

SESSION 2020

---

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE  
ET CAFEP**

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

**ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE**

Durée : 4 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 le (la) conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il lui 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 la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de porter quelque signe d'identification que ce soit.**

## INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	5200J	101	7397

► **Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	5200J	101	7397

## Conseils aux candidats

Le candidat rédige ses réponses sur une ou plusieurs copies vierges normalisées en repérant systématiquement le numéro de la question traitée.

Certaines questions conduisent le candidat à compléter un document réponse (DR), l'ensemble du dossier des documents-réponses sera rendu y compris les documents non complétés.

Il convient de changer de copie au début de chaque nouvelle partie.

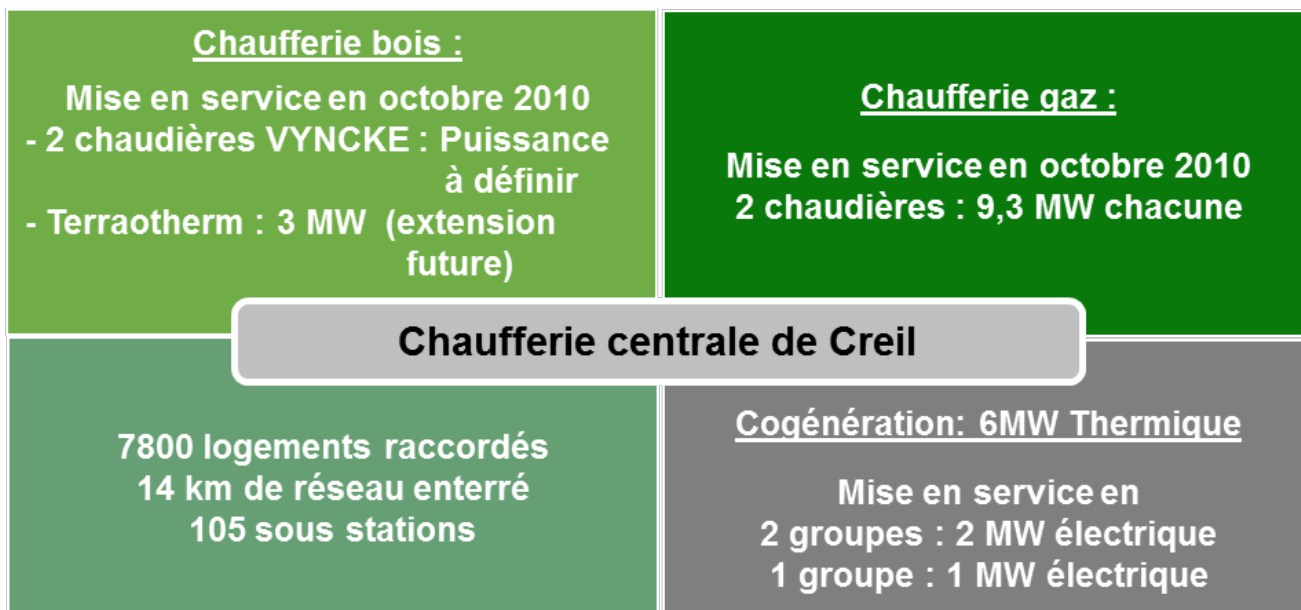
## L'épreuve comporte trois dossiers :

	Durée conseillée
1. Le dossier sujet constitué de cinq parties indépendantes :	
Lecture du sujet	0h15
▪ Partie A – Dimensionner les éléments de la chaufferie bois	1h10
▪ Partie B – Intégrer le Terraotherm dans l'installation électrique existante	1h05
▪ Partie C : Assurer la continuité de service	0h35
▪ Partie D – Mettre en sécurité les personnes	0h35
▪ Partie E – Mettre en œuvre une mixité énergétique	0h20
2. Le dossier technique et ressources dans lequel les documents sont repérés DTR	
3. Le dossier de documents réponses repérés DR.	

# DOSSIER SUJET

## SOMMAIRE

	Page
Présentation du contexte	3 à 5
Partie A – Dimensionner les éléments de la chaufferie bois	6
Partie A1 – Analyser les puissances mises en jeu lors de la production de chaleur	6
Partie A2 – Optimiser la combustion de la chaudière bois	7 à 8
Partie A3 – Déterminer l’entrainement du ventilateur à vitesse variable	9
Partie B – Intégrer le Terraotherm dans l’installation électrique existante	10
Partie B1 – Vérifier les capacités des équipements de distribution électrique	10
Partie B2 – Déterminer les équipements de distribution électrique alimentant l’installation Terraotherm	11
Partie C – Assurer la continuité de service	12
Partie C1 – Gérer les défauts machine dans le local Terraotherm	12 à 13
Partie D – Mettre en sécurité les personnes	14
Partie D1 – Détecter les gaz	14 à 15
Partie E – Mettre en œuvre une mixité énergétique	16
Partie E1 – Étudier les puissances d’une installation de cogénération	16 à 17
Partie E2 – Raccorder les alternateurs sur le réseau électrique	17



## **Présentation du contexte de l'étude**

### 1 - Enjeux

Face à la diminution des réserves d'énergies fossiles et la volonté de réduire la quantité d'énergie produite par les centrales nucléaires, la diversification des modes de production d'énergie s'impose. L'étude ci-après analyse la réduction de l'impact environnemental induite par une production d'énergie raisonnée et diversifiée.

### 2 - Problématique

En minimisant l'impact sur l'environnement et en améliorant l'efficacité énergétique des centrales de production de chaleur :

- Comment utiliser l'énergie provenant de la biomasse pour alimenter un réseau de chauffage collectif performant ?
- Comment utiliser l'énergie de la cogénération pour produire de l'énergie électrique et de chauffage ?

### 3 - Le site d'étude

La société Dalkia développe, réalise et gère des solutions énergétiques innovantes pour une croissance durable des villes et des entreprises. Dans l'Oise, cette société a signé un contrat d'affermage avec le groupe Oise Habitat pour développer la chaufferie centrale de Creil, afin de maintenir son bon fonctionnement mais aussi de développer les énergies renouvelables. Subventionnée par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), Dalkia a installé, dans un premier temps trois groupes de cogénération, puis

une centrale biomasse (chaudières bois) en 2010. Le coût de l'installation est de 11 millions d'euros.

Cet investissement permet aux habitants de bénéficier du taux réduit de la TVA sur la fourniture de l'énergie calorifique. Le taux réduit de 5,5% est accordé si la production de chaleur provient à 50% au minimum d'une énergie renouvelable (biomasse, géothermie, ...) conformément à l'article 278-0 bis alinéa B du code général des impôts.

#### 4 - Présentation de la chaufferie centrale

Point de départ du réseau de chauffage urbain, la chaufferie est composée de trois types d'unités de production de chaleur :

- des chaudières bois,
- des chaudières gaz,
- des unités de cogénération gaz.

La chaufferie centrale produit l'énergie calorifique nécessaire au réseau urbain du plateau de la ville de Creil. Celui-ci alimente en chauffage et en eau chaude sanitaire (ECS) 7800 logements.

Le bon fonctionnement de ces installations garantit la température de l'eau qui circule dans le réseau (appelé circuit primaire) jusqu'à l'utilisateur final.

#### 5 - Le fonctionnement de la chaufferie bois

Le bois de chauffage est déposé dans un silo par déchargement direct des camions. Le bois est stocké dans un silo de 900 m<sup>3</sup>, il est constitué à 50% de plaquettes forestières et à 50% de déchets bois valorisés. Le taux d'humidité moyen est de 40%.

Le silo possède des vis de centrage qui permettent d'étaler le tas de bois et d'éviter les débordements en fin de remplissage.

À l'aide de vérins hydrauliques, le bois est poussé vers un convoyeur permettant le chargement de la chaudière.

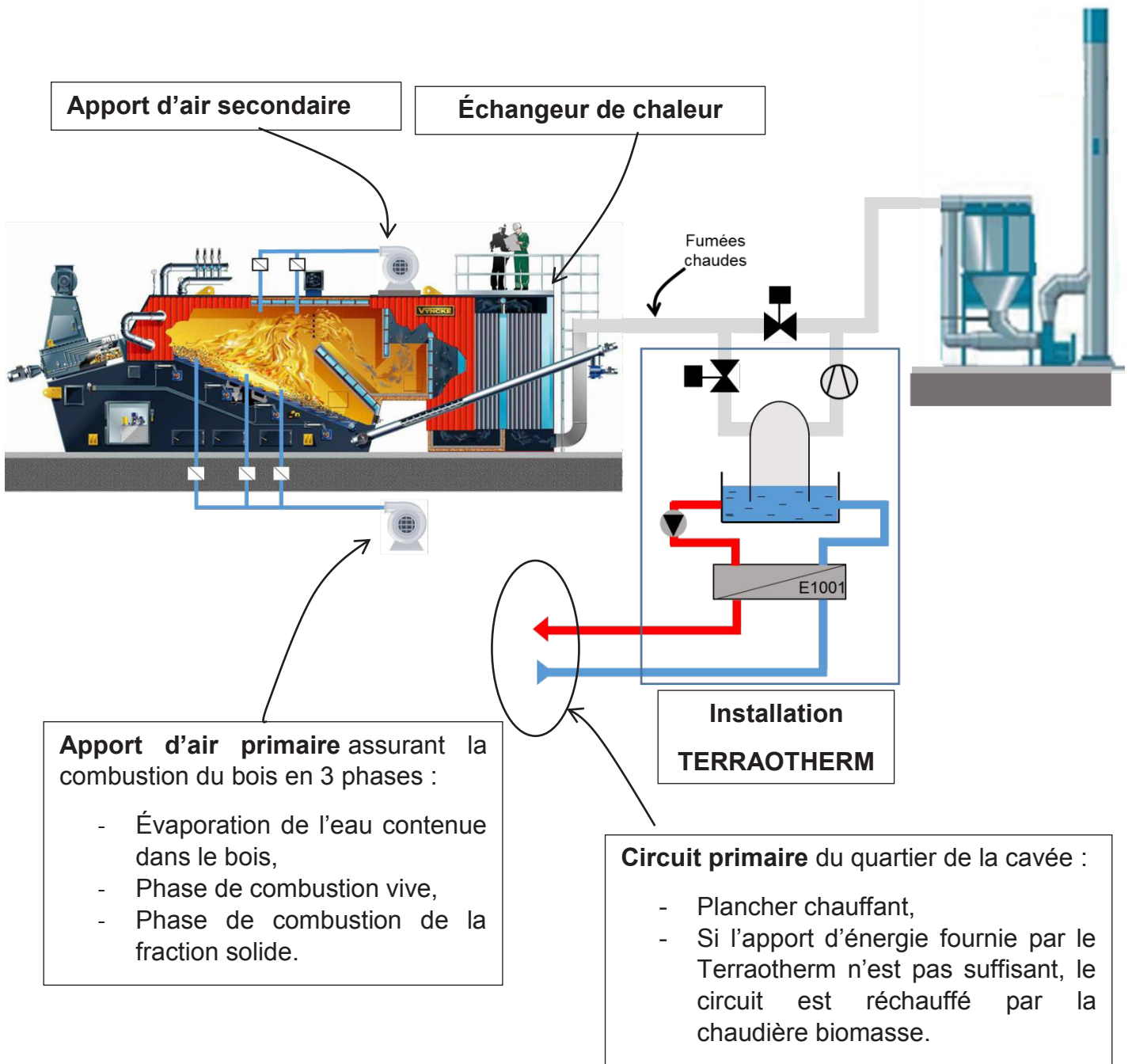
Le bois s'enflamme dans le foyer. Il poursuit sa combustion sur une grille inclinée à fond mouvant.

La chaleur dégagée par la combustion du bois permet de chauffer l'eau du réseau de chauffage collectif (eau du circuit primaire). La température du foyer est d'environ 800°C.

En sortie de chaudière, un échangeur de chaleur air/ eau permet d'extraire des calories à partir des fumées à température élevée et d'augmenter ainsi la température de l'eau primaire (90 à 105°C).

Pour s'inscrire pleinement dans la transition énergétique, la société Dalkia s'est associée avec la start-up Terraotherm pour mettre en place une nouvelle technologie de récupération de chaleur. Dalkia et Terraotherm ont installé un échangeur air/eau, sans plaque, entre les fumées chaudes issues des chaudières à bois et le circuit primaire de chauffage du quartier de la cavée (voir schéma ci-dessous).

