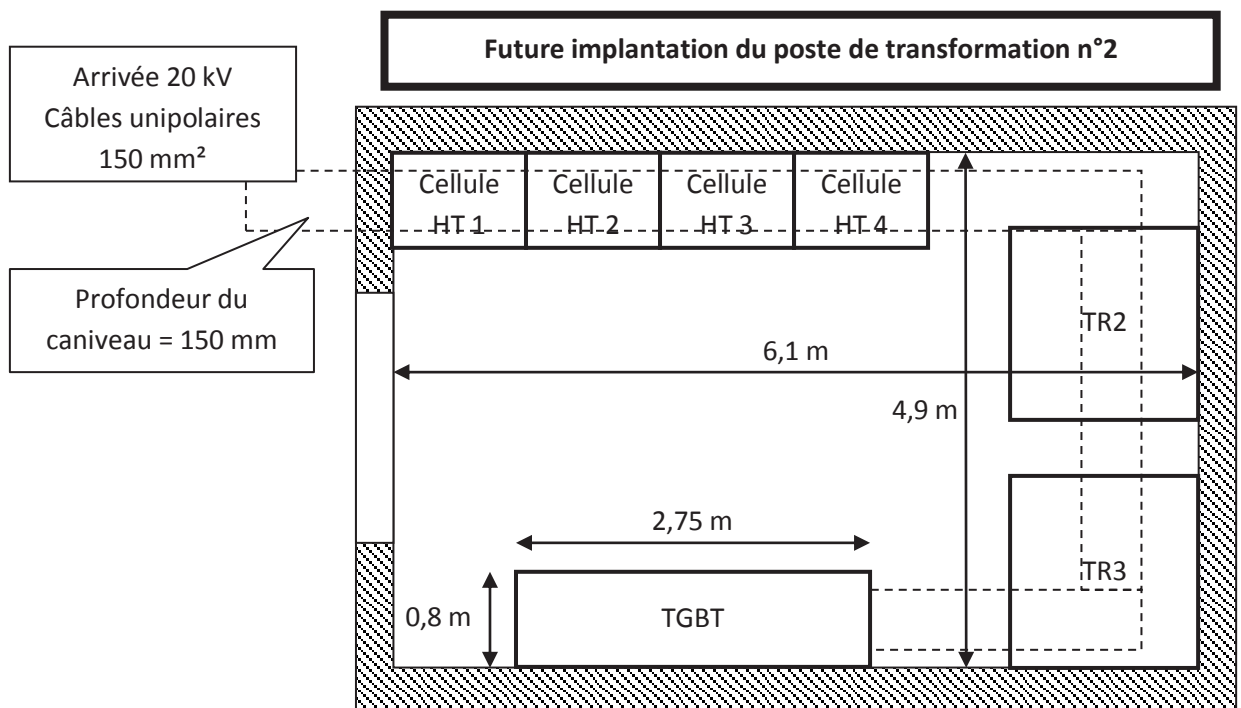
- temps moyen de fonctionnement quotidien en charge = 18 heures ;
- nombre de jours d'activité annuel = 260 jours ;
- pas de mise hors tension du transformateur en dehors des périodes de production ;
- bien que l'atelier utilise des alimentations électroniques pour le chauffage par induction des lopins (barres de métal avant forgeage), le réseau électrique est peu pollué.

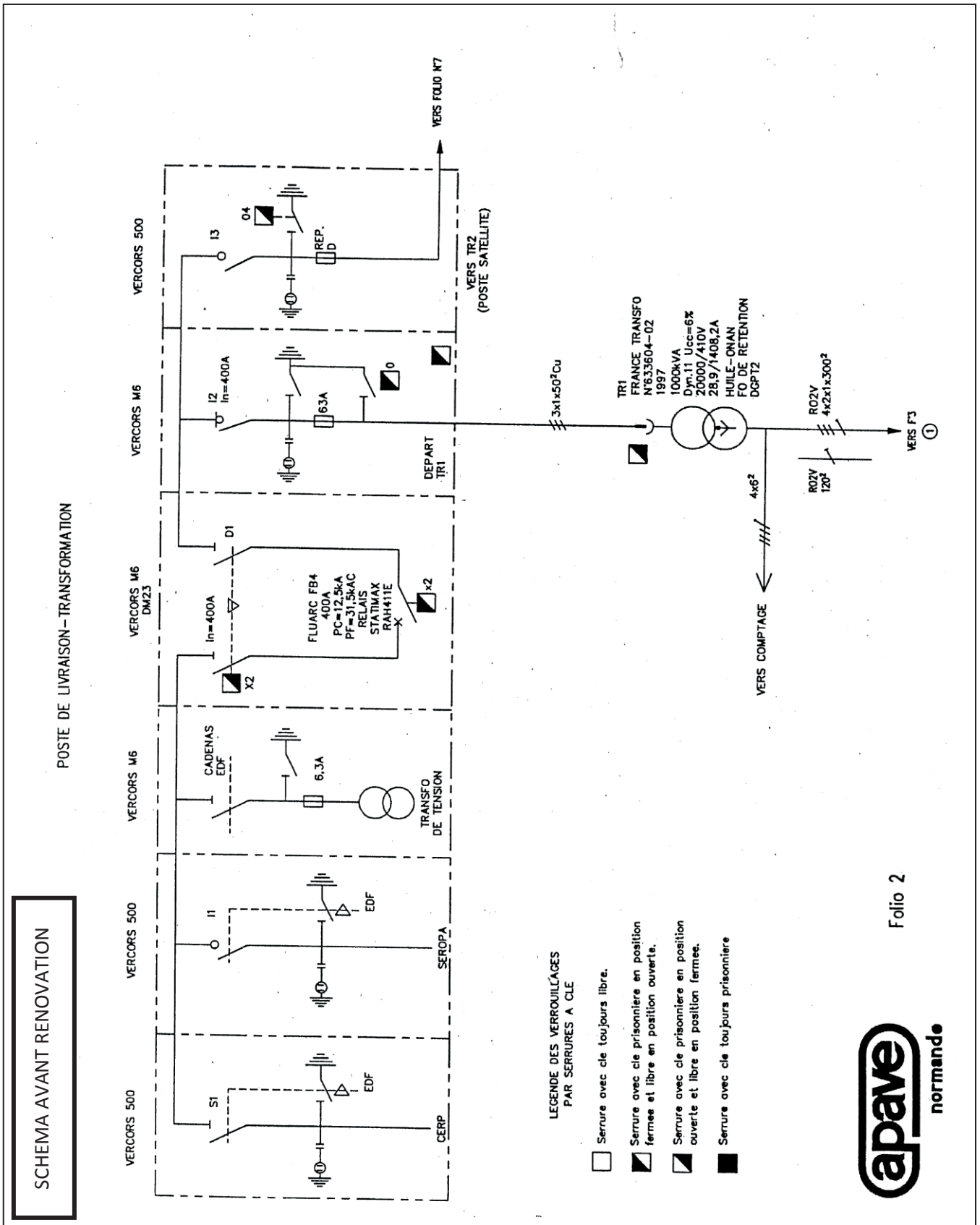
## RENOVATION DU POSTE DE TRANSFORMATION N°2

L'entreprise LISI MEDICAL ORTHOPEADICS entreprend la rénovation complète du poste de transformation n°2 (repère n°2 sur le plan d'implantation de l'usine page 5/14). Souhaitant prendre en compte la maîtrise énergétique et l'impact environnemental lié à ce changement, les services techniques ont décidé l'implantation de nouveaux transformateurs exempt de PCB et à haut rendement.

### Cahier des charges de la rénovation du poste de transformation n°2 :

- changement des transformateurs TR2 et TR3 par des transformateurs haut rendement à huile minérale exempt de PCB ;
- majoration de la puissance de TR2 afin d'anticiper l'extension des lignes de production ;
- maintien de la puissance initiale de TR3 ;
- changement des cellules HTA du poste n°2 afin d'intégrer celui-ci dans le réseau en coupure d'artère déjà présent sur le site dans le poste n°1 ;
- utilisation de cellules de type SM6 (raccordement par le bas) ;
- protection des transformateurs par fusibles.