## Synoptique d'une chaudière à bois équipée de l'installation Terraotherm



## PARTIE A – DIMENSIONNER LES ÉLÉMENTS DE LA CHAUFFERIE BOIS

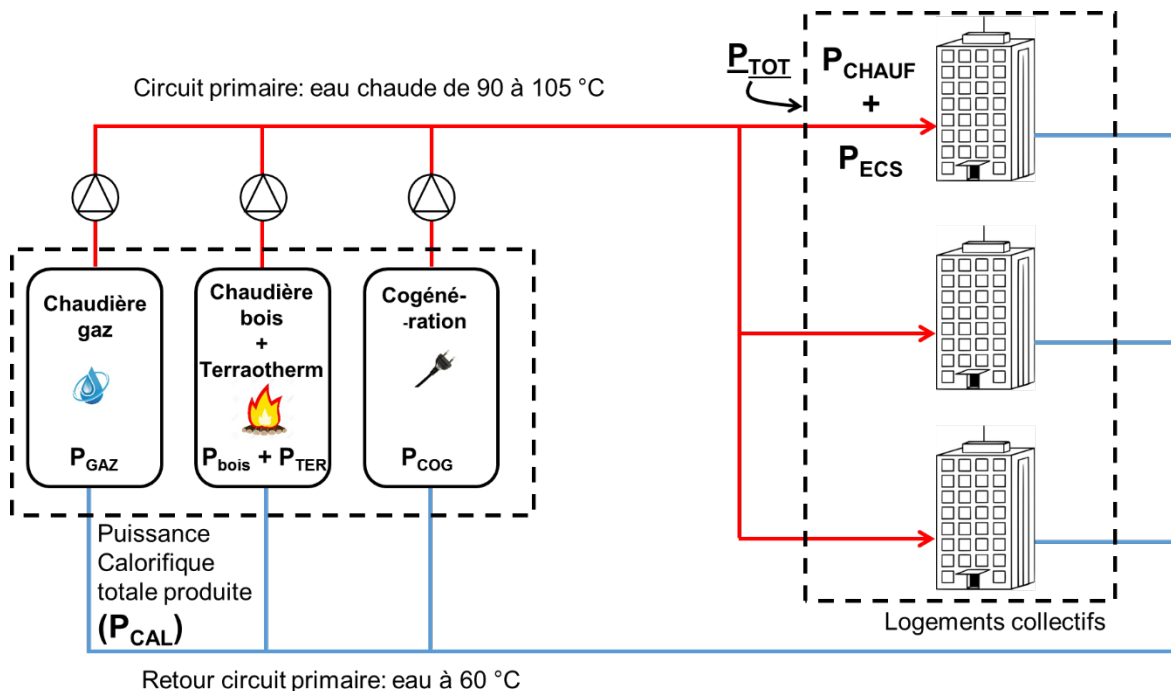
Cette partie permet de :

- vérifier la puissance calorifique fournie par les chaudières à bois pendant la période hivernale qui permet aux habitants de bénéficier de la TVA à 5,5% sur l'énergie ;
- dimensionner les systèmes de ventilation assurant une combustion optimale du bois.

> Dossier technique et ressources : DTR 1 à 6

> Documents réponse : DR A1 et DR A2

### A.1. Analyser les puissances mises en jeu lors de la production de chaleur



**A.1.1 Calculer** la puissance calorifique moyenne ( $P_{CHAUF}$ ), appelée puissance monotone, nécessaire pour chauffer tous les logements.

**A.1.2 Calculer** la production de chaleur totale à fournir ( $P_{TOT}$ ) en tenant compte de la fourniture de l'eau chaude sanitaire (ECS).

**A.1.3 Calculer** la puissance calorifique ( $P_{CAL}$ ) totale à produire sachant que les déperditions induisent un rendement global de 94% :  $\eta_{DEP} = 0,94$ .

**A.1.4** A partir des questions précédentes et des caractéristiques des équipements de production de chaleur, **calculer** la puissance totale des chaudières à bois ( $P_{Bois}$ ) actuellement.



**A.1.5 Calculer** la puissance totale des chaudières à bois ( $P_{\text{Bois}}$ ) lorsque le Terraotherm sera installé et ajoutera sa puissance à celle des autres équipements.

**A.1.6** Sur la période hivernale de l'année 2018, la chaufferie a produit 19,3 MW de puissance calorifique moyenne, **vérifier** que la puissance moyenne produite en renouvelable sur cette période permet d'appliquer la TVA à 5,5% sachant que les chaudières bois fonctionnent en priorité. **Conclure**.

## **A.2. Optimiser la combustion de la chaudière bois**

La société Dalkia a installé deux chaudières à bois. On s'intéresse dans cette partie à une seule chaudière.

Pour assurer une combustion complète du bois et extraire un maximum de calories, il est nécessaire d'apporter une quantité d'oxygène suffisante au Terraotherm. Afin de créer ces conditions optimales de fonctionnement, des ventilateurs à vitesse variable seront installés et ajusteront le débit d'air des chaudières à bois.

**Dans cette partie, on envisage de vérifier l'association moto-variateur permettant d'ajuster la plage de variation de vitesse afin d'optimiser la combustion du bois.**

La masse de bois permettant à la chaudière de fournir sa puissance calorifique nominale pendant une heure est de 1170 kg. Dans ces conditions, la combustion optimale est obtenue avec un débit d'air de  $5850 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

**A.2.1 Relever** les caractéristiques de débit ( $Q_P$ ) et de vitesse de rotation ( $N_V$ ) du ventilateur primaire installé par la société Airvision.

**A.2.2 Calculer** le rapport de multiplication ( $i$ ) du système d'entraînement poulies – courroie entre le moteur et le ventilateur.

**A.2.3** À partir de l'abaque Acovent et des caractéristiques de l'installation, **déterminer** la puissance mécanique à l'entrée du ventilateur ( $P_{\text{abs}}$ ). **Calculer** la puissance mécanique sur l'axe du moteur.

**A.2.4** En vous référant au dossier technique, **choisir** le moteur de ventilation du circuit primaire.

La **puissance utile installée du moteur de ventilation est de 11 kW**, nous prendrons cette valeur pour la suite du sujet. Ce moteur asynchrone comporte 2 paires de pôles.

**A.2.5 Déterminer** la vitesse de synchronisme nominale ( $N_S$ ) puis en déduire la valeur du glissement nominal ( $g_N$ ) du moteur lorsqu'il est alimenté par le réseau Enedis.

**A.2.6 Relever** le couple utile nominal ( $T_{uN}$ ) développé par le moteur.

**A.2.7 Tracer** la partie utile du couple moteur pour trouver le point de fonctionnement (à vide le glissement sera considéré comme nul).

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR A1

**A.2.8 Relever** le couple utile du moteur ( $T_{uM}$ ) et la vitesse de rotation  $N_M$  au point de fonctionnement.

La vitesse de rotation du moteur de ventilation est ajustée par un variateur électronique à commande  $\frac{V}{f}$  constant.

**A.2.9** Pour assurer une combustion optimale du bois, le débit d'air doit varier de 40% à 100%, **déterminer** la vitesse minimale du moteur de ventilation ( $N_{40\%}$ ) sachant que le débit d'air est proportionnel à la vitesse de rotation du moteur.

**A.2.10 Tracer** la partie utile du couple moteur pour la vitesse de rotation assurant le débit d'air de 40%. **Relever** la vitesse de synchronisme du moteur  $N_{S40\%}$ .

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR A1

**A.2.11 Calculer** la fréquence minimale ( $f_{40\%}$ ) d'alimentation du moteur permettant une combustion optimale de la chaudière bois à puissance de chauffage nominale.

### **A.3. Déterminer l'entraînement du ventilateur à vitesse variable**

**Cette partie aboutit aux choix du variateur de vitesse et à la conception des schémas électriques de l'alimentation du moteur de ventilation d'air primaire.**

- Moteur asynchrone de puissance utile 11 kW,
- Gamme Schneider ATV61, standard,
- Interface graphique fixe pour le paramétrage,
- Commande de vitesse par consigne analogique en courant (4 – 20 mA),
- Ordre de marche par contact sec.

**A.3.1 Déterminer** la référence du variateur permettant de réaliser la variation de débit d'air du ventilateur entre 40% et 100%.

**A.3.2 Compléter** le schéma de câblage du variateur (module de puissance et unité de commande). Les contraintes ci-dessous sont à prendre en compte :

- Le module de puissance est alimenté par un contacteur et un disjoncteur (type Ma).
- La consigne de vitesse est transmise par un signal analogique 4 – 20mA provenant de l'automate de gestion.
- La commande de marche est effective si l'entrée LI1 est active (sortie API – voie 1.4.2).

- Les défauts concernant le variateur (contact R1) et le variateur en fonctionnement (contact R2) sont rapportés sur l'automate de gestion respectivement sur les voies 1.1.1 et 1.1.2.
- Vous devez faire apparaître clairement les câbles blindés et les liaisons à la terre nécessaires à la protection des personnes.  
→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR A2

## **PARTIE B – INTEGRER LE TERRAOTHERM DANS L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE EXISTANTE**

L'installation de cet équipement vise à accroître la production de chaleur en énergie renouvelable de la chaufferie centrale de Creil. Les fumées encore chaudes en sortie de la cheminée sont envoyées dans des échangeurs de chaleur pour apporter des calories au fluide primaire avant d'être rejetées dans l'atmosphère. La puissance calorifique supplémentaire produite ainsi est estimée à 3MW.

**Dans cette partie, on envisage de :**

- **vérifier la capacité de l'installation électrique existante à supporter l'augmentation de consommation électrique due au Terraotherm.**
- **définir les équipements électriques assurant l'alimentation de cette installation.**

> Dossier technique et ressources : DTR 7 à 12

> Documents réponse : DR B1 et DR B2

### **B.1. Vérifier les capacités des équipements de distribution électrique**

Le schéma unifilaire de l'installation indique pour chaque récepteur sa puissance absorbée.

**B.1.1 Compléter** le tableau des puissances installées DR B1 et **calculer** la puissance installée totale permettant l'alimentation de la chaufferie ( $P_i$ ).

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR B1

**B.1.2 Vérifier** que la puissance apparente  $S_N$  du transformateur est suffisante pour supporter cette augmentation de puissance si l'entreprise satisfait aux conditions d'Enedis :  $\cos \varphi = 0,93$ .

**B.1.3** Une étude théorique approfondie des puissances réactives a mis en évidence que le facteur de puissance réel total de l'installation est de 0,84. **Calculer** la puissance réactive de la batterie de condensateurs  $Q_c$  permettant de répondre aux conditions d'Enedis.

**B.1.4. Déterminer** le type de compensation à mettre en œuvre en respectant la documentation Schneider électrique.

Remarque :  $S_n$  est la puissance apparente du transformateur

**B.1.5 Calculer** le rapport  $\frac{G_H}{S_N}$ , puis **choisir** la batterie de condensateur sans disjoncteur à installer (minimum de gradins si compensation automatique).

## **B.2. Déterminer les équipements de distribution électrique alimentant l'installation Terraotherm**

Dans un premier temps, il est nécessaire de définir l'intensité de court-circuit en tout point de l'installation.

**B.2.1 Déterminer** la valeur des courants de court-circuit triphasés présumés aux points C et D de l'installation.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR B2

**B.2.2 Citer** quatre paramètres permettant de choisir un disjoncteur.

**B.2.3 Calculer** l'intensité du courant d'emploi ( $I_B$ ) du circuit Terraotherm.

**B.2.4 Choisir** la référence du disjoncteur  $Q_{20}$  (l'intensité de court-circuit au point D est estimé à 25 kA).

**B.2.5 Déterminer** les valeurs des potentiomètres de réglage ( $I_r$  et  $I_{sd}$ ) du déclencheur micrologique 5 afin de protéger convenablement l'installation (le courant magnétique sera réglé à 3400 A).

**B.2.6 Déterminer** la section du câble mono conducteur  $C_{20}$  permettant d'alimenter le tableau électrique de l'installation Terraotherm :

- les coefficients  $K_S$  et  $K_N$  sont pris égaux à 1,
- la section maximale d'un câble mono conducteur sera de 300 mm<sup>2</sup>,
- pour faciliter la pose des câbles électriques, on utilisera deux câbles par phase.

## **PARTIE C – ASSURER LA CONTINUITÉ DE SERVICE**

La présence des techniciens dans les locaux de production de chauffage n'étant pas permanente, il est nécessaire de les avertir lors d'un dysfonctionnement. Pour assurer la continuité de service, la mise en œuvre des moyens de protection et des équipements fiables sont obligatoires.

**Dans cette partie, on envisage de déterminer les solutions techniques permettant de répondre aux exigences de continuité de service.**

> Dossier technique et ressources : DTR 13 à 17

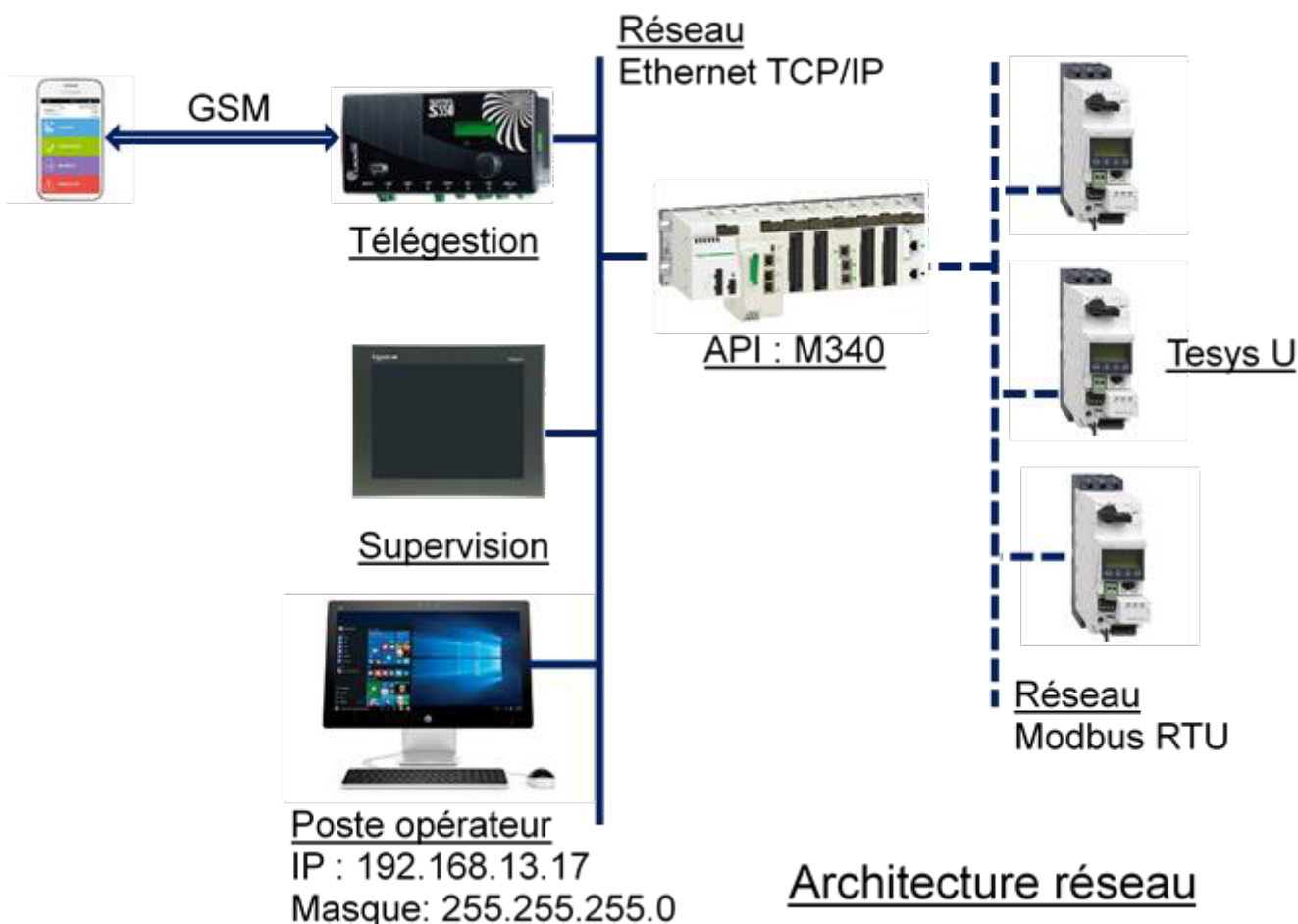
> Documents réponse : DR C1 et DR C2

## C.1. Gérer les défauts machine dans le local Terraotherm

La circulation du fluide caloporteur entre la chaufferie et les sous-stations des quartiers de la ville de Creil est assurée par trois pompes identiques P1201, P1301 et P1401. Le dysfonctionnement de l'une de ces pompes entraîne l'indisponibilité des services pour l'ensemble des clients du quartier concerné. La conduite du système de chauffage nécessite le contrôle de chaque pompe pour garantir la sûreté et le bon fonctionnement de l'ensemble. L'exploitant de la chaufferie souhaite mettre en œuvre une commande évolutive des trois pompes en utilisant des démarreurs-contrôleurs Tesys U pour assurer :

- la télégestion des systèmes ;
- la protection des biens ;
- la signalisation et les alarmes en cas de défaut ;
- la communication des appareils à l'aide d'un réseau MODBUS RTU.

Les trois pompes seront intégrées à la chaîne d'automatisme de la chaufferie bois, gérée par un API M340 de Schneider Electric.



**C.1.1 Relever** les caractéristiques électriques utiles P et U des trois pompes P1201, P1301 et P1401.

**C.1.2 Choisir** les références des trois modules constituant le démarreur-contrôleur Tesys U (base de puissance, module de communication et unité de contrôle de classe 10 – tension de commande en 24V continue) à associer à chacune des pompes du circuit primaire. **Justifier** le choix en tenant compte des fonctions assurées par chaque module et de leur compatibilité ( $I = 13,2 \text{ A}$ ).

**C.1.3** Les trois démarreurs-contrôleurs doivent s'intégrer au réseau MODBUS RTU piloté par l'automate M340 (connexion Ethernet et Modbus série). **Choisir** les références des trois constituants du réseau MODBUS.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR C1

**C.1.4 Configurer** les cinq commutateurs permettant de fixer l'adresse n° 19 du module de communication du démarreur-contrôleur de la pompe P1301.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR C1

Le réseau de communication doit permettre aux opérateurs de contrôler l'état des trois pompes à partir du poste de supervision de la chaufferie pendant la journée. En dehors des horaires d'ouverture, l'opérateur en service d'astreinte doit disposer d'un téléphone mobile pour assurer la continuité de service :

- réarmer à distance les démarreurs,
- surveiller l'installation et les défauts,
- contrôler l'installation.

**C.1.5 Donner** les numéros des registres de communication des modules Tesys U pour permettre :

- la lecture signalant un défaut thermique,
- l'écriture permettant le réarmement à distance.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR C2

Les deux principales tâches des agents en astreinte sont la surveillance des défauts et le réarmement des démarreurs contrôleurs à distance si besoin.

Afin de remonter l'information jusqu'au technicien, les données des Tesys U doivent remonter dans l'automate M340 avant d'être transmises à l'automate de télégestion.

**C.1.6** L'API M340, muni d'un port Ethernet TCP/IP, l'automate de télégestion et le poste de supervision de la centrale sont raccordés au réseau local de la chaufferie. **Calculer** le nombre de stations possibles.

**C.1.7 Proposer** les adresses IP des trois nouvelles stations (automate M340, IHM et automate de télégestion) sur le réseau local de la chaufferie.

## **PARTIE D – METTRE EN SÉCURITÉ LES PERSONNES**

Le site est particulièrement dangereux pour les personnes. En effet une fuite de fumée dans l'enceinte de l'atelier Terraotherm peut entraîner la mort par intoxication. L'auto-combustion de la biomasse et les risques d'explosion dans la chaufferie doivent être surveillés en permanence. Pour réduire ces risques et avertir les cinq techniciens sur place d'un danger, des équipements de surveillance doivent être installés.

**Dans cette partie, on envisage de :**

- **assurer la sécurité des personnes dans l'enceinte de la chaufferie afin de détecter les émanations de gaz toxiques.**
- **proposer une solution technique adaptée et conforme aux réglementations en vigueur.**

> Dossier technique et ressources : DTR 18 à 23

> Documents réponse : DR D1 et DR D2

### **D.1. Détecter les gaz**

**D.1.1 Lister** l'ensemble des risques présents sur cette installation pour les personnes et pour les biens.

**D.1.2** D'après la norme EN50291, en cas de dysfonctionnement ou de fuite, **indiquer** le ou les gaz nocifs devant être détectés dans l'enceinte Terraotherm.

**D.1.3** À partir du plan des locaux fourni, **déterminer** le nombre de détecteurs nécessaires pour sécuriser le personnel et les **positionner** sur le plan. D'après l'analyse des risques, il est recommandé d'installer 1 détecteur minimum pour une surface de 30 m<sup>2</sup>.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR D1

**D.1.4 Déterminer** la référence des détecteurs de fumée la plus adaptée au seuil précisé par la norme, dans la gamme OLCT 10N.

**D.1.5 Déterminer** le réglage des seuils de détection et le temps minimum avant le déclenchement de l'alarme pour répondre à la norme EN50291.

**D.1.6 Choisir** la centrale de mesure dans la gamme proposée. **Justifier** votre choix.

**D.1.7 Réaliser** le schéma de raccordement de quatre détecteurs numériques, communication par liaison série RS485, sur la centrale de mesure.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR D2



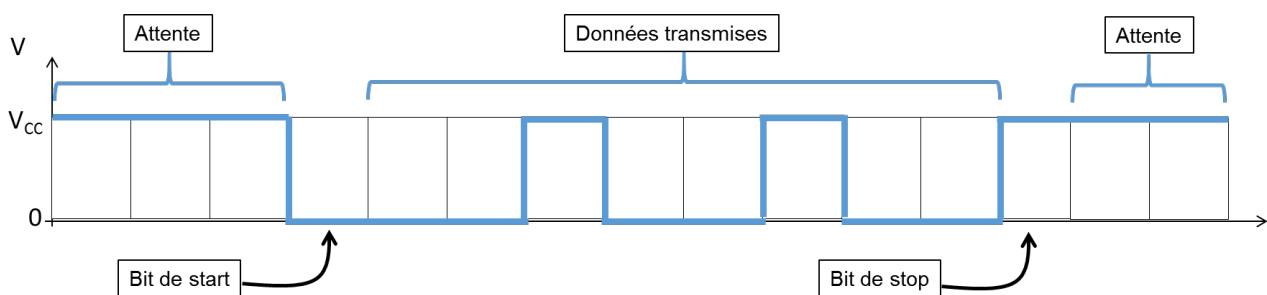
**D.1.8** La section des conducteurs de connexion entre les détecteurs et la centrale est de  $0,22 \text{ mm}^2$ , **vérifier** que la longueur de la ligne est correcte.

Lors de l'installation des détecteurs sur la centrale, le technicien relève la trame envoyée par les détecteurs afin d'effectuer un étalonnage précis.

**D1.9 Indiquer** à quelles tensions correspondent les niveaux logiques « 0 » ou « 1 » sur une ligne RS485.

**D.1.10 Déterminer** les valeurs extrêmes, en langage décimal, des seuils de fumée mesurables sachant que la trame envoyée est composée de deux octets.

**D.1.11** A partir de la trame fournie par le technicien lors des essais (bits de poids fort à 0), **déterminer** la valeur décimale donnée par le capteur et le seuil de fumée correspondant.



## PARTIE E – METTRE EN ŒUVRE UNE MIXITÉ ÉNERGÉTIQUE

Pour diversifier la production de chaleur, la société Dalkia a investi dans trois installations de cogénération leur permettant d'obtenir un apport de 6 MW calorifique et de 5 MW électrique.

Dans cette partie, on envisage de :

- quantifier le rendement global d'une machine de cogénération.
- étudier le raccordement des alternateurs sur le réseau Enedis.

> Dossier technique et ressources : DTR 24

> Documents réponse : DR E1 et DR E2

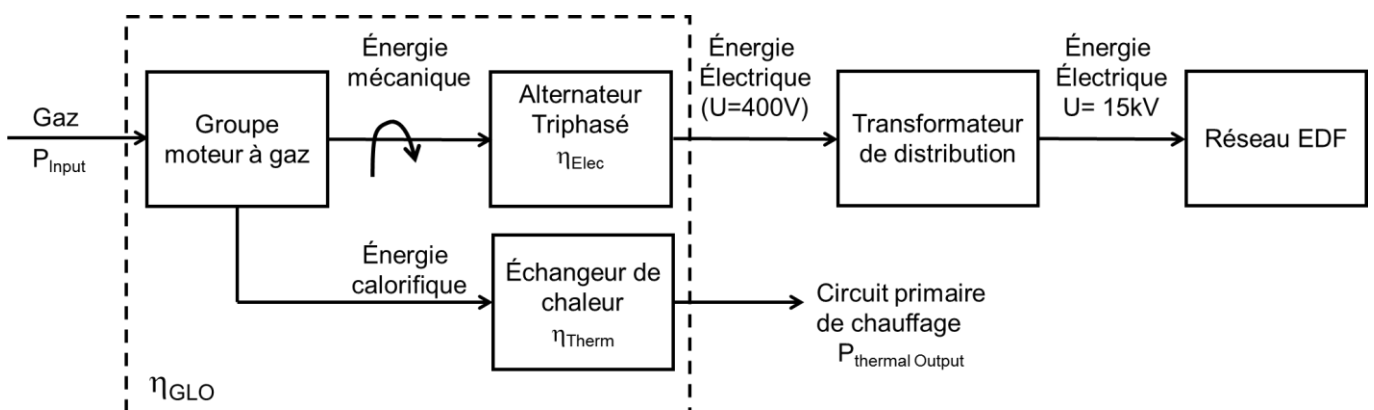
### E. 1. Étudier les puissances d'une installation de cogénération

La cogénération consiste à produire simultanément de l'électricité et de la chaleur au sein d'une même installation. À cet effet, trois moteurs de cogénération gaz ont été installés :

- 2 groupes électriques de 2 MW,
- 1 groupe électrique de 1 MW.