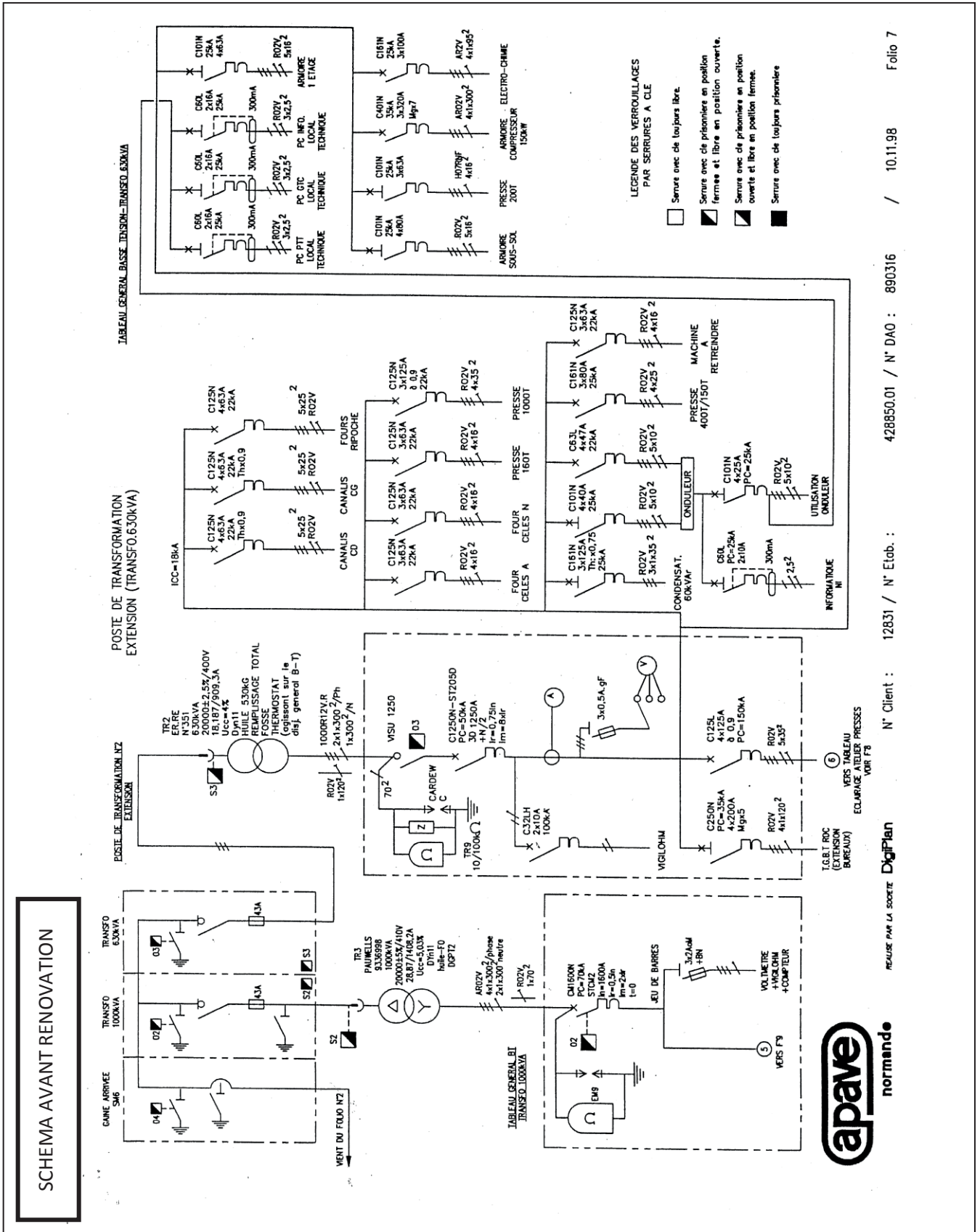




Folio 2



# Réseau électrique HT/BT



## Centrales de traitement d'air (Dépoussiéreurs)

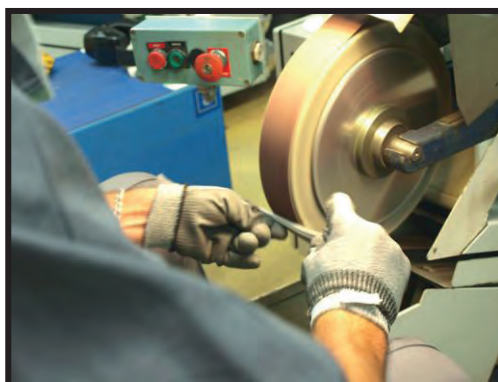
L'opération finale de polissage permet de donner un état de surface parfait aux prothèses. Cette tâche est effectuée manuellement, par des opérateurs, à l'aide de ponceuses à bande.

Cette phase du processus de production génère une forte densité de poussières qui est évacuée à l'aide de puissantes centrales de traitement d'air (appelées également dépoussiéreurs – repérés 1 et 6 sur le plan de l'usine page 5/14) qui jouent le rôle d'aspirateurs de particules.

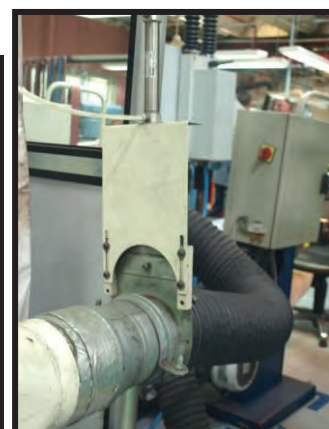
Chaque centrale de traitement de l'air assure l'aspiration d'un groupe de ponceuses à bande. Un réseau aéraulique permet de relier chaque ponceuse à cette centrale. La mise en marche de la ponceuse libère un clapet qui ouvre le conduit d'aspiration des poussières de polissage.



Vue d'une ponceuse à bande



Opération de polissage



Détail du clapet de fermeture

L'aspiration de l'air vicié des zones de polissage est assurée par 5 dépoussiéreurs à voie humide, équipés de ventilateurs dont le débit individuel est compris entre 7000 et 10 000 m<sup>3</sup>/h.

Chaque dépoussiéreur est équipé d'un moteur de 15 kW qui est commandé localement, à partir d'un coffret de dimensions 500 x 500 x 200 mm (H, L, P).

Actuellement, la mise en service des dépoussiéreurs, s'effectue par un opérateur le lundi matin à 5h. Les dépoussiéreurs restent en fonctionnement toute la semaine jusqu'à leur arrêt par l'équipe en poste, le samedi à 12h.

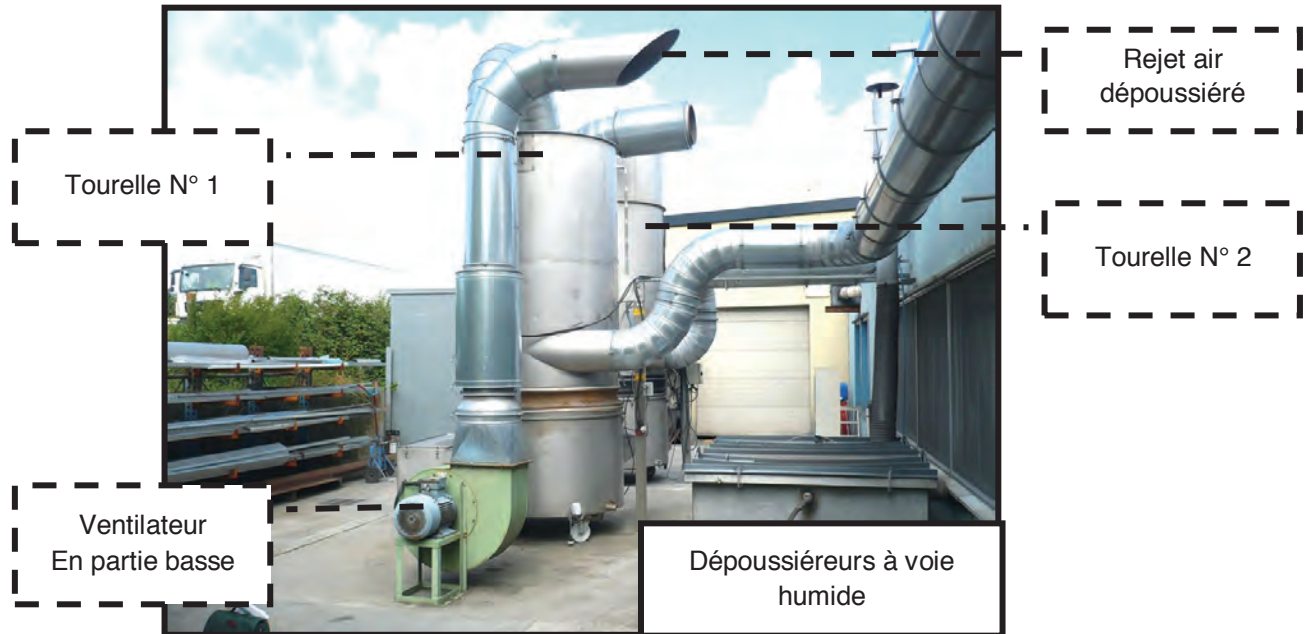
L'audit a mis en évidence que les besoins réels d'aspiration, dépendant des temps de production étaient estimés à 18 h les jours de la semaine et à 7 h le samedi, 50 semaines par an.

Jour	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Horaire	5h.....23h	5h.....23h	5h.....23h	5h.....23h	5h.....23h	5h.....12h
Production	■	■	■	■	■	■
Dépoussiéreurs	■					

Le rapport d'audit énergétique propose :

- la mise en place d'horloges communicant ou pas avec la GTB. Elles piloteraient les différentes aspirations suivant les besoins en tenant compte des réduits et des périodes non travaillées. Le coût estimé de cette action serait de 4 k€ HT pour les cinq aspirateurs.
- la mise en place d'une VEV (variation électronique de vitesse) sur les moteurs de ventilation. Le coût d'un variateur pour une puissance de 15 kW serait de 4 k€ HT. Le potentiel de gain économique est estimé à 15 % par rapport à la situation actuelle (moteurs en démarrage direct).

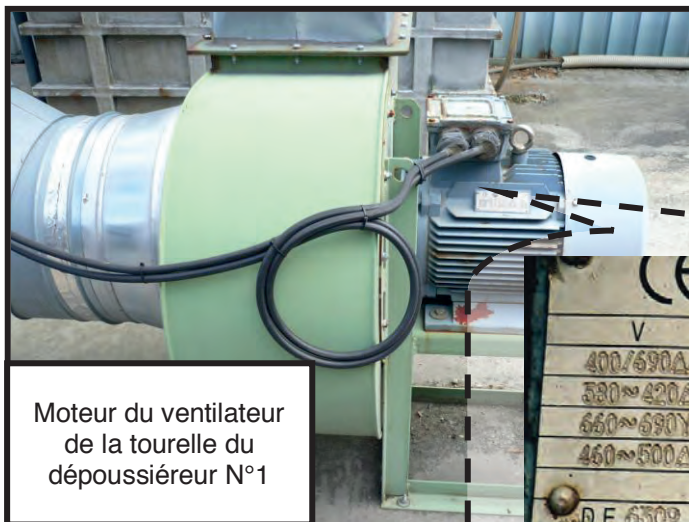
## Centrales de traitement d'air (Dépoussiéreurs)



### Cas de la ventilation équipée d'un variateur de vitesse

*Suite à des essais, la vitesse retenue pour l'air dans les gaines d'aspiration est de 20m/s. Cette vitesse garantit l'absence de dépôts sans augmentation nuisible du niveau sonore.*

*Pour répondre à cette contrainte d'exploitation, Il faut maintenir constante la différence de pression entre la pression atmosphérique et la pression dans la gaine centrale, au plus près du moto-ventilateur. Pour cela, il est nécessaire de faire varier la vitesse de rotation des moteurs d'aspiration.*



Plaque signalétique du moteur du ventilateur du dépoussiéreur N°1

V	Hz	kW	A	min <sup>-1</sup>	cos φ
400/690A/Y	50	15	27.5/15.9	2910	0.89
580~420A	50	15	29.4~26.8	2950~2950	0.88~0.85
660~590Y	50	15	17.0~15.9	2950~2910	0.88~0.87
460~500A	60	18	28.4~26.6	3555~3515	0.90~0.85