Dans la suite du sujet, on s'intéresse au groupe JMS320 fonctionnant sur la période du 1<sup>er</sup> novembre au 31 mars.



**E.1.1 Relever** la puissance absorbée  $P_{\text{Input}}$  par le moteur gaz pour produire une puissance calorifique  $P_{\text{Thermal output}} = 1,208 \text{ MW}$ .

**E.1.2 Calculer** le rendement thermique du moteur gaz ( $\eta_{\text{Therm}}$ ). **Conclure** sur les performances de l'équipement.

Afin d'améliorer le rendement global de l'installation, le moteur gaz entraîne en rotation un alternateur triphasé raccordé sur le réseau Enedis.

**E.1.3 Relever** la puissance électrique transmise sur le réseau Enedis ( $P_{\text{ELECTRICAL OUTPUT}}$ ).

**E.1.4 Calculer** le rendement global du groupe de cogénération ( $\eta_{\text{GLO}}$ ). **Conclure** sur l'intérêt de la cogénération.

## **E.2 Raccorder les alternateurs sur le réseau électrique**

**E.2.1 Citer** trois conditions nécessaires pour coupler un alternateur sur le réseau électrique.

**E.2.2** Les alternateurs sont raccordés sur le réseau électrique via des transformateurs de distribution. Sur celui du groupe de 1 MW, il est indiqué Dy7. **Expliquer** ces termes et **représenter** le couplage du transformateur.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR E1

**E.2.3 Représenter** le diagramme vectoriel du transformateur de 1 MW.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR E1

**E.2.4 Proposer** un schéma de raccordement des trois transformateurs afin de coupler les alternateurs sur le réseau électrique.

→ Répondre à la question en complétant le document réponse DR E2

# SOMMAIRE

Titre	Repère	Page
<u>Documents techniques liés au support étudié</u>		
Données caractéristiques du site	DTR 1	2
<u>Documents ressource</u>		
Données thermiques	DTR 2	2
Système de ventilation	DTR 3	3-4
Moteur asynchrone WEG : 400/690V	DTR 4	5
Variateur de vitesse ATV61	DTR 5	6-7
Schémas de câblage des cartes entrées sorties automate M340	DTR 6	8
Schéma unifilaire basse tension de l'installation	DTR 7	9
Batterie de condensateurs (Catalogue Schneider Electric)	DTR 8	10-11
Extrait de la norme NF C 15-500 – calcul de $I_{cc}$	DTR 9	12
Disjoncteur (Extrait catalogue Schneider Electric)	DTR 10	13
Déclencheur électronique micrologic 5	DTR 11	14-15
Détermination des sections de câbles	DTR 12	16-17
Extrait du schéma électrique Terraotherm	DTR 13	18
Modules Tesys U (Extrait du catalogue Schneider Electric)	DTR 14	19-20
Processeur M340 (Extrait catalogue Schneider Electric)	DTR 15	21
Paramétrage de l'adressage des modules MODBUS du Tesys U	DTR 16	22
Registres de communication Démarreur contrôleur Tesys U	DTR 17	23
Extrait Norme EN50291	DTR 18	24
Détecteurs de gaz OLCT 10N (Site OLDHAM)	DTR 19	24
Centrales de détection gaz (Site OLDHAM)	DTR 20	25
Principe de connexion des modules d'une ligne de la centrale	DTR 21	26
Longueur de ligne	DTR 22	26
Niveaux significatifs de tension RS485	DTR 23	26
Caractéristiques du groupe de cogénération	DTR 24	27



## DTR 1 : Données caractéristiques du site

<b>Creil</b>	Altitude : 129 m (le plus haut) Climat : tempéré
<b>Logements</b>	Nombre de logements : 7800
	Superficie moyenne 50 m <sup>2</sup>
	Hauteur sous plancher : 2,5 m
	Isolation : bonne
<b>Chaufferie</b>	Production de chaleur : P <sub>CHAUF</sub> à définir
	Production en biomasse : P <sub>BIO</sub> à définir
	Production Terraotherm : P <sub>TER</sub> = 3MW
	Production en gaz : P <sub>GAZ</sub> = 2 x 9,3MW
	Production en cogénération : P <sub>COG</sub> = 6MW
<b>Besoin en Eau Chaude Sanitaire</b>	P <sub>ECS</sub> = 1MW
<b>Distribution haute tension</b>	U <sub>HT</sub> : 3 x 15500V
<b>Distribution basse tension</b>	U : 3 x 400V + T neutre distribué
	SLT : IT
	Neutre isolé
<b>Nombre de techniciens</b>	5

---

## DTR 2 : Données thermiques

- **Méthode d'évaluation rapide de la puissance nécessaire au chauffage des logements à partir de la surface**

Une formule approchée permet de calculer les déperditions calorifiques d'un logement ou d'une pièce en multipliant son volume par X.

- **$P_{\text{CHAUF}} = \text{Surface} \times \text{Hauteur sous plancher} \times X$**

X : puissance nécessaire pour chauffer 1m<sup>3</sup>

<b>Climat / Isolation</b>	<b>Mauvaise</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Bonne</b>	<b>RT2012</b>
Doux	40 W/m <sup>3</sup>	35 W/m <sup>3</sup>	30 W/m <sup>3</sup>	15 W/m <sup>3</sup>
Tempéré	50 W/m <sup>3</sup>	40 W/m <sup>3</sup>	35 W/m <sup>3</sup>	20 W/m <sup>3</sup>
Froid	60 W/m <sup>3</sup>	50 W/m <sup>3</sup>	40 W/m <sup>3</sup>	25 W/m <sup>3</sup>

# DTR 3 : Système de ventilation

## Caractéristiques ventilateur primaire

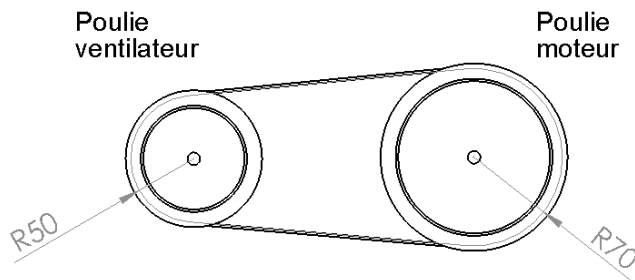


### DATA SHEET

Quotation Air Vision: 987702  
Customer Ref : 1,05700 Dalkia Creil Item : PAF - 3MW

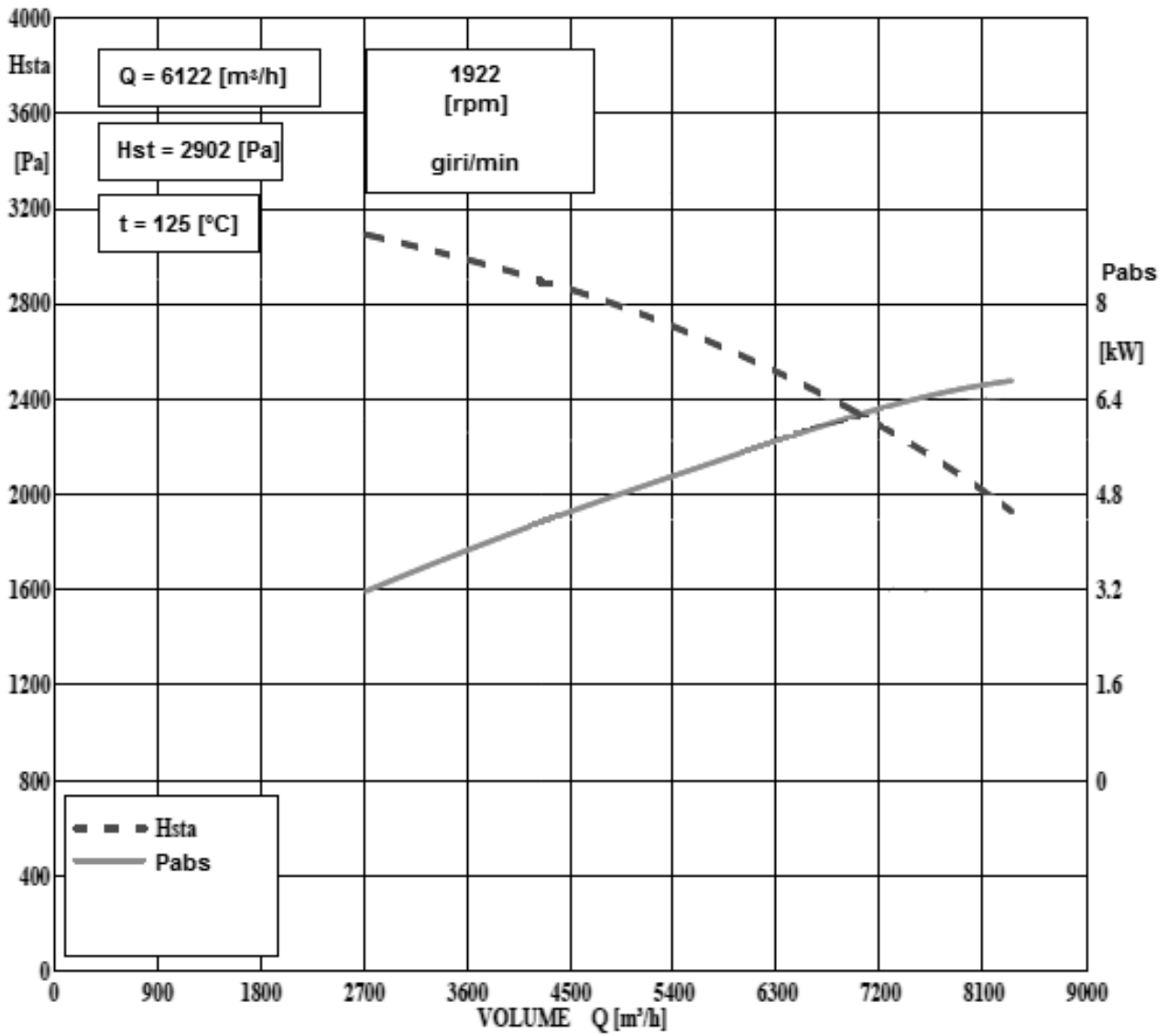
		<b>NFE-800-9-II</b>				
Speed	Tr/min	1926	Fan Sound pressure level	Fan Sound pressure level at distance of		
Volume	m³/h	6122	Free inlet and outlet*	82.5	dB(A)	1.5 m
Calculation Temperature CT	°C	125	Fan connected inlet and outlet*	76.5	dB(A)	1.5 m
Density	kg/m³	0.887				
Static pressure at CT	Pa	2,900	Required Sound pressure inlet and outlet	77	dB(A)	1 m
Total pressure at CT	Pa	3060	Required Sound pressure fan casing	77	dB(A)	1 m
Efficiency	%	83	* Average sound pressure level measured in free field with no other influence of other noise sources than the fan			
Absorbed power at CT	kW	6.28				
Design Temperature	°C	200	Acoustic - thermal insulation is advised regarding situation and requirements			