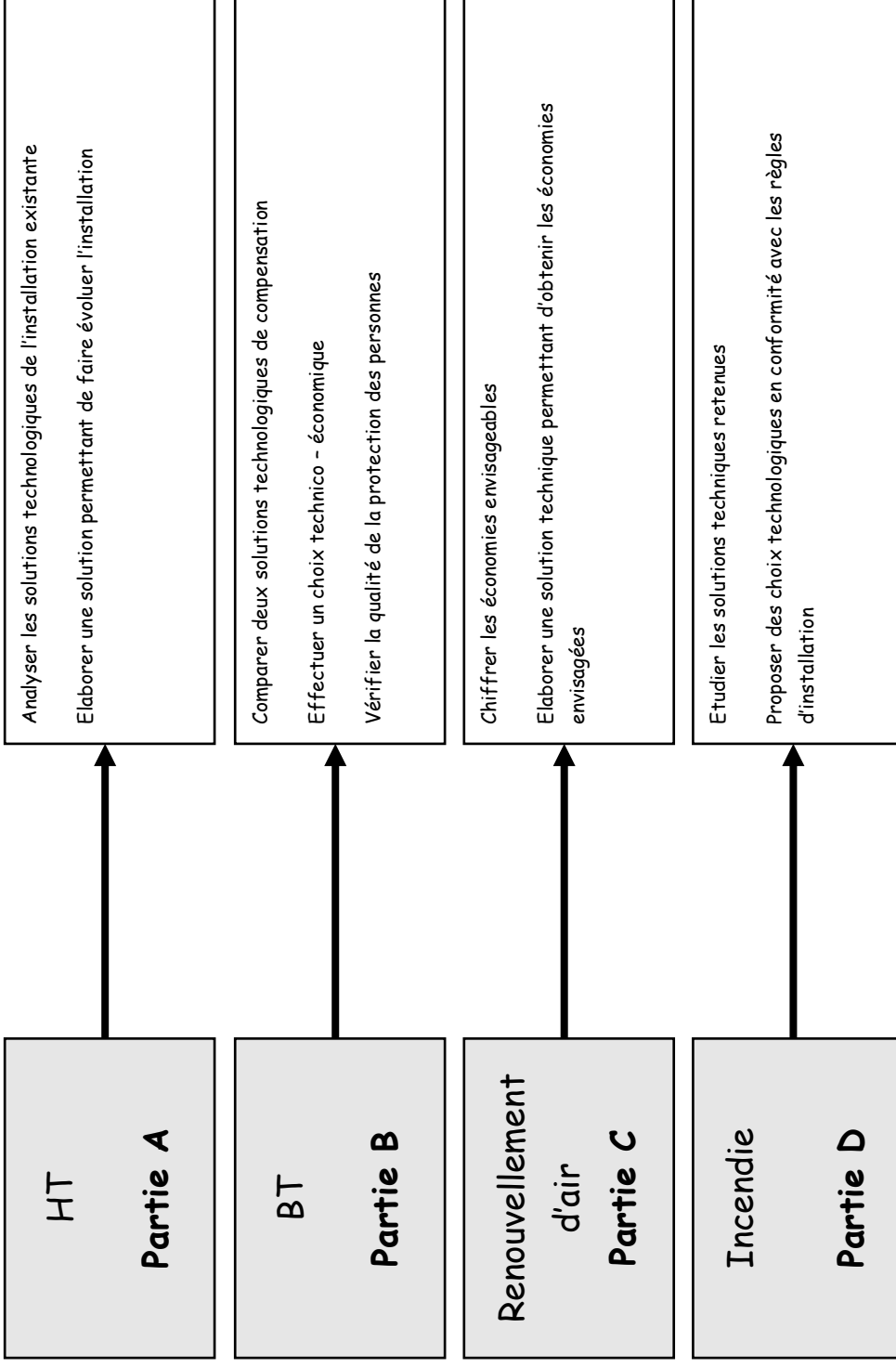
D.E. 6309 5000h/30cm<sup>3</sup> | N.D.E. 6309 5000h/30cm<sup>3</sup>



**TRAVAIL DEMANDÉ**



## ORGANISATION DU SUJET



**Optimisation des  
consommations  
énergétiques d'un  
site de production**



# **LISI MEDICAL ORTHOPEADICS**

## ***Maîtrise de l'énergie et prise en compte de l'impact environnemental***

Partie A: Réseau électrique haute tension	page 2
Partie B: Réseau électrique basse tension	page 9
Partie C : Renouvellement d'air	page 14
Partie D : Installation incendie	page 21



<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																								
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																								
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>									
<i>(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)</i>																									

<b>Concours</b>	<input type="text"/>			<b>Section/Option</b>	<input type="text"/>				<b>Epreuve</b>	<input type="text"/>				<b>Matière</b>	<input type="text"/>		
-----------------	----------------------	--	--	-----------------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--

EFE GET 2

## Partie A : A1 à A9

## Partie A : Réseau électrique haute tension

Afin de répondre aux exigences normatives imposant l'élimination des huiles de refroidissement à base de PCB, l'entreprise LISI MEDICAL Orthopaedics a programmé la rénovation du poste HTA n° 2 comportant deux transformateurs TR2 et TR3.

Soucieuse d'optimiser ses dépenses énergétiques, la direction de l'entreprise a choisi de mettre en place des transformateurs à haut rendement.

### **ANALYSE DU RESEAU DE DISTRIBUTION AVANT RENOVATION**

**A 1** **Rappeler** la signification du terme HTA et **rappeler** les limites de tensions en alternatif (Selon C 18- 510) pour ce domaine.

**A 2** **Identifier** la structure du réseau HTA utilisé pour l'alimentation du poste de transformation n°2.

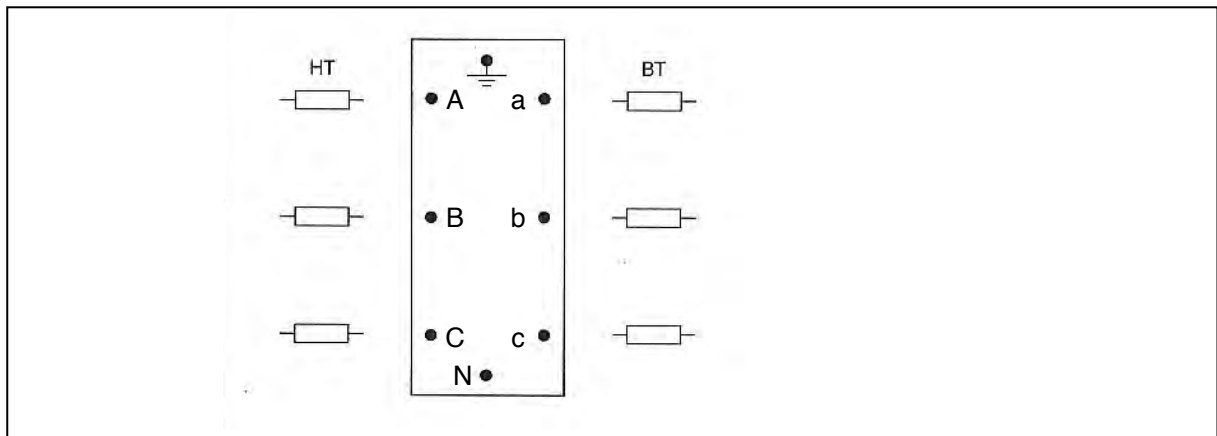
**A 3** **Repérer** les couplages et l'indice horaire de TR2. **Préciser** la signification de chacun des termes.

**A 4** **Indiquer** les valeurs des intensités au primaire et au secondaire du transformateur TR2.

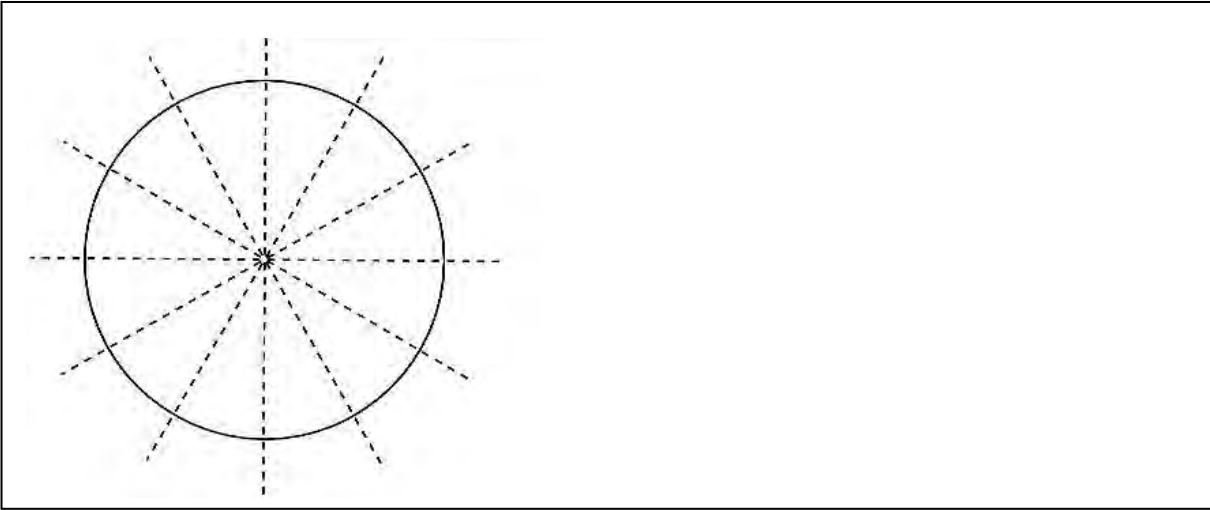
**Intensité primaire :** \_\_\_\_\_

**Intensité secondaire :** \_\_\_\_\_

**A 5 Compléter** le schéma ci-dessous de la plaque à bornes de TR2 conformément au couplage relevé précédemment (voir *dossier présentation générale de l'entreprise page 12/14* et *dossier ressources page 8/53*).