### Système poulies courroie



Rendement du système poulies courroies :  $\eta_{pc} = 0,6$

Courbes de débit / puissance ventilateur primaire



**DTR 4 : Moteur asynchrone WEG : 400/690V**

**IE2 - Haut rendement - 50 Hz**  
**CEI 60034-30**

Puissance		Car-casse	Couple Nominal (Nm)	Courant à rotor bloqué Id/In	Couple à rotor bloqué Tb/Tn	Couple maxi Tb/Tn	Inertie J (kg.m <sup>2</sup> )	Temps maxi à rotor bloqué (s)		Masse (kg)	Bruit db(A)	Vitesse nominale (rpm)	400V							
								Chaud	Froid				Rendement			% de la charge			Cos φ	Courant nominal In (A)
													50	75	100	50	75	100		
0,12	0,16	63	0,830	3,5	2,0	2,2	0,0003	30	66	4,5	44,0	1375	45,0	54,0	57,0	0,49	0,61	0,72	0,422	
0,18	0,25	63	1,26	3,4	2,0	2,2	0,0004	23	51	7,0	44,0	1360	46,0	54,0	58,0	0,49	0,63	0,74	0,605	
0,25	0,33	71	1,82	3,5	1,9	2,1	0,0004	21	46	6,1	43,0	1310	50,0	55,0	59,0	0,50	0,65	0,76	0,805	
0,37	0,5	71	2,68	3,7	2,0	2,0	0,0006	17	37	7,3	43,0	1320	55,0	60,0	62,0	0,50	0,63	0,76	1,13	
0,55	0,75	80	3,73	4,7	2,1	2,2	0,0019	17	37	10,0	44,0	1410	58,5	66,3	68,0	0,54	0,70	0,82	1,42	
0,75	1	80	5,14	5,0	2,3	2,2	0,0023	14	31	11,0	44,0	1395	63,5	71,0	72,1	0,55	0,70	0,81	1,86	
1,1	1,5	90S/L	7,51	5,6	2,3	2,4	0,0039	8	18	14,5	49,0	1400	70,0	75,0	75,5	0,55	0,69	0,79	2,66	
1,5	2	90S/L	10,3	5,5	2,3	2,4	0,0048	8	18	17,0	49,0	1390	76,5	78,5	79,0	0,58	0,73	0,82	3,34	
2,2	3	100L	14,9	5,6	2,4	2,6	0,0065	9	20	23,0	53,0	1410	79,0	80,0	80,0	0,60	0,74	0,82	4,75	
3	4	100L	20,2	6,0	2,8	3,0	0,0084	8	18	30,0	53,0	1420	79,0	80,0	81,5	0,57	0,72	0,81	6,47	
4	5,5	112M	26,5	7,0	2,1	2,5	0,0147	13	29	33,0	56,0	1440	82,0	83,1	83,5	0,65	0,77	0,83	8,33	
5,5	7,5	132M	36,2	6,5	2,1	2,5	0,0349	11	24	47,0	60,0	1450	83,5	84,5	85,0	0,63	0,77	0,84	11,0	
5,5	7,5	132S	36,2	6,5	2,1	2,5	0,0349	11	24	47,0	60,0	1450	83,5	84,5	85,0	0,63	0,77	0,84	11,0	
7,5	10	132M	49,3	6,7	1,9	2,8	0,0465	8	18	64,5	60,0	1455	84,0	85,5	86,0	0,63	0,77	0,84	14,8	
9,2	12,5	160M/L	60,4	6,0	2,2	2,4	0,0633	15	33	83,0	62,0	1455	86,0	87,0	88,0	0,69	0,79	0,84	18,0	
11	15	160M/L	72,2	6,0	2,3	2,6	0,0730	12	26	90,0	62,0	1455	86,0	87,5	88,0	0,62	0,74	0,81	22,3	
15	20	160M/L	98,2	5,8	2,3	2,4	0,1025	12	26	109	62,0	1460	88,0	88,5	89,0	0,68	0,79	0,83	29,3	
18,5	25	180M/L	120	7,0	2,5	3,0	0,1566	11	24	156	64,0	1470	88,5	89,5	89,5	0,67	0,77	0,84	35,5	
22	30	180M/L	143	7,0	2,7	2,9	0,1827	11	24	158	64,0	1465	89,0	90,5	90,5	0,69	0,80	0,85	41,3	
30	40	200M/L	194	6,7	2,5	2,8	0,2935	14	31	203	67,0	1475	89,5	90,0	91,0	0,68	0,78	0,84	56,6	

**IV Pôles**



## DTR 5 : Variateur de vitesse ATV61

### Tension d'alimentation triphasé 380...480 V 50/60 Hz

Moteur		Réseau (entrée)					Variateur (sortie)			Altivar 61
Puissance indiquée sur plaque (1)	Courant de ligne maxi (2)		Icc ligne présumé maxi	Puissance apparente	Courant d'appel maxi (3)	Courant nominal maxi disponible In (1)		Courant transitoire maxi pendant 60 s (1)	Référence (4)(5)	
	en 380 V	en 480 V				en 380 V	en 460 V			
kW	HP	A	A	kA	kVA	A	A	A		
0,75	1	3,7	3	5	2,4	19,2	2,3	2,1	2,7	ATV61H075N4
1,5	2	5,8	5,3	5	4,1	19,2	4,1	3,4	4,9	ATV61HU15N4
2,2	3	8,2	7,1	5	5,6	19,2	5,8	4,8	6,9	ATV61HU22N4
3	-	10,7	9	5	7,2	19,2	7,8	6,2	9,3	ATV61HU30N4
4	5	14,1	11,5	5	9,4	19,2	10,5	7,6	12,6	ATV61HU40N4
5,5	7,5	20,3	17	22	13,7	46,7	14,3	11	17,1	ATV61HU55N4
7,5	10	27	22,2	22	18,1	46,7	17,6	14	21,1	ATV61HU75N4
11	15	36,6	30	22	24,5	93,4	27,7	21	33,2	ATV61HD11N4
15	20	48	39	22	32	93,4	33	27	39,6	ATV61HD15N4
18,5	25	45,5	37,5	22	30,5	93,4	41	34	49,2	ATV61HD18N4
22	30	50	42	22	33	75	48	40	57,6	ATV61HD22N4
30	40	66	56	22	44,7	90	66	52	79,2	ATV61HD30N4
37	50	84	69	22	55,7	90	79	65	94,8	ATV61HD37N4
45	60	104	85	22	62,7	200	94	77	112,8	ATV61HD45N4
55	75	120	101	22	81,8	200	116	96	139	ATV61HD55N4
75	100	167	137	22	110	200	160	124	192	ATV61HD75N4

(1) Ces puissances et ces courants sont donnés pour une température ambiante de 50 °C (122 °F) et à la fréquence de découpage en réglage usine, en utilisation en régime permanent (réglage usine de la fréquence de découpage 4 kHz pour les ATV61H 075N4 à D30N4 et 2,5 kHz pour les ATV61H D37N4 à D75N4)

Au-delà de ce réglage usine, le variateur diminuera de lui-même la fréquence de découpage en cas d'échauffement excessif. Pour un fonctionnement permanent au-delà du réglage usine, un déclassement doit être appliqué au courant nominal variateur selon les courbes page 14.

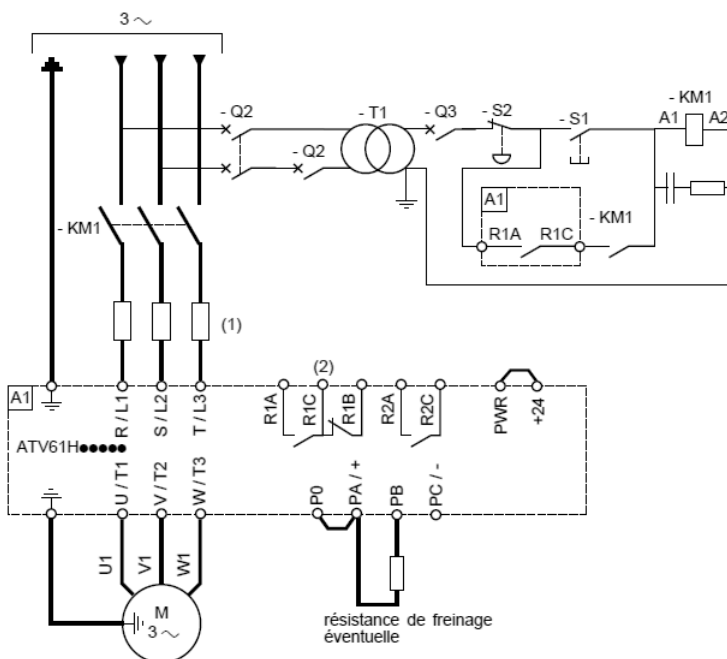
(2) Courant sur un réseau ayant le "Icc ligne présumé maxi" indiqué et pour un variateur sans options externes.

(3) Courant de pointe à la mise sous tension pour la tension maxi (480 V +10%)

(4) Les ATV61H 075N4 à D75N4 sont disponibles avec ou sans terminal graphique. La référence des variateurs sans terminal graphique est complétée par la lettre Z, exemple : ATV61H075N4Z. Cette option n'est pas disponible pour les variateurs fonctionnant dans des conditions d'environnement difficiles (5).

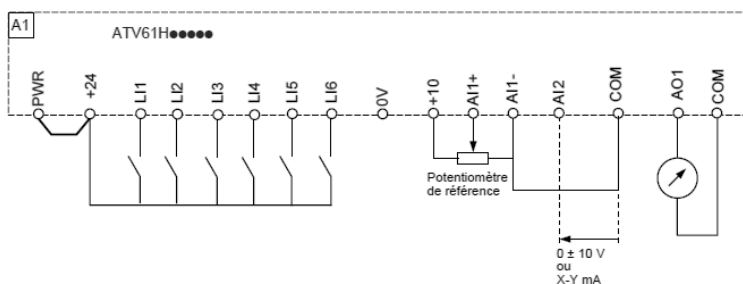
(5) Les variateurs avec l'extension S337 ou 337 sont destinés à être utilisés dans des conditions d'environnement difficiles (classe 3C2 selon IEC 721-3-3). Ils sont livrés avec un terminal graphique.

### Schéma de raccordement conforme aux normes EN 954-1



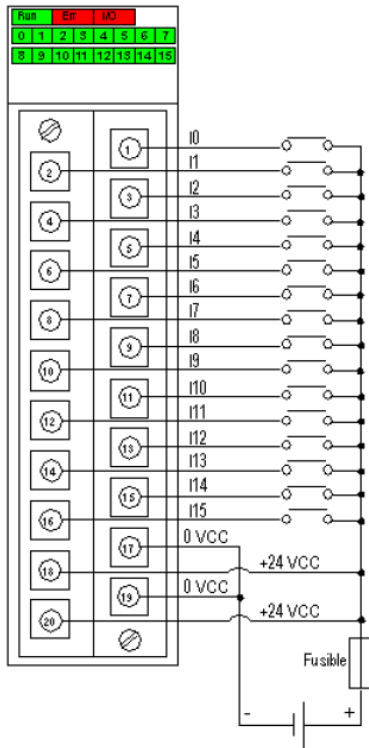
## Raccordement du bornier de contrôle

Bornes	Fonction	Caractéristiques électriques									
R1A R1B R1C	Contact OF à point commun (R1C) du relais programmable R1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pouvoir de commutation minimal : 3 mA pour 24 V <math>\dots</math></li> <li>• pouvoir de commutation maximal sur charge résistive : 5 A pour 250 V <math>\sim</math> ou 30 V <math>\dots</math></li> <li>• courant de commutation maximal sur charge inductive (<math>\cos \varphi = 0,4</math> L/R = 7 ms) : 2 A pour 250 V <math>\sim</math> ou 30 V <math>\dots</math></li> <li>• temps de réaction : 7 ms <math>\pm</math> 0,5 ms</li> <li>• durée de vie : 100 000 manœuvres au pouvoir de commutation maxi.</li> </ul>									
R2A R2C	Contact à fermeture du relais programmable R2										
AI2	Selon configuration logicielle : Entrée analogique en tension  ou Entrée analogique en courant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entrée analogique 0 à +10 V <math>\dots</math> (tension maxi de non destruction 24 V), impédance 30 k<math>\Omega</math></li> <li>ou</li> <li>• entrée analogique X - Y mA, X et Y étant programmables de 0 à 20 mA</li> <li>• impédance 250 <math>\Omega</math></li> <li>• temps de réaction : 2 ms <math>\pm</math> 0,5 ms</li> <li>• résolution 11 bits, précision <math>\pm</math> 0,6% pour <math>\Delta\theta = 60^\circ\text{C}</math> (140 <math>^\circ\text{F}</math>), linéarité <math>\pm</math> 0,15% de la valeur maxi</li> </ul>									
COM	Commun des entrées/sorties analogiques	0V									
P24	Entrée pour alimentation contrôle +24V $\dots$ externe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +24 V <math>\dots</math> (mini 19 V, maxi 30 V)</li> <li>• puissance 30 Watts</li> </ul>									
0V	Commun des entrées logiques et 0V de l'alimentation externe P24	0V									
LI1 LI2 LI3 LI4 LI5	Entrées logiques programmables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +24 V <math>\dots</math> (maxi 30 V)</li> <li>• impédance 3,5 k<math>\Omega</math></li> <li>• temps de réaction : 2ms <math>\pm</math> 0,5 ms</li> </ul> <table border="1" style="float: right;"> <thead> <tr> <th>Commutateur SW1</th> <th>état 0</th> <th>état 1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Source (réglage usine)</td> <td>&lt; 5 V <math>\dots</math></td> <td>&gt; 11 V <math>\dots</math></td> </tr> <tr> <td>Sink int ou Sink ext</td> <td>&gt; 16 V <math>\dots</math></td> <td>&lt; 10 V <math>\dots</math></td> </tr> </tbody> </table>	Commutateur SW1	état 0	état 1	Source (réglage usine)	< 5 V $\dots$	> 11 V $\dots$	Sink int ou Sink ext	> 16 V $\dots$	< 10 V $\dots$
Commutateur SW1	état 0	état 1									
Source (réglage usine)	< 5 V $\dots$	> 11 V $\dots$									
Sink int ou Sink ext	> 16 V $\dots$	< 10 V $\dots$									
LI6	Selon position du commutateur SW2 : - Entrée logique programmable  ou - Entrée pour sondes PTC	commutateur SW2 sur LI (réglage usine) <ul style="list-style-type: none"> <li>• mêmes caractéristiques que les entrées logiques LI1 à LI5</li> </ul> ou commutateur SW2 sur PTC <ul style="list-style-type: none"> <li>• seuil de déclenchement 3 k<math>\Omega</math>, seuil de ré-enclenchement 1,8 k<math>\Omega</math></li> <li>• seuil de détection de court-circuit &lt; 50 <math>\Omega</math></li> </ul>									
+24	Alimentation des entrées logiques	commutateur SW1 en position Source ou Sink Int <ul style="list-style-type: none"> <li>• alimentation +24 V <math>\dots</math> (mini 21 V, maxi 27 V), protégée contre les courts-circuits et les surcharges</li> <li>• débit maxi disponible pour les clients 200 mA</li> </ul> commutateur SW1 en position Sink ext <ul style="list-style-type: none"> <li>• entrée pour alimentation +24 V <math>\dots</math> externe des entrées logiques</li> </ul>									
PWR	Entrée de la fonction de sécurité Power Removal Lorsque PWR n'est pas relié au 24V, le démarrage du moteur n'est pas possible (conformité à la norme de sécurité fonctionnelle EN954-1, ISO 13849-1 et IEC/EN61508)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alimentation 24 V <math>\dots</math> (maxi 30 V)</li> <li>• impédance 1,5 k<math>\Omega</math></li> <li>• état 0 si &lt; 2V, état 1 si &gt; 17V</li> <li>• temps de réaction : 10ms</li> </ul>									

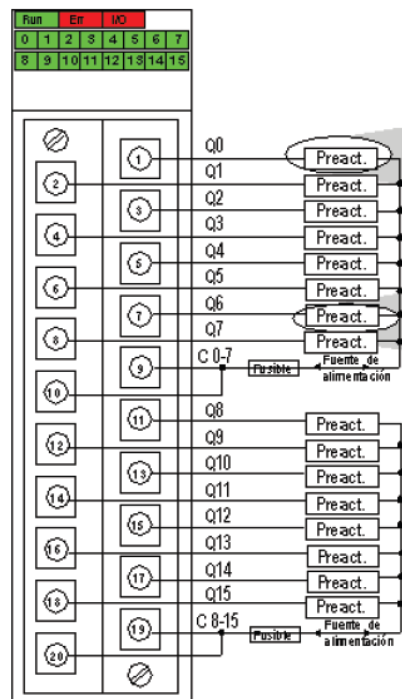


## DTR 6 : Schémas de câblage des cartes entrées sorties automate M340

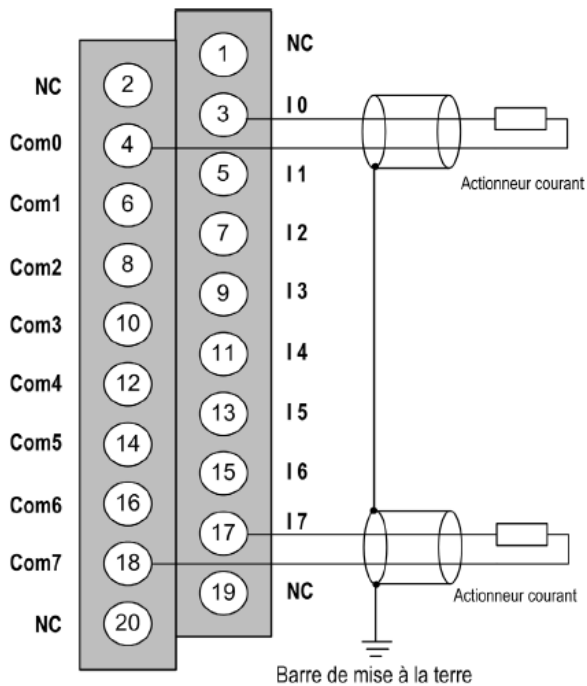
M340 - Module 16 entrées TOR - 24Vcc  
Référence : BMXDDI1602



M340 - Module 16 sorties TOR – relais  
Référence : BMXDRA1605



M340 – Module de sortie analogique  
Référence : BMXAMO0802



**Ix** Entrée pôle + de la voie x

**COMx** Entrée pôle - de la voie x, les broches COMx sont connectées ensemble en interne

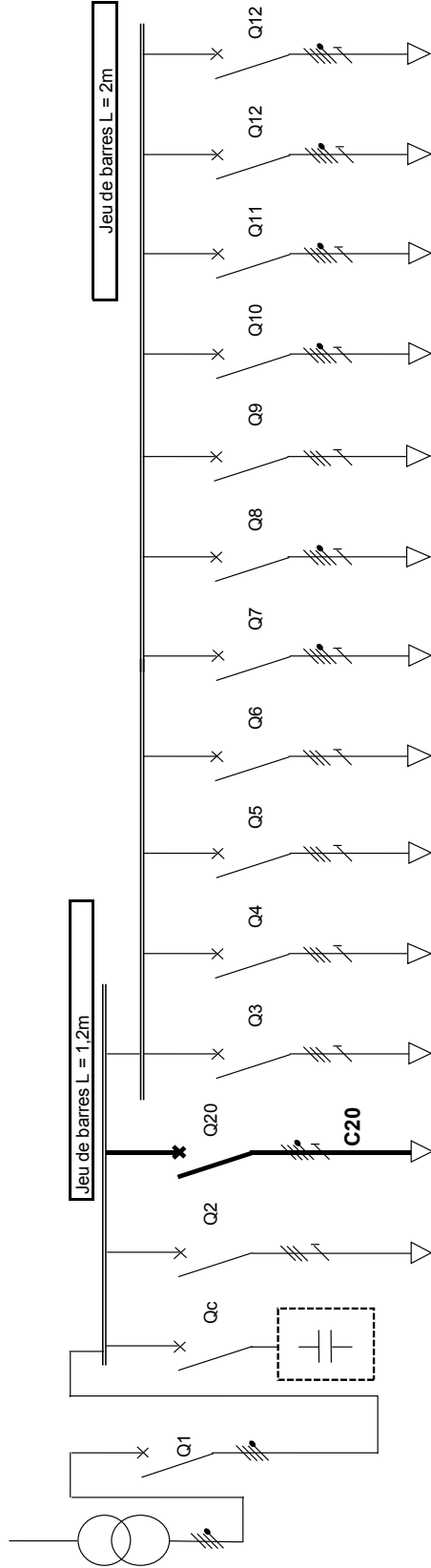
### DTR 7 : Schéma unifilaire basse tension de l'installation

Réseau amont  
 $S_{cc} = 500 \text{ MVA}$   
 Réseau 3 x 15 kV

Transformateur ONAN  
 $S = 1000 \text{ kVA}$   
 Dyn 11  
 $P_J = P_{\text{Icc}} = 17 \text{ kW}$   
 $U_{\text{Icc}} = 5\%$

Réseau BT  
 230 / 400V  
 IT neutre distribué

$\theta_{\text{AMBIANT}} = 35^\circ\text{C}$

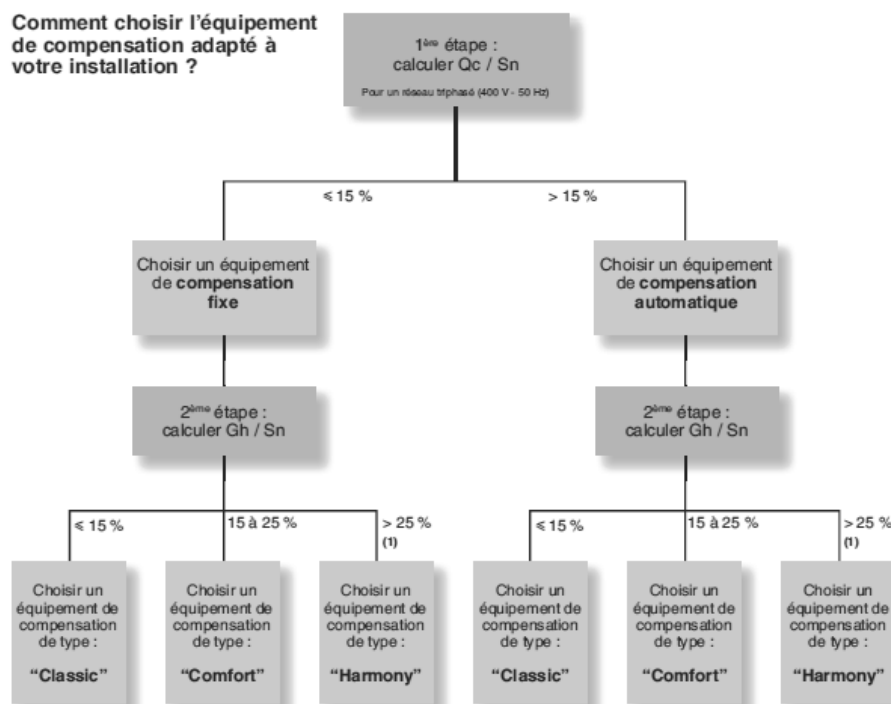


CIRCUIT														
Nom	Livraison BT 3 Ph + N + PE	Batteries condensate uifs 3 Ph + PE	Pompes 3 Ph + PE	Terraoc 3 Ph + N + PE	Filtre 3MW 3 Ph + PE	Filtre 6MW 3 Ph + PE	Chaudière bois N°1 3 Ph + PE	Chaudière bois N°2 3 Ph + PE	Coffret PC3 3 Ph + N + PE	Coffret PC3 3 Ph + N + PE	Convoyeur 3 Ph + PE	Locaux 3 Ph + N + PE	Eclairage 3 Ph + N + PE	Eclairage 3 Ph + N + PE
Conducteur														
P (Kw)			500	250	75	75	100	100	90	90	120	55	20	20
cos φ			0,8	0,85	0,7	0,7	0,9	0,9	0,1	0,1	0,85	0,8	0,93	0,93
Ks			0,5	1	1	1	1	1	0,1	0,1	0,7	0,8	1	1
Ku			0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1	0,8	0,9	1	1
$G_H$ (kVA)														
PROTECTION														
Nature	Disj Indus			<b>Disj Indus</b>	Disj Indus	Disj Indus	Disj Indus	Disj Indus	Disj Indus	Disj Indus	Disj Indus	Disj Indus	Disj Indus	Disj Indus
Référence	NT16HT		NSX630		NSX160F	NSX160F	NSX160F	NSX160F	NSX160F	NSX160F	NSX250F	NSX100F	NG125N	NG125N
Déclencheur					TM160D	TM160D	TM160D	TM160D	TM125D	TM125D	TMD250	TM100D	32A - C	32A - C
CANALISATION (BT)														
Nature âme	Cu	Cu	Cu	<b>Al</b>	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu	Cu
Section phase	3 x 300	3 x 300	2 x 240		1 x 95	1 x 95	1 x 95	1 x 95	1 x 50	1 x 50	1 x 120	1 x 35	1 x 6	1 x 6
Section neutre	3 x 300	3 x 300	1 x 240		1 x 95	1 x 95	1 x 95	1 x 95	1 x 50	1 x 50	1 x 120	1 x 35	1 x 6	1 x 6
Section PE			70m	<b>80m</b>										
Longueur	2m													

**NOUVEAU DEPART**  
 Pose sur des tablettes perforées  
 Pose des conducteurs symétriques  
 Câble U1000 AR2V - Type PR

## DTR 8 : Batterie de condensateurs (Catalogue Schneider Electric)

Comment choisir l'équipement de compensation adapté à votre installation ?