**A 6 Compléter** la représentation vectorielle des tensions primaires et secondaires du transformateur TR2 conformément à son indice horaire (voir *dossier ressources page 8/53*).



**A 7** Sachant que le comptage de l'énergie se fait depuis le poste n°1 (poste de livraison), **préciser** le type de celui-ci. **Justifier** le type de comptage mis en œuvre (voir *dossier ressources page 2/53*).

Comptage HT

(Cocher la bonne réponse)

Comptage BT

Justifications :

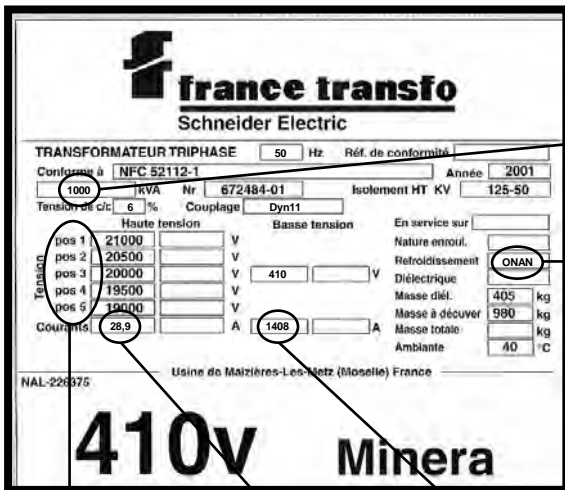
**A 8** En prévision du démantèlement du réseau HT, **proposer** un mode opératoire afin de pouvoir accéder aux bornes HT du transformateur TR2. **Préciser** les manœuvres à effectuer avec les clés de verrouillage dans l'ordre strict de leur exécution (voir *dossier présentation générale de l'entreprise* page 12/14).

**ETUDE DU RESEAU DE DISTRIBUTION APRES RENOVATION**

Dans le cadre de la rénovation du poste n° 2, l'entreprise LISI Medical Orthopedics, souhaite :

- Une augmentation de la puissance de TR2 afin d'anticiper un accroissement du nombre de machines de production ;
- Une intégration du poste n° 2 dans le réseau HTA en coupure d'artère (à prolonger depuis le réseau HTA 20 kV arrivant dans le poste n° 1).

**A 9** **Décoder** la plaque signalétique du nouveau transformateur TR2 et **expliquer** de manière détaillée la signification des termes en utilisant les cases prévues à cet effet.





<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																							
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																							
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>								

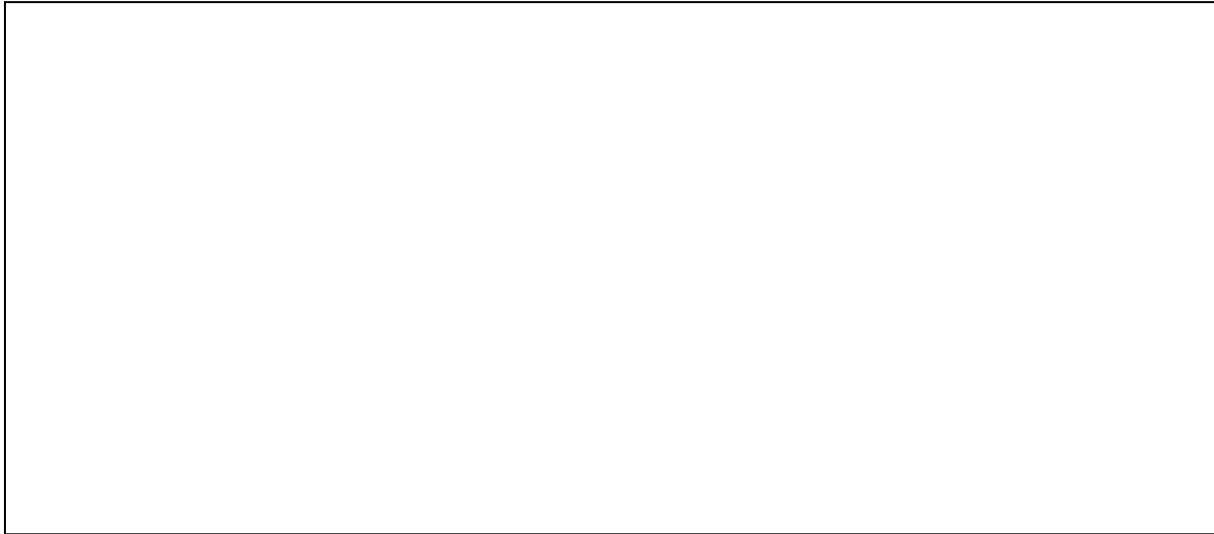
*(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)*

<b>Concours</b>	<input type="text"/>			<b>Section/Option</b>	<input type="text"/>				<b>Epreuve</b>	<input type="text"/>				<b>Matière</b>	<input type="text"/>		
-----------------	----------------------	--	--	-----------------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--

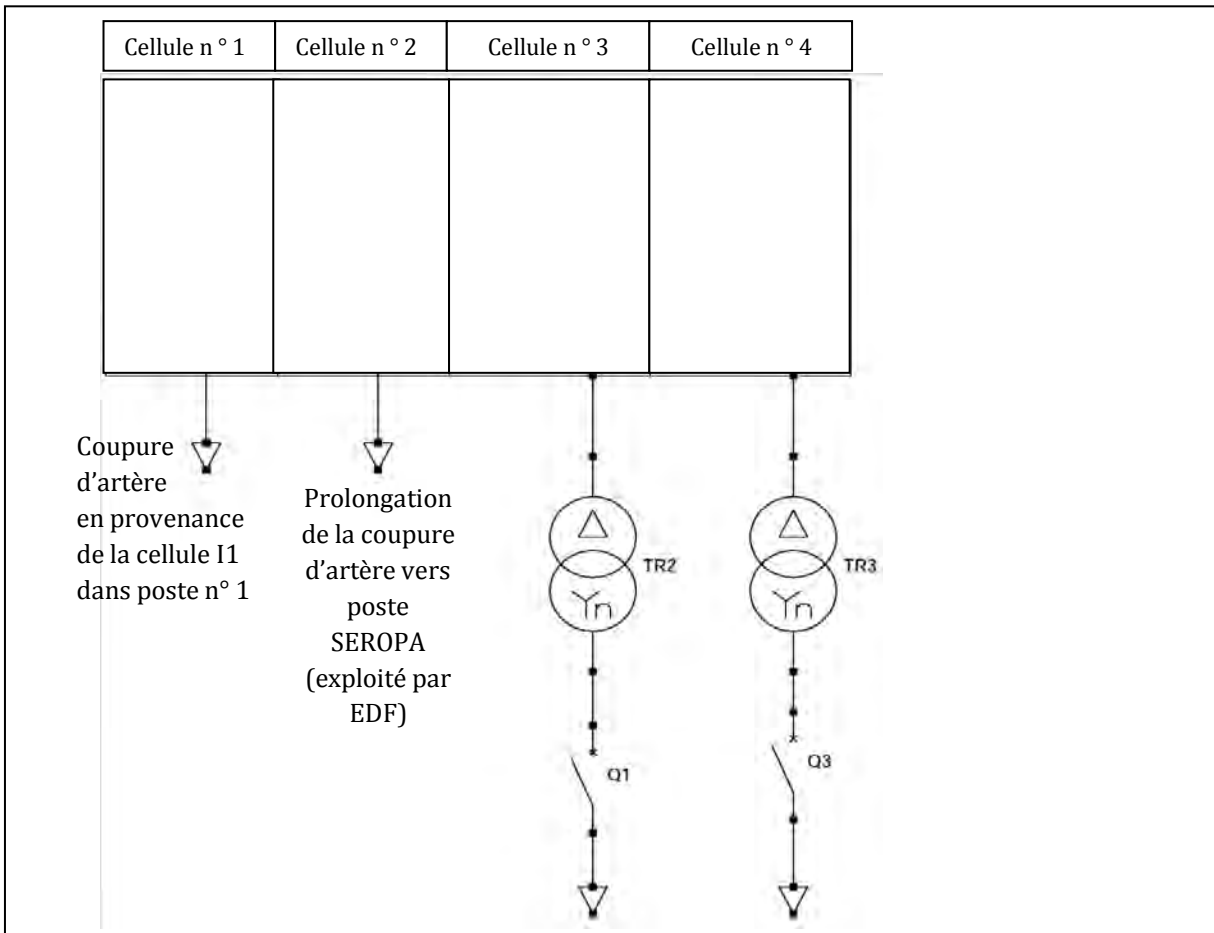
EFE GET 2

## Partie A : A10 à A17

**A 10 Calculer** les gains énergétiques annuels (en euros HT) envisageables sur la facture EDF avec un transformateur haut rendement (pertes  $A_0 A_K$ ) par rapport à un transformateur standard (pertes  $B_0 C_K$ ) voir *dossier ressources* page 9 à 11/53.



**A 11 Compléter** le schéma de distribution ci-dessous conformément à la nouvelle architecture du poste n° 2 et au paragraphe 313.2.1 de la NFC 13 – 100.



**A 12 Choisir** les cellules HTA nécessaires à la rénovation du poste n° 2 ainsi que les éventuels verrouillages associés (Icc présumé 10 kA) voir *dossier ressources* page 3/53 à 6/53.

- Exemple de référence : CRM – 630 – 24 – 12.5
  - CRM indique qu’il s’agit d’une cellule contacteur-fusibles
  - 630 Intensité assignée 630 A
  - 24 Tension assignée 24 kV
  - 12,5 Courant de courte durée admissible 12,5 kA
- Prévoir les verrouillages garantissant un accès sécurisé aux bornes de raccordement des transformateurs en imposant une coupure BT

N° cellule	Référence cellule	Référence verrouillage
Cellule 1		
Cellule 2		
Cellule 3		
Cellule 4		

**A 13 Justifier** l'intérêt du choix d'une alimentation HT en coupure d'artère.

**A 14 Indiquer** la référence des fusibles à utiliser pour la protection de TR2 et TR3, selon NFC 13-100, ainsi que les éléments de choix retenus (voir *dossier ressources* page 13 à 17/53).