### Compensation fixe

puissance réactive (kvar)	enveloppe	dimensions (H x L x P en mm)	poids (kg)	disjoncteur (Varset Direct avec disjoncteur)	référence	
					sans disjoncteur	avec disjoncteur
<b>Varset Direct Comfort</b> (pour réseaux moyennement pollués : 15% < Gh/Sn ≤ 25 %)						
10	coffret C1	450 x 500 x 275	9	NS100 N	65766	65767
15	coffret C1	450 x 500 x 275	9	NS100 N	65768	65769
20	coffret C1	450 x 500 x 275	11	NS100 N	65770	65771
25	coffret C1	450 x 500 x 275	13	NS100 N	65772	65773
30	coffret C1	450 x 500 x 275	16	NS100 N	65774	65775
40	coffret C1	450 x 500 x 275	18	NS100 N	65776	65777
50	coffret C2	800 x 500 x 275	21	NS100 N	65778	65779
60	coffret C2	800 x 500 x 275	21	NS160 N	65780	65781
75	coffret C2	800 x 500 x 275	24	NS250 N	65782	65783
90	coffret C2	800 x 500 x 275	28	NS250 N	65784	65785
105	coffret C2	800 x 500 x 275	28	NS250 N	65786	65787
120	coffret C2	800 x 500 x 275	28	NS400 N	65788	65789
accessoires pour Varset Direct Classic et Comfort						
socle pour fixation au sol des coffrets C1 et C2						65980
<b>Varset Direct Harmony</b> (pour réseaux fortement pollués : 25% < Gh/Sn ≤ 50 %)						
6,25	armoie A2	1100 x 800 x 600	60	NS100 N	65866	65867
12,5	armoie A2	1100 x 800 x 600	70	NS100 N	65868	65869
25	armoie A2	1100 x 800 x 600	80	NS100 N	65870	65871
37,5	armoie A2	1100 x 800 x 600	100	NS100 N	65872	65873
50	armoie A2	1100 x 800 x 600	120	NS100 N	65874	65875
75	armoie A2	1100 x 800 x 600	140	NS160 N	65876	65877
100	armoie A2	1100 x 800 x 600	160	NS250 N	65878	65879
125	armoie A2	1100 x 800 x 600	180	NS250 N	65880	65881
150	armoie A2	1100 x 800 x 600	200	NS400 N	65882	65883

## Compensation automatique

puissance réactive (kvar)	régulation	enveloppe	dimensions (H x L x P en mm)	poids (kg)	disjoncteur (fourni)	référence
<b>Varset Comfort sans disjoncteur</b> (pour réseaux moyennement pollués : 15 % < Gh/Sn ≤ 25 %)						
30	4x7,5	coffret C1	450 x 500 x 275	20	-	65501
45	6x7,5	coffret C2	800 x 500 x 275	40	-	65503
60	8x7,5	coffret C2	800 x 500 x 275	45	-	65505
75	5x15	coffret C2	800 x 500 x 275	45	-	65507
90	6x15	coffret C2	800 x 500 x 275	50	-	65509
105	7x15	armoire A1	1100 x 550 x 600	60	-	65511
120	8x15	armoire A1	1100 x 550 x 600	70	-	65513
150	10x15	armoire A1	1100 x 550 x 600	75	-	65515
180	6x30	armoire A1	1100 x 550 x 600	75	-	65517
210	7x30	armoire A2	1100 x 800 x 600	85	-	65519
240	8x30	armoire A2	1100 x 800 x 600	85	-	65521
270	9x30	armoire A2	1100 x 800 x 600	100	-	65523
315	7x45	armoire A3	2000 x 800 x 600	160	-	65525
360	8x45	armoire A3	2000 x 800 x 600	170	-	65527
405	9x45	armoire A3	2000 x 800 x 600	180	-	65529
450	5x90	armoire A3	2000 x 800 x 600	190	-	65531
495	11x45	armoire A4	2000 x 1600 x 600	325	-	65533
540	6x90	armoire A4	2000 x 1600 x 600	330	-	65535
585	13x45	armoire A4	2000 x 1600 x 600	345	-	65537
630	7x90	armoire A4	2000 x 1600 x 600	350	-	65539
675	15x45	armoire A4	2000 x 1600 x 600	355	-	65541
720	8x90	armoire A4	2000 x 1600 x 600	360	-	65543

rang d'accord	puissance réactive (kvar)	régulation	enveloppe	dimensions (H x L x P en mm)	poids (kg)	référence
<b>Varset Harmony sans disjoncteur</b> (pour réseaux fortement pollués : 25 % < Gh/Sn ≤ 50 %)						
2,7 (135 Hz)	12	2 x 6,25	armoire A2	1100 x 800 x 600	105	65601
	25	2 x 12,5	armoire A2	1100 x 800 x 600	115	65603
	37	3 x 12,5	armoire A2	1100 x 800 x 600	125	65605
	50	4 x 12,5	armoire A2	1100 x 800 x 600	135	65607
	62	5 x 12,5	armoire A2	1100 x 800 x 600	14	65609
	75	3 x 25	armoire A2	1100 x 800 x 600	155	65611
		6 x 12,5	armoire A3	2000 x 800 x 600	200	65613
	100	4 x 25	armoire A2	1100 x 800 x 600	175	65615
		8 x 12,5	armoire A3	2000 x 800 x 600	220	65617
	125	5 x 25	armoire A2	1100 x 800 x 600	195	65619
	137	9 x 12,5	armoire A3	2000 x 800 x 600	250	65621
	150	6 x 25	armoire A3	2000 x 800 x 600	300	65623
		3 x 50	armoire A2	1100 x 800 x 600	195	65625
	175	7 x 25	armoire A3	2000 x 800 x 600	330	65627
	200	4 x 50	armoire A3	2000 x 800 x 600	360	65629
	225	9 x 25	armoire A3	2000 x 800 x 600	380	65631
	250	5 x 50	armoire A3	2000 x 800 x 600	400	65633
	275	11 x 25	armoire A3	2000 x 800 x 600	420	65635
	300	6 x 50	armoire A3	2000 x 800 x 600	440	65637
	350	7 x 50	armoire A4	2000 x 1600 x 600	520	65639
	375	13 x 25	armoire A4	2000 x 1600 x 600	540	65641
	400	8 x 50	armoire A4	2000 x 1600 x 600	560	65643
	450	9 x 50	armoire A4	2000 x 1600 x 600	600	65645
	500	10 x 50	armoire A4	2000 x 1600 x 600	640	65647
	550	11 x 50	armoire A4	2000 x 1600 x 600	680	65649
	600	12 x 50	armoire A4	2000 x 1600 x 600	720	65651

## DTR 9 : Extrait de la norme NF C 15-500 : calcul de I<sub>cc</sub>.

### G.1 Résistivité des conducteurs (UTE C 15-500, Tableau 4a)

Les valeurs de résistivité à prendre en considération dans les différents cas sont indiquées dans le tableau GA. Ces valeurs sont dérivées du guide UTE C 15-500.

Tableau GA – Valeurs de la résistivité des conducteurs

Règle	Résistivité	Valeur de la résistivité (Ω mm <sup>2</sup> /m)		Conducteurs concernés	Références (articles de UTE C 15-105)
		Cuivre	Aluminium		
Courant de court-circuit maximal	$\rho_0 = \rho$	0,01851	0,0294	PH-N	C.2.1 – C.2.2
Courant de court-circuit minimal	fusible $\rho_2 = 1,5 \rho_0$	0,028	0,044	PH-N	C.2.1 – C.2.3
	disjoncteur $\rho_1 = 1,25 \rho_0$	0,023	0,037	PH-N	C.2.1 – C.2.3

### G.2 Réactance linéique des conducteurs (UTE C 15-500, Tableau 4a)

Tableau GB – Réactance linéique des conducteurs

	$\lambda$ mΩ / m
Câbles multiconducteurs ou Câbles monoconducteurs en trèfle	0,08
Câbles monoconducteurs jointifs en nappe	0,09
Câbles monoconducteurs espacés	0,13

### G.3 Jeux de barres

- Réactance :  $X_B = 0,15 \text{ m}\Omega / \text{m}$
- Résistance :  $R_B$  : négligeable

### G.4 Impédances du réseau amont

S <sub>CC</sub> en MVA	Tension	R <sub>A</sub> en mΩ	X <sub>A</sub> en mΩ
250	410	0,1	0,7
500	410	0,07	0,35

### G5 caractéristiques des transformateurs HT<sub>A</sub> / BT

tension	U <sub>20</sub> = 237 V				U <sub>20</sub> = 410 V			
	U <sub>cc</sub> (%)	R <sub>TR</sub> (mΩ)	X <sub>TR</sub> (mΩ)	Z <sub>TR</sub> (mΩ)	U <sub>cc</sub> (mΩ)	R <sub>TR</sub> (mΩ)	X <sub>TR</sub> (mΩ)	Z <sub>TR</sub> (mΩ)
100	4	11,79	19,13	22,47	4	35,30	57,23	67,24
160	4	5,15	13,06	14,04	4	15,63	39,02	42,03
250	4	2,92	8,50	8,99	4	8,93	25,37	26,90
315	4	2,21	6,78	7,13	4	6,81	20,22	21,34
400	4	1,614	5,38	5,62	4	5,03	16,04	16,81
500	4	1,235	4,32	4,49	4	3,90	12,87	13,45
630	4	0,92	3,45	3,57	4	2,95	10,25	10,67
800	4,5	0,895	3,03	3,16	4,5	2,88	9	9,45
1000	5,5	0,68	3,01	3,09	5	2,24	8,10	8,405



# DTR 10 : Disjoncteur (Extrait catalogue Schneider Electric)

Common characteristics		Common characteristics	
Rated voltages	Insulation voltage (V)	Manual	With toggle
	Ui		
	800		
	500		
	8		
	680		
Operational voltage (V)	Uimp	Electrical	With direct or extended rotary handle
	AC 50/60 Hz		
	440		
Operation voltage for ELCB <sup>[4]</sup>	Ue	Fixed	With remote control
	AC 50/60 Hz		
	440		
Suitability for isolation	IEC/EN 60947-2	Withdrawable	Plug-in base
	Yes		
Utilisation category	A		Chassis
Pollution degree	3		

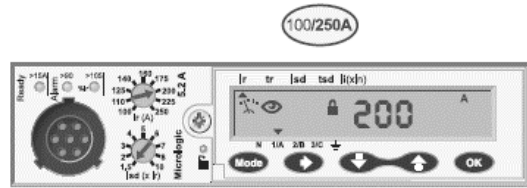
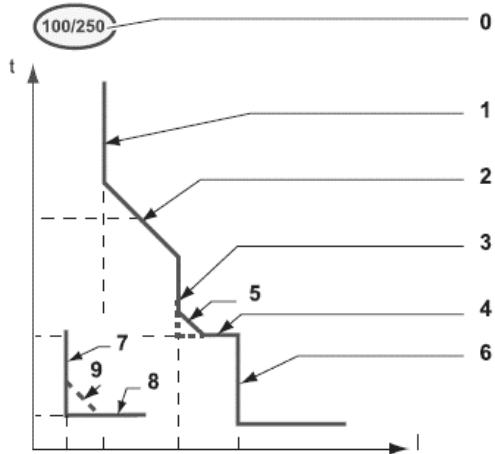
Circuit breakers	NSX400												NSX630											
	F	N	H	S	L	R	HB1	HB2	F	N	H	S	L	R	HB1	HB2	R	HB1	HB2	R	HB1	HB2		
<b>Breaking capacity levels</b>	<b>Electrical characteristics as per IEC/EN 60947-2</b>																							
Rated current (A)	40 °C																							
<b>Breaking capacity (kA rms)</b>	In																							
	400																							
<b>Service breaking capacity (kA rms)</b>	Ics																							
	400																							
Durability (C-O cycles)	Icu																							
	3, 4																							
Mechanical	40																							
	85																							
Electrical	100																							
	120																							
AC 50/60 Hz	150																							
	200																							
380/415 V	36																							
	50																							
440 V	70																							
	100																							
500 V	120																							
	150																							
525 V	20																							
	22																							
660/690 V	25																							
	35																							
AC 50/60 Hz	40																							
	50																							
240 V	65																							
	80																							
480 V	100																							
	100																							
600 V	15000																							
	12000																							
In/2	6000																							
	3000																							

Characteristics as per IEC/EN 60947-2	NSX400												NSX630											
	F	N	H	S	L	R	HB1	HB2	F	N	H	S	L	R	HB1	HB2	R	HB1	HB2	R	HB1	HB2		
<b>Breaking capacity (kA rms)</b>	400																							
	3, 4																							
<b>Service breaking capacity (kA rms)</b>	400																							
	3, 4																							
Durability (C-O cycles)	40																							
	85																							
Mechanical	100																							
	120																							
Electrical	150																							
	200																							
AC 50/60 Hz	200																							
	300																							
380/415 V	36																							
	50																							
440 V	70																							
	100																							
500 V	120																							
	150																							
525 V	20																							
	22																							
660/690 V	25																							
	35																							
AC 50/60 Hz	40																							
	50																							
240 V	65																							
	80																							
480 V	100																							
	100																							
600 V	15000																							
	12000																							
In/2	6000																							
	3000																							

Protection and measurements	NSX400												NSX630											
	F	N	H	S	L	R	HB1	HB2	F	N	H	S	L	R	HB1	HB2	R	HB1	HB2	R	HB1	HB2		
Short-circuit protection	Magnetic only																							
	Thermal magnetic																							
Overload / short-circuit protection	Electronic																							
	with neutral protection (Off-0.5-1-OSN) <sup>[1]</sup>																							
Display / I, U, I, P, E, THD measurements / interrupted-current measurement	with ground-fault protection																							
	with zone selective interlocking (ZSI) <sup>[2]</sup>																							
Options	Power Meter display on door																							
	Operating assistance																							
Earth-leakage protection	Counters																							
	Historics and alarms																							
By Vigilix relay	Metering Com																							
	Device status/control Com																							
By Vigirex relay	By Vigil add-on <sup>[3]</sup>																							
	By Vigirex relay																							



**DTR 11 : Déclencheur électronique micrologique 5 (Extrait catalogue Schneider Electric)**

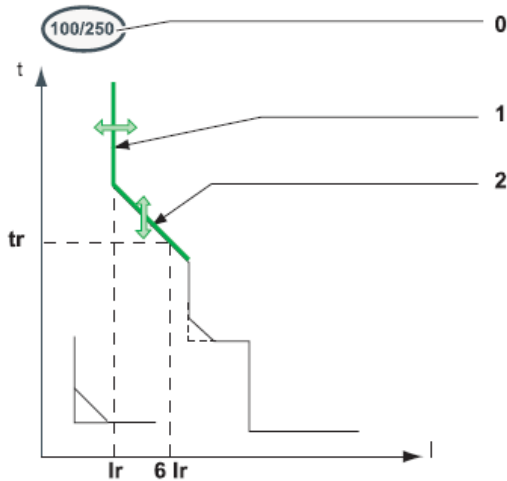


**Réglage long retard**

La protection Long retard est à temps inverse dépendant  $I^2t$  :

- Elle intègre la fonction image thermique.
- Elle est paramétrable en seuil de déclenchement  $I_r$  et en temporisation de déclenchement  $t_r$ .