**A 15** Justifier la sélectivité des protections HT et BT (Prendre comme hypothèse I<sub>cc</sub> BT = 10kA). Détailler la méthodologie de détermination retenue (voir dossier ressources page 13 à 17/53).

**A 16** Justifier la nécessité de prévoir un dispositif de type DGPT2 sur le transformateur et préciser le rôle de ce dispositif (voir dossier ressources page 2/53).

**A 17** Vérifier que les éléments dimensionnels du poste n°2 autorisent l'implantation décrite sur la page 10/14 du dossier présentation générale de l'entreprise (voir documents ressources pages 5/53 à 11/53).

Proposer une solution technique permettant de résoudre les éventuelles difficultés de mise en place des constituants du poste de transformation.

<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																								
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																								
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>									
<i>(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)</i>																									

<b>Concours</b>	<input type="text"/>			<b>Section/Option</b>	<input type="text"/>				<b>Epreuve</b>	<input type="text"/>				<b>Matière</b>	<input type="text"/>		
-----------------	----------------------	--	--	-----------------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--

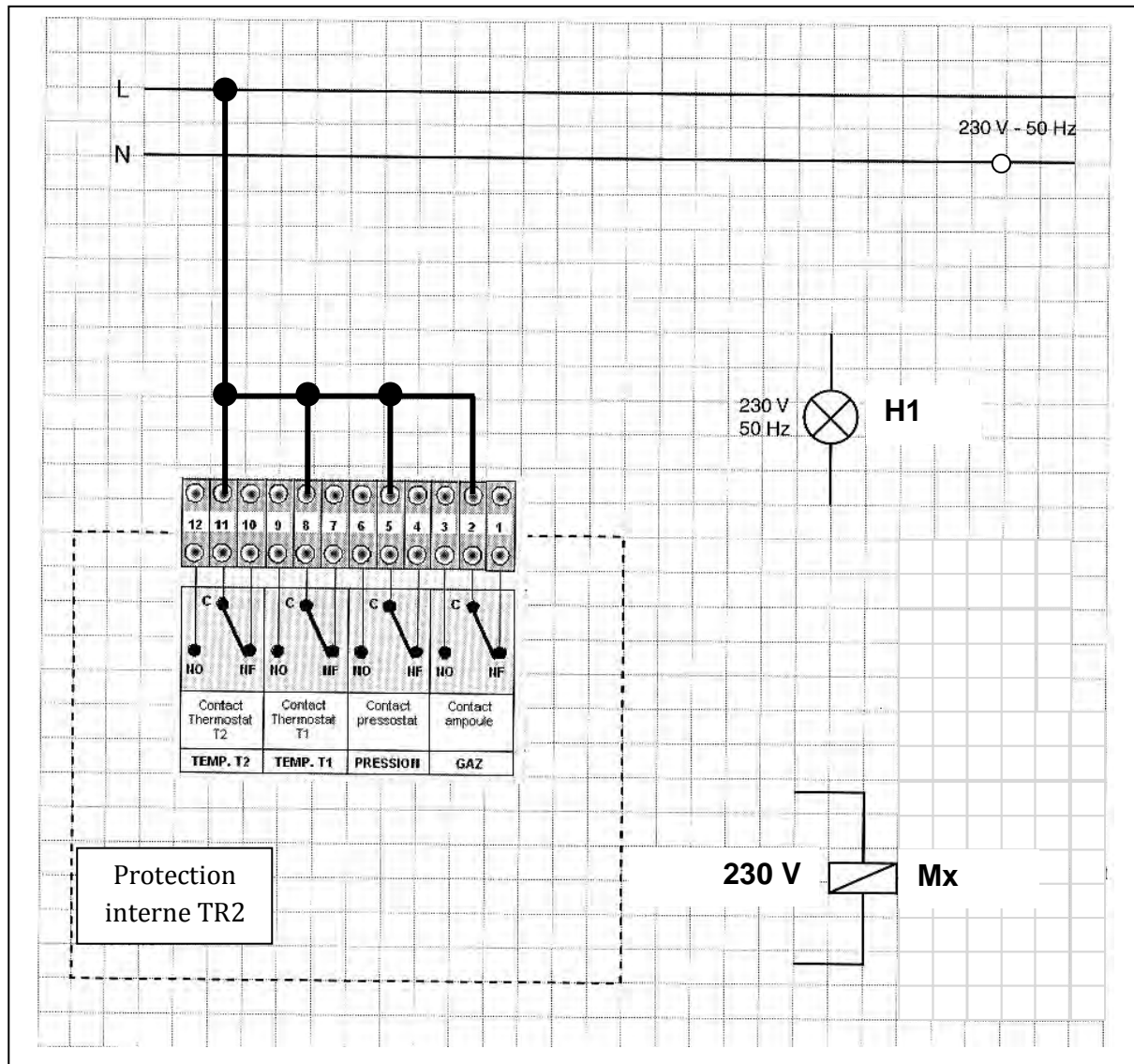
EFE GET 2

**Partie A : A18**  
**Partie B : B1 à B3**

**A 18 Compléter** le schéma de raccordement du dispositif de protection contre les défauts internes du transformateur TR2 conformément au principe de fonctionnement décrit ci-dessous.

Principe de fonctionnement :

- Seuil de température n°1 = Alarme visuelle par voyant H1
- Seuil de température n°2 = Déclenchement protection
- Dépassement seuil de pression interne du transformateur = Déclenchement protection
- Baisse de Niveau (pression) = Alarme visuelle par voyant H1
- Bobine de déclenchement de la protection de type Mx



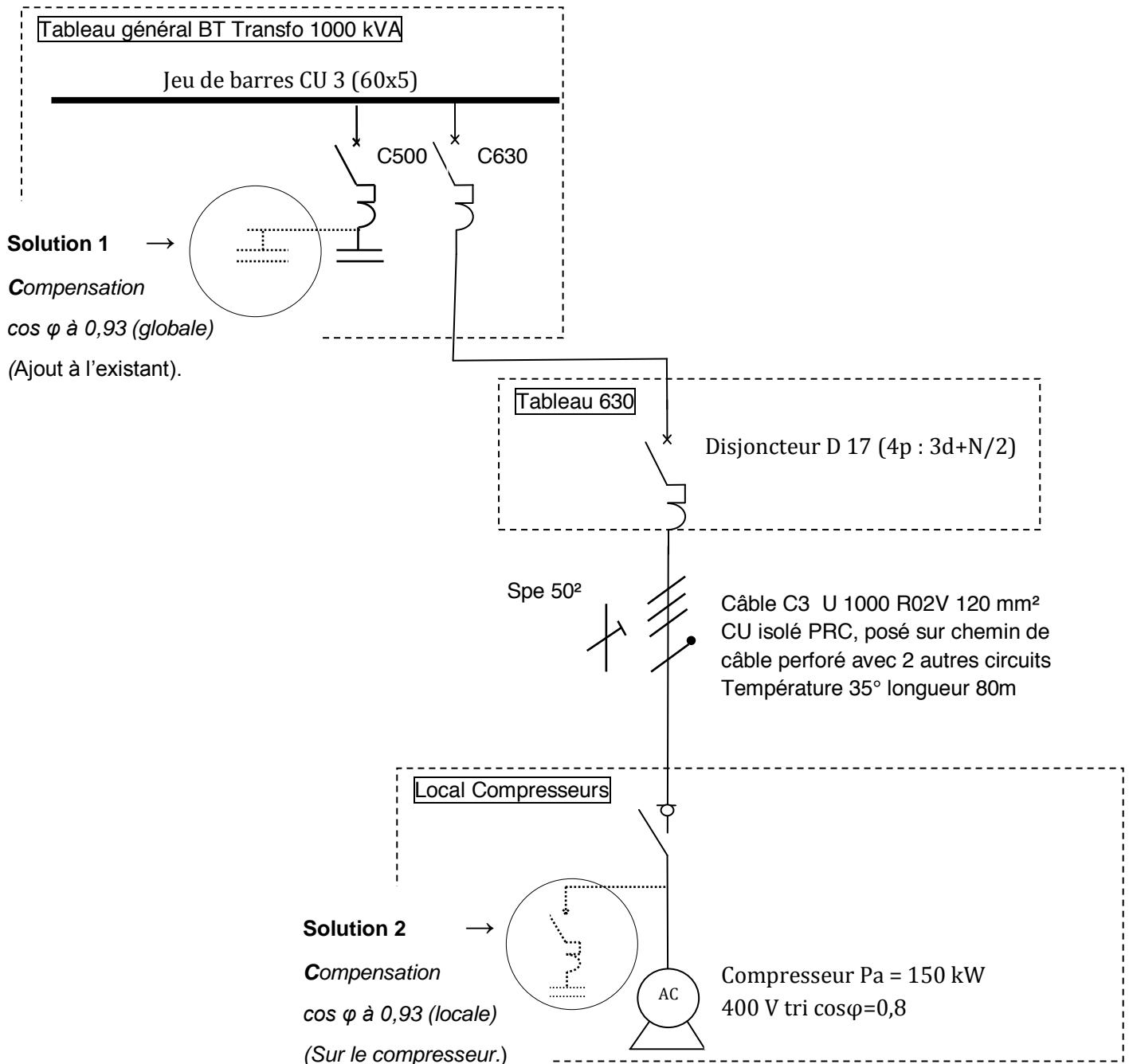
## Partie B : Réseau électrique basse tension

Pour donner suite aux conseils de l'organisme ayant réalisé l'audit énergétique, il y a lieu de remplacer le compresseur « secours » par un compresseur plus performant. Dans le cadre de ce remplacement, nous vous proposons d'étudier deux solutions de compensation de l'énergie réactive consommée par le compresseur.

On vous demande :

- d'analyser les deux solutions techniques de compensation de l'énergie réactive ;
- d'effectuer le meilleur choix technico-économique ;
- de vérifier que la protection des personnes est assurée.

### Alimentation d'un nouveau compresseur avec compensation



**B 1 Comparer** les avantages et les inconvénients de chaque solution.  
**Proposer** la solution de compensation qui présente le plus d'avantages entre la solution 1 et la solution 2.

Solution 1	Solution 2
<u>Avantages :</u>	<u>Avantages :</u>
<u>Inconvénients :</u>	<u>Inconvénients :</u>
<b>Proposition retenue :</b>	

**B 2 Calculer** le courant  $I_B$  qui circule dans le câble C3.

Solution 1	Solution 2

**B 3 Choisir** le disjoncteur D17 nécessaire à la protection de ce circuit.

Solution 1	Solution 2



<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																								
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																								
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>									
<i>(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)</i>																									

<b>Concours</b>	<input type="text"/>			<b>Section/Option</b>	<input type="text"/>				<b>Epreuve</b>	<input type="text"/>				<b>Matière</b>	<input type="text"/>		
-----------------	----------------------	--	--	-----------------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--

EFE GET 2

## Partie B : B4 à B11

Afin de pouvoir réutiliser le câble existant (Choix économique), on admettra que le courant d'emploi  $I_B$  sera celui de la solution N°2.

**B 4 Préciser** les réglages de la protection long retard des déclencheurs électroniques adaptés au circuit à protéger.

Solution 2
1. <u>Calibre</u> :
2. <u><math>I_r</math>, Réglage fin</u> :

**B 5 Vérifier**, à partir des données du schéma page 9/26 du dossier travail demandé, que le câble C3 de désignation U 1000 RO2V (PR) convient en fonction de son mode de pose.

NB : La section du conducteur de neutre est plus petite que la section du conducteur de phase.

*On admettra:  $I_n = I_z = 240 A$*

Solution 2

**B 6 Calculer** la puissance de la batterie de condensateurs nécessaire pour obtenir la tangente  $\varphi$  maximum tolérée par EDF. **Déterminer** la référence (avec disjoncteur) de cet équipement, et **préciser** sa puissance et son prix.

Batterie de condensateurs

Actuellement l'énergie réactive facturée annuellement pour l'ensemble de l'usine représente 53 172 kVarh pour environ 4800 heures de fonctionnement et cela entraîne une surfacturation de 816 € HT.

**B 7 Comparer** l'énergie réactive produite au niveau du compresseur par la solution retenue à celle facturée annuellement. **Indiquer** l'économie réalisée.

Solution 2

**B 8 Conclure** sur les avantages de la solution n°2 et quant au retour sur investissement (on se limitera au coût du matériel).

------------------------------------------

**B 9 Identifier**, d'après le schéma du dossier présentation générale de l'entreprise page 12/14, le schéma des liaisons à la terre du réseau de distribution. **Enumérer** les principales caractéristiques de ce schéma.

------------------------------------------

**B 10** Vérifier si la protection des personnes est assurée dans le local compresseurs.

**B 11** Indiquer ce qu'il faut faire dans le cas où la protection des personnes contre les contacts indirects n'est pas assurée dans ce type de schéma des liaisons à la terre.

<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																								
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																								
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>									
<i>(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)</i>																									

<b>Concours</b>	<input type="text"/>			<b>Section/Option</b>	<input type="text"/>				<b>Epreuve</b>	<input type="text"/>				<b>Matière</b>	<input type="text"/>		
-----------------	----------------------	--	--	-----------------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--

EFE GET 2

## Partie C : C1 à C12

## Partie C : Renouvellement d'air

Le renouvellement d'air des zones de polissage est repéré, lors de l'audit énergétique, comme étant très énergivore.

Nous vous proposons d'étudier la mise en place d'horloges, de variateurs électroniques de vitesse ainsi que la communication avec la GTB comme étant les solutions envisagées à l'issue de l'audit.

De plus, en vue de réduire les temps d'arrêt de production, l'entreprise souhaite se doter d'un moteur de rechange.

On vous demande :

- de choisir un moteur de rechange ;
- de chiffrer les économies potentielles ;
- de choisir de nouveaux constituants devant permettre de réaliser ces économies d'énergie.

### Caractéristiques des moto-ventilateurs

**C1 - Déterminer** les codes utilisés pour spécifier l'orientation adoptée pour le ventilateur de la tourelle N°1 et **indiquer** la position de montage du moteur de ce dépoussiéreur. (Voir *dossier présentation générale de l'entreprise* page 14/14 et *dossier ressources* pages 25 et 26/53).

**C2 - Déterminer** la désignation et le code du moteur de rechange du ventilateur n°1. (Voir *dossier ressources* pages 27 et 28/53).

**C3 - Calculer** la puissance absorbée par chacun des moteurs à trois quarts de leur charge nominale.

**C4 - Calculer** l'énergie électrique économisée par an, les dépoussiéreurs ne fonctionnent que durant la production selon les conditions du *dossier présentation générale de l'entreprise* page 13/14.

**C5 - Estimer** le potentiel de gain supplémentaire de consommation électrique que représente la mise en place d'une Variation électronique de vitesse (VEV) sur les dépoussiéreurs, durant la production.

L'aspiration et le rejet à l'extérieur de l'air dépoussiéré entraîne nécessairement l'admission d'air neuf en remplacement dans l'atelier.

**C6 - Calculer** la quantité totale d'énergie en kWh économisée pour un débit de ventilation de  $Q = 7000 \text{ m}^3/\text{h}$  par dépoussiéreur, dans le cas d'une commande par horloge (voir *dossier ressources* page 29/53).

--

**C7 - Conclure** en reprenant les résultats des questions C4 et C5 sur l'intérêt de chaque proposition de l'audit énergétique (Voir *dossier présentation générale de l'entreprise* pages 8 et 13/14).  
*Nous limiterons l'étude aux gains sur la consommation d'électricité.*

Action	Gain potentiel	Retour sur investissement

**Conclusion :**

--

## Variation électronique de vitesse (V.E.V)

Souhaitant prolonger sa politique de recherche d'économie d'énergie, la société souhaite mettre en place des variateurs de vitesse électroniques sur les dépoussiéreurs.

**C8 - Choisir** la référence du variateur qui alimentera les moto-ventilateurs.

**C9 - Justifier** pourquoi est-il nécessaire de tenir compte de l'avertissement du guide de mise en service du variateur § 431 (Voir *dossier ressources* page 31/53).

**C10 - Vérifier** si la mise en place de ces variateurs est possible dans les coffrets de commande des dépoussiéreurs du point de vue de l'encombrement.

L'entreprise LISI MEDICAL Orthopaedics a choisi d'associer un capteur de pression différentielle aux variateurs des dépoussiéreurs pour que l'aspiration de chaque poste de travail conserve son débit quel que soit le nombre de bouches d'aspiration ouvertes.

**C11 - Justifier** le choix du type de capteur (voir *dossier ressources* page 33/53).

**C12 - Choisir** à partir de la page 34/53 du *dossier ressources*, un capteur possédant une sortie analogique 0-10 V et un afficheur pour faciliter la maintenance et les réglages. La mesure se fera de - 500 à 1000 mmH<sub>2</sub>O.

Référence :



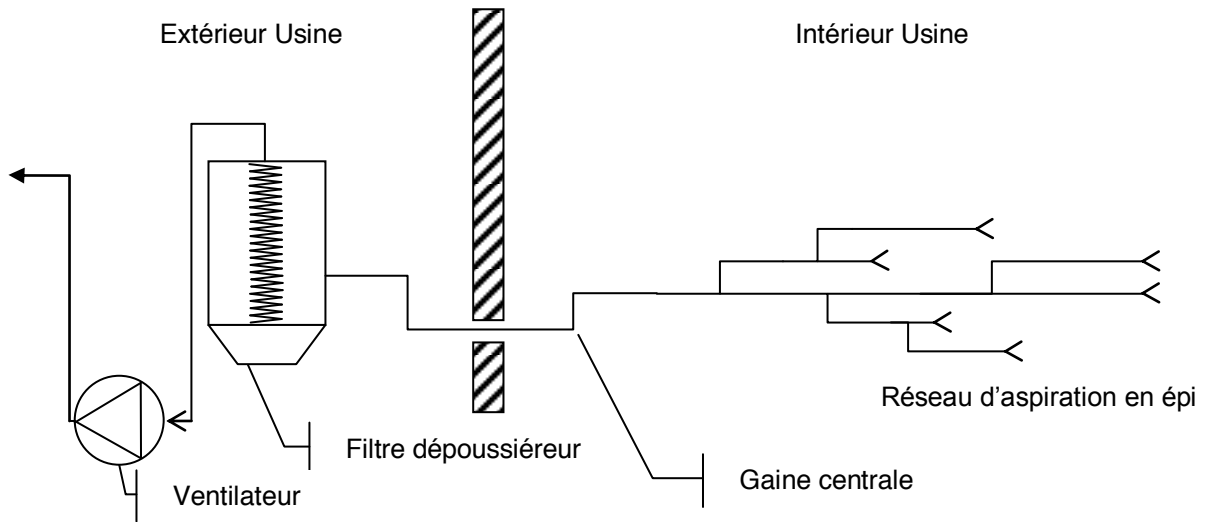
<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																								
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																								
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>									
<i>(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)</i>																									

<b>Concours</b>	<input type="text"/>			<b>Section/Option</b>	<input type="text"/>				<b>Epreuve</b>	<input type="text"/>				<b>Matière</b>	<input type="text"/>		
-----------------	----------------------	--	--	-----------------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--	--	----------------	----------------------	--	--

EFE GET 2

## Partie C : C13 à C24

**C13 - Indiquer** l'emplacement possible de ce capteur sur le schéma ci-dessous.

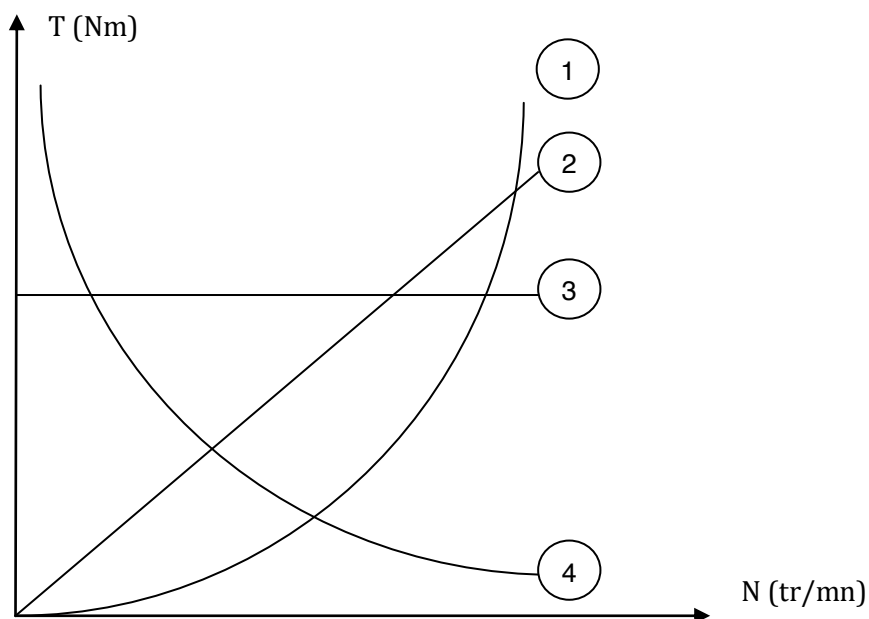


**C14 - Indiquer** de manière générale l'intérêt que présente la variation électronique de vitesse par rapport au démarrage direct.