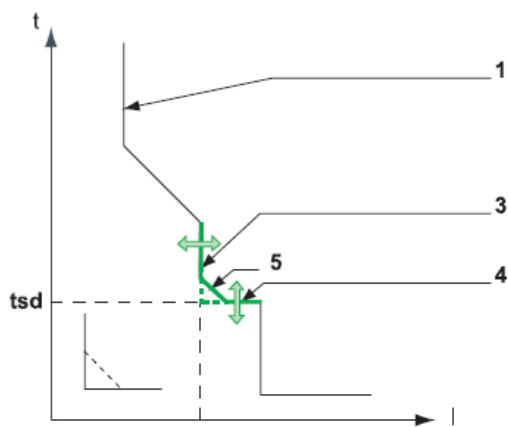
Courbe de déclenchement :



Repère	Paramètre	Désignation
0	$I_n$	Plage de réglage du déclencheur : le réglage maximum correspond au calibre du déclencheur $I_n$
1	$I_r$	Seuil de la protection Long retard
2	$t_r$	Temporisation de la protection Long retard

Calibre $I_n$	Valeurs de pré-réglage de $I_r$ (A) en fonction du calibre $I_n$ du déclencheur et de la position du commutateur								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40 A	18	18	20	23	25	28	32	36	40
100 A	40	45	50	55	63	70	80	90	100
160 A	63	70	80	90	100	110	125	150	160
250 A	100	110	125	140	150	175	200	225	250
400 A	160	180	200	230	250	280	320	360	400
630 A	250	280	320	350	400	450	500	570	630

## Réglage court retard



Repère	Paramètre	Désignation
1	$I_r$	Seuil de la protection Long retard
3	$I_{sd}$	Seuil de la protection Court retard
4	$t_{sd}$	Temporisation de la protection Court retard
5	$I^2t$	Fonction courbe à temps inverse (ON ou OFF)

La valeur de réglage du seuil de déclenchement  $I_{sd}$  est exprimée en multiple de  $I_r$ .

La valeur de réglage par défaut du seuil de déclenchement  $I_{sd}$  est 1,5  $I_r$  (valeur minimale au commutateur).

Le tableau ci-dessous indique les valeurs de réglage (préréglage par commutateur) et des plages de réglage (réglage au clavier) du seuil de déclenchement  $I_{sd}$  :

Type de réglage	Valeur ou plage de réglage ( $xI_r$ )									
Préréglage par commutateur (Micrologic 5)	1,5	2	3	4	5	6	7	8	10	
Plage de réglage au clavier (1) Pas de réglage : 0,5 $I_r$	1,5	1,5/2	1,5...3	1,5...4	1,5...5	1,5...6	1,5...7	1,5...8	1,5...10	
(1) Pour les déclencheurs Micrologic 6, la valeur de la plage de réglage au clavier est : 1,5...10 $I_r$ .										

### Valeur de réglage de la temporisation $t_{sd}$

Le tableau ci-dessous indique les valeurs de réglage de la temporisation  $t_{sd}$  avec l'option  $I^2t$  OFF/ON exprimées en secondes (s) et des temps de non déclenchement et de coupure associés exprimés en millisecondes (ms) :

Paramètre	Valeur				
$t_{sd}$ avec $I^2t$ OFF (s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4
$t_{sd}$ avec $I^2t$ ON (s)	—	0,1	0,2	0,3	0,4
Temps de non déclenchement (ms)	20	80	140	230	350
Temps maximum de coupure (ms)	80	140	200	320	500

La valeur de réglage par défaut de la temporisation  $t_{sd}$  est 0 s avec  $I^2t$  OFF.

## DTR 12 : Détermination des sections de câbles (Extrait Catalogue Schneider Electric)

Les tableaux ci-contre permettent de déterminer la section des conducteurs de phase d'un circuit.

Ils ne sont utilisables que pour des canalisations non enterrées et protégées par disjoncteur.

Pour obtenir la section des conducteurs de phase, il faut :

- déterminer une lettre de sélection qui dépend du conducteur utilisé et de son mode de pose
- déterminer un coefficient K qui caractérise l'influence des différentes conditions d'installation.

Ce coefficient K s'obtient en multipliant les facteurs de correction, K1, K2, K3, Kn et Ks :

- le facteur de correction K1 prend en compte le mode de pose
- le facteur de correction K2 prend en compte l'influence mutuelle des circuits placés côte à côte
- le facteur de correction K3 prend en compte la température ambiante et la nature de l'isolant
- le facteur de correction du neutre chargé Kn
- le facteur de correction dit de symétrie Ks.

### Exemple d'un circuit à calculer

#### selon la méthode NF C 15-100 § 523.7

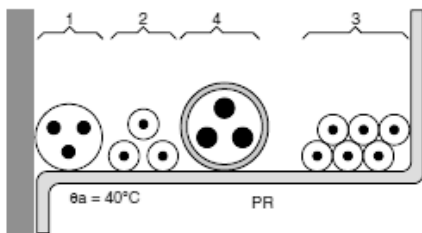
Un câble polyéthylène réticulé (PR) triphasé + neutre (4<sup>e</sup> circuit à calculer) est tiré sur un chemin de câbles perforé, jointivement avec 3 autres circuits constitués :

- d'un câble triphasé (1<sup>er</sup> circuit)
- de 3 câbles unipolaires (2<sup>e</sup> circuit)
- de 6 câbles unipolaires (3<sup>e</sup> circuit) : ce circuit est constitué de 2 conducteurs par phase.

Il y aura donc 5 regroupements triphasés.

La température ambiante est de 40 °C et le câble véhicule 58 ampères par phase.

On considère que le neutre du circuit 4 est chargé.



### Lettre de sélection

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>● sous conduit, profilé ou goulotte, en apparent ou encastré</li> <li>● sous vide de construction, faux plafond</li> <li>● sous caniveau, moulures, plinthes, chambranles</li> </ul>	B
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● en apparent contre mur ou plafond</li> <li>● sur chemin de câbles ou tablettes non perforées</li> </ul>	C
câbles multiconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>● sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé</li> <li>● fixés en apparent, espacés de la paroi</li> <li>● câbles suspendus</li> </ul>	E
câbles monoconducteurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>● sur échelles, corbeaux, chemin de câbles perforé</li> <li>● fixés en apparent, espacés de la paroi</li> <li>● câbles suspendus</li> </ul>	F

### Facteur de correction K1

lettre de sélection	cas d'installation	K1
B	● câbles dans des produits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	● conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	● câbles multiconducteurs	0,90
	● vides de construction et caniveaux	0,95
C	● pose sous plafond	0,95
B, C, E, F	● autres cas	1

### Facteur de correction K2

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction K2											
		nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B, C, F	encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles.		
	simple couche au plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
E, F	simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou sur tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
	simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, etc.	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer en plus un facteur de correction de :

- 0,80 pour deux couches
- 0,73 pour trois couches
- 0,70 pour quatre ou cinq couches.

### Facteur de correction K3

températures ambiantes (°C)	isolation		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,06	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71

### Facteur de correction Kn (conducteur Neutre chargé) (selon la norme NF C 15-100 § 523.5.2)

- Kn = 0,84
- Kn = 1,45

Voir détermination de la section d'un conducteur Neutre chargé [page A39](#).

### Facteur de correction dit de symétrie Ks (selon la norme NF C 15-105 § B.5.2 et le nombre de câbles en parallèle)

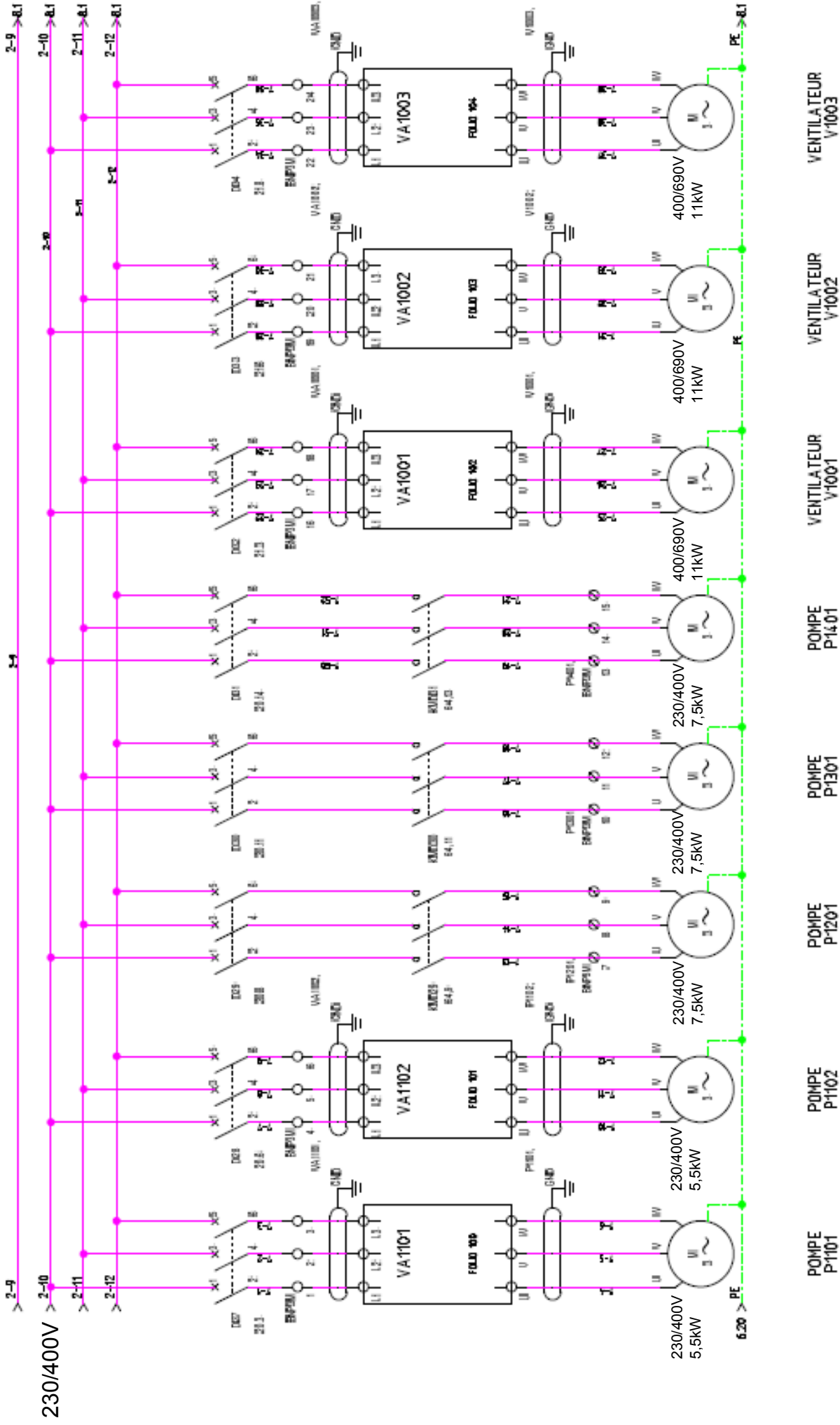
- Ks = 1 pour 2 et 4 câbles par phase avec le respect de la symétrie
- Ks = 0,8 pour 2, 3 et 4 câbles par phase si non respect de la symétrie.

## Détermination de la section minimale

Connaissant I'z et K (I'z est le courant équivalent au courant véhiculé par la canalisation : I'z = Iz/K), le tableau ci-après indique la section à retenir.

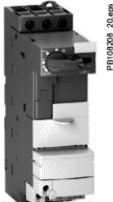
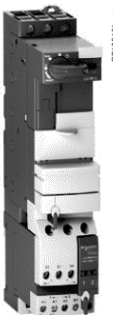