**C15 - Préciser** l'intérêt sur la consommation d'énergie réactive que présente la mise en place de variateurs de vitesse. **Calculer** la différence de puissance réactive consommée entre une charge inductive de 60 kW présentant un facteur de puissance de 0.79, et cette charge alimenté par un variateur de vitesse.

**C16 - Conclure** quant à la pertinence d'installer une batterie de condensateur pour éviter la facturation d'énergie réactive excédentaire dans l'usine, si l'on installe ces variateurs.

**C17 - Choisir** la courbe qui représente l'évolution du couple résistant en fonction de la vitesse d'une charge entraînée de type « ventilateur », et **indiquer** son numéro.



Caractéristique N°

**C18 - Expliquer** l'évolution de la puissance consommée pour une diminution de vitesse de 50 % d'une charge de type « ventilation ».

**C19 - Proposer**, à partir du *dossier ressources* page 32/53, une méthode de suivi des consommations mensuelle des dépoussiéreurs équipés de variateur.

## Gestion énergétique communicante des centrales de traitement d'air

Une liaison permettant la communication doit être réalisée entre les variateurs des dépoussiéreurs et l'ordinateur de la G.T.B.

Le service technique de l'usine souhaite une communication en protocole TCP/IP.

Pour cela on vous demande :

- de justifier les choix technologiques;
- d'étudier la solution retenue.

**C20 - Préciser** l'intérêt d'utiliser le réseau Ethernet pour cette communication.

**C21 - Déterminer** le type des connecteurs à utiliser pour la liaison de communication sur le « module de solutions » que le constructeur du variateur propose (voir *dossier ressources* pages 37 et 38/53).

**C22 - Cocher** la bonne réponse. Dans les câbles réseau Ethernet on utilise réellement :

- 1 paire ;
- 2 paires ;
- 3 paires ;
- 4 paires.

**C23 - Choisir** le câble Ethernet selon les recommandations du guide de l'utilisateur du module SM-Ethernet dans un milieu comportant des perturbations électromagnétiques pour réaliser la liaison fixe entre le switch n°2 et chaque variateur (voir *dossier ressources* pages 39 et 41/53)

**Référence :**

**C24 - Compléter** la ligne de commande MS-DOS pour tester la liaison avec le premier variateur, à partir de la station dédiée à la gestion technique du bâtiment lors de la première mise en service. **Indiquer** la réponse attendue à cette requête (voir *dossier ressources* page 40/53).

**Ping**

<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																								
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																								
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>									
<i>(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)</i>																									

<b>Concours</b>	<b>Section/Option</b>	<b>Epreuve</b>	<b>Matière</b>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

EFE GET 2

**Partie C : C25 à C27**  
**Partie D : D1 à D4**

**C25 - Paramétrer** la boîte de dialogue « paramètres réseau », de la station dédiée à la gestion technique du bâtiment, pour établir pour la première fois la communication entre celle-ci et le premier variateur.

**C26 - Déterminer** les adresses réseau possibles pour les 5 variateurs en fonction des indications de la topologie du réseau Ethernet de l'usine LISI MEDICAL Orthopaedics.

**C27 - Indiquer** ci-après les paramètres et les adresses retenues à rentrer dans les variateurs pour rendre possible la communication entre la GTB et les 5 variateurs de vitesse des dépoussiéreurs.

Variateur Paramètre	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5

## Partie D : Installation incendie

Une réorganisation du plateau administratif de l'entreprise a entraîné une modification importante des locaux. Profitant de cette restructuration, l'entreprise LISI MEDICAL Orthopaedics a décidé de rénover la totalité de son système de sécurité incendie. Ci-dessous, vous trouverez un extrait du CCTP définissant le cahier des charges de la nouvelle installation de sécurité incendie.

### 3.3 Système de sécurité incendie

L'entreprise devra prévoir la mise en œuvre d'un Système de Sécurité Incendie de catégorie dont un Equipement d'Alarme, comprenant la fourniture, la pose et le raccordement de l'ensemble des éléments nécessaires à son bon fonctionnement.

#### 3.3.1 Equipements

##### Références normatives

- Equipement de contrôle et de signalisation (ECS) : NF EN 54-2/NF EN 54-4
- Centralisateur de mise en sécurité incendie (CMSI) : NF S 61-934/NF S 61-935/NF S 61-936
- Déclencheur manuel (DM) : NF EN 54-11
- Détecteur automatique (DA) : NF S 61-950/NF EN 54-5/NF EN 54-7/NF EN 54-10/NF EN 54-12

**Extrait CCTP**

##### Tableau de détection (Equipement de Contrôle et de Signalisation)

L'entreprise veillera à fournir un équipement Catégorie A et de type 1 muni de 8 boucles de détection distinctes avec une capacité de 32 points de détection par boucle

##### Tableau de mise en sécurité (Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie)

- Il devra disposer de 12 lignes de mise en sécurité
- Le CMSI devra disposer d'une unité de gestion d'alarme (UGA)
- Activation de l'Unité de Gestion d'Alarme pour tout ou partie des lignes de détection
- Lignes de mise en sécurité à émission ou à rupture de courant pouvant piloter du compartimentage et du désenfumage...

##### Déclencheurs manuels (DM)

- Fixation saillie, à membrane avec indicateur mécanique réarmable

##### Détecteurs automatiques (DA)

- DA optique ponctuel de fumée, DA de chaleur ou DA de flamme

##### Diffuseurs sonores (DS)

- DS non autonomes : fixation saillie, plusieurs Puissances acoustiques (90 dB), ou encastrée, alimentation 48 V.

##### Dispositifs actionnés de sécurité (DAS)

Indépendant du tableau d'alarme ou commandé localement ou via le CMSI.

##### Alimentation électrique de sécurité (AES)

Pour alimenter les DAS.

#### 3.3.2 Canalisations

Les câbles nécessaires au système de sécurité incendie seront indépendants des autres canalisations et chemineront dans les compartiments spécifiques des chemins de câbles, goulottes ou fourreaux.

Hormis pour un usage propre à ces locaux, les canalisations des installations de sécurité ne devront pas traverser de locaux à risque accru.

Les câbles d'alimentation des installations de sécurité seront de catégorie CR1 (résistant au feu) et leurs dispositifs de jonction et de dérivation satisferont à l'essai au fil incandescent à 960°C.

Les boucles de détection seront réalisées avec du câble de type fil-alarme (couleur rouge) de catégorie C2.

Des conducteurs de catégories C2 peuvent être utilisés pour les dispositifs à rupture de circuit (Ventouses) ou s'ils sont disposés dans des cheminements (caniveaux, vides, galeries) protégés par des parois coupe-feu 1 heure.

Le câblage des détecteurs sera effectué avec du câble de type Fil-alarme (de couleur rouge) ou équivalent.

Les contacts de position de DAS seront tous sans exception câblés en câble CR1.

**D 1 Donner** la signification des termes suivants : CCTP, ECS ; CMSI et UGA.

CCTP : ECS : CMSI : UGA :
------------------------------------

**D 2 Expliquer** le rôle respectif de chacun des deux éléments suivants.

ECS :	CMSI :
-------	--------

**D 3 Justifier** la conformité du choix de l'ECS et du CMSI au regard des clauses du CCTP (voir *dossier ressources* pages 42 à 44/53).

--

**D 4 Préciser** les types de détections automatiques mises en œuvre dans les zones citées ci-dessous (cocher les bonnes réponses).  
 Voir *dossier ressources* page 42, 45 et 46/53.

	Ateliers de finition	Ateliers de forge	Chaufferie	Salles blanches	Bureaux
Détecteur optique de fumée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Détecteur optique de chaleur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Détecteur optique de flammes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Détecteur manuel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Détecteur ionique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																							
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																							
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>								

*(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)*

<input type="checkbox"/>	<b>Concours</b>	<input type="text"/>	<b>Section/Option</b>	<input type="text"/>	<b>Epreuve</b>	<input type="text"/>	<b>Matière</b>	<input type="text"/>
--------------------------	-----------------	----------------------	-----------------------	----------------------	----------------	----------------------	----------------	----------------------

EFE GET 2

## Partie D : D5 à D12

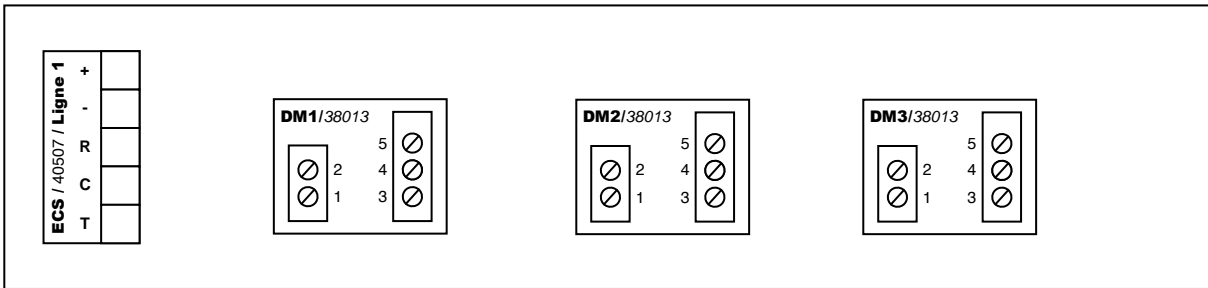
**D 5 Justifier** l'utilisation de technologies de détection différentes pour chaque local.

**D 6 Justifier** le choix des déclencheurs manuels (référence 38013). **Expliquer** l'impossibilité d'utiliser le détecteur référence 38064.

**D 7 Déterminer** le nombre de détecteurs nécessaire dans la salle blanche n° 3 (selon règle APSAD). **Justifier** votre réponse en faisant apparaître que les deux conditions d'implantations sont simultanément respectées (voir *dossier ressources* page 47 et 48/53).

- . Dimensions salles blanches (L x l x h en m) :
- Salle blanche n° 1 : 12,4 x 8,3 x 2,8 ;
- Salle blanche n° 2 : 10,3 x 7,5 x 2,8 ;
- Salle blanche n° 3 : 13,1 x 8,2 x 2,8.

**D 8 Proposer** le schéma de raccordement de la ligne 1 de l'ECS (déclencheurs manuels).  
Nota : par souci de simplification, seuls trois déclencheurs manuels (DM) seront représentés (voir dossier ressources page 49 à 53/53).

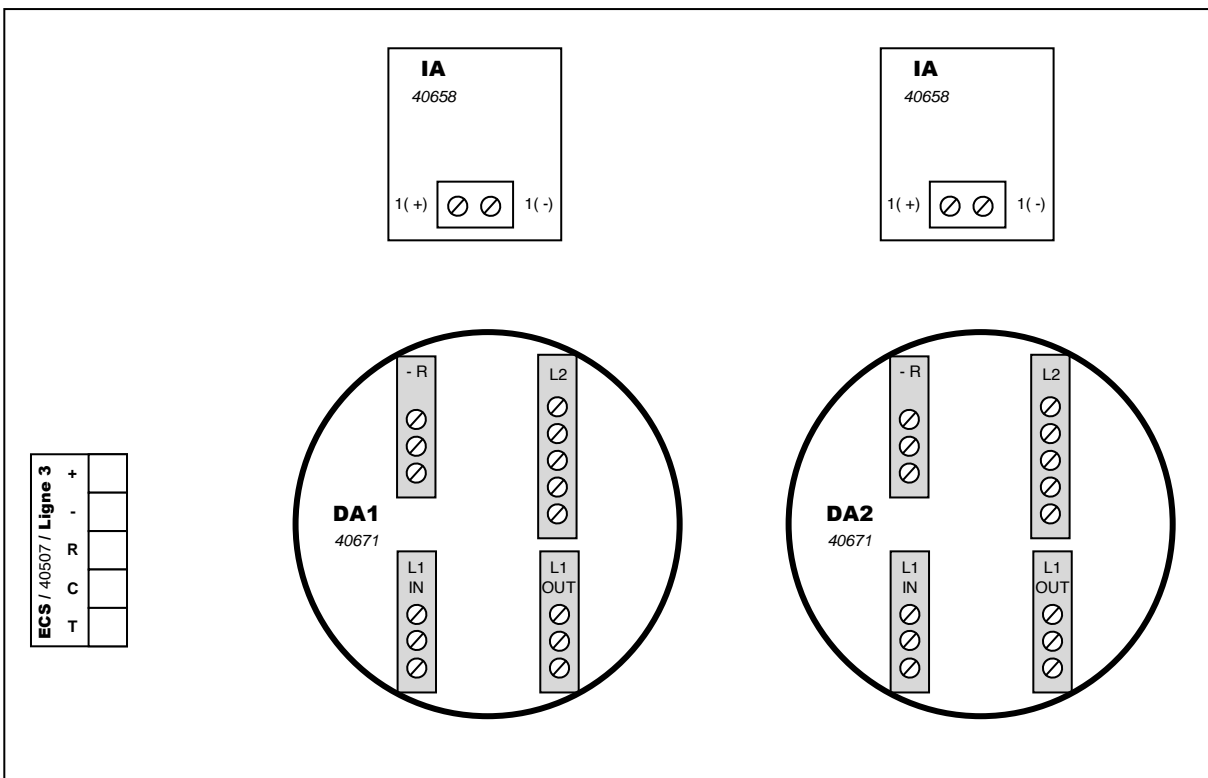


**D 9 Compléter** le schéma de raccordement de la ligne 3 de l'ECS (détecteurs automatiques salles blanches 1, 2).

(Voir dossier ressources page 49 à 53/53).

Nota : par souci de simplification, un seul détecteur automatique (DA) sera représenté par salle blanche :

- DA 1 : salle blanche n° 1 ;
- DA 2 : Salle blanche n° 2



**D 10 Expliquer** le rôle de l'A.E.S raccordée au C.M.S.I.

**D 11 Déterminer** la référence de l'AES, en tenant compte que dans le futur les besoins pourraient être majorés de 20%.  
(Voir *dossier ressources* page 49 à 53/53).

**D 12 Compléter** le tableau ci-dessous en précisant la puissance prévisionnelle pour chaque ligne, la section des conducteurs à mettre en œuvre et la catégorie du câble à utiliser.

	Puissance installée	Distance D.A.S	Section des conducteurs	Catégorie du câble (Entourer la bonne réponse)	
Ligne 1,3 et 5		60 m		C2	CR1
Ligne 2,4 et 6		42 m		C2	CR1
Ligne 7		110 m		C2	CR1
Ligne 8		184 m		C2	CR1
Ligne 9		75 m		C2	CR1
Ligne 10		174 m		C2	CR1
Ligne 11		105 m		C2	CR1

<b>Nom :</b> <i>(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)</i>	<input type="text"/>																							
<b>Prénom :</b>	<input type="text"/>																							
<b>N° d'inscription :</b>	<input type="text"/>								<b>Né(e) le :</b>	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>		/	<input type="text"/>								

*(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)*

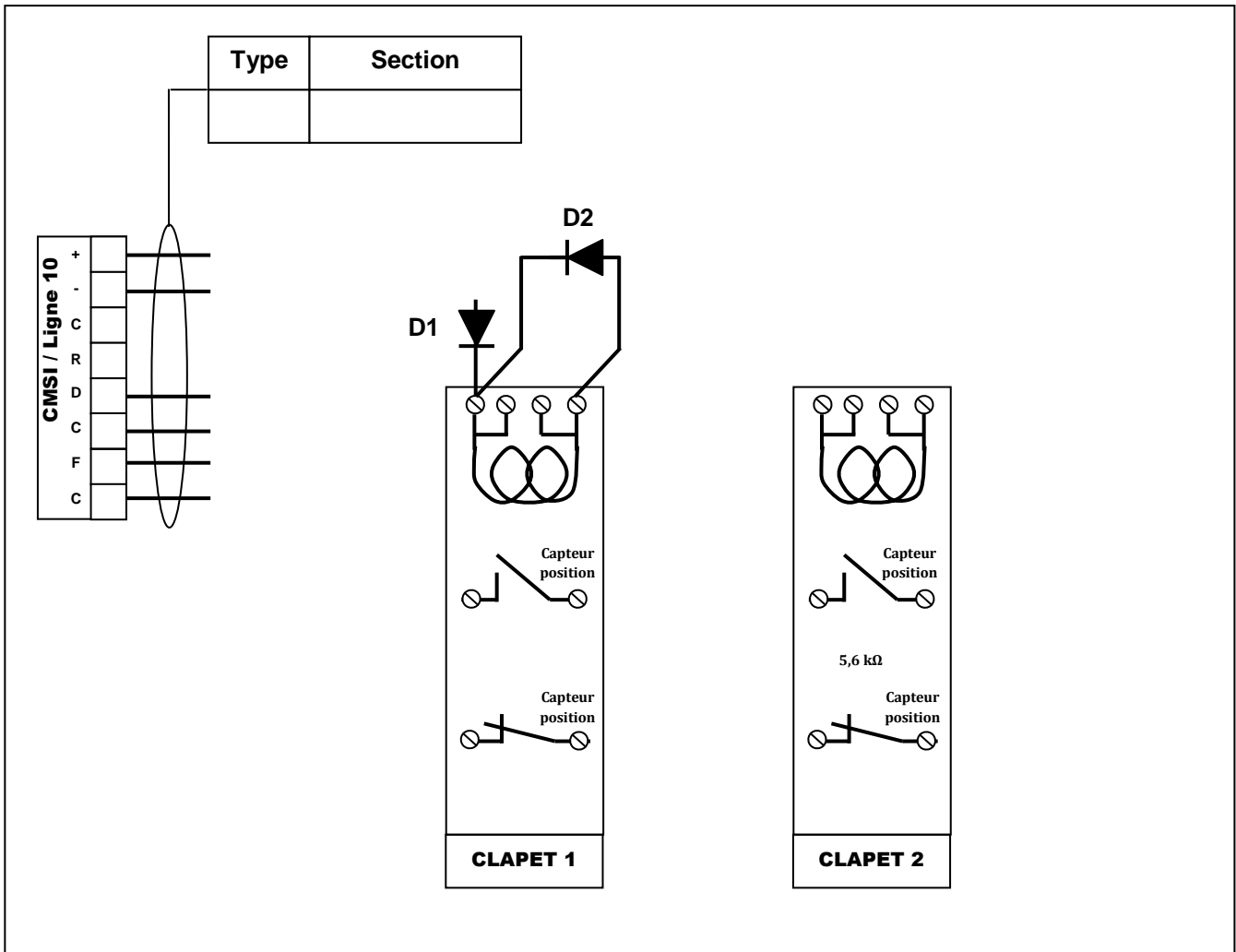
<b>Concours</b>	<b>Section/Option</b>	<b>Epreuve</b>	<b>Matière</b>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

EFE GET 2

## Partie D : D13 et D14

**D 13 Compléter** le schéma de raccordement de la ligne 10 du C.M.S.I (câblage identique aux volets de désenfumage). **Préciser** le type et la section du câble mis en œuvre.  
 (Voir *dossier ressources* page 49 à 53/53).

Nota : par souci de simplification, seul deux clapets seront représentés.



**D 14 Expliquer** les fonctions respectives des éléments repérés D1 et D2 dans le schéma précédent.

D1 :

D2 :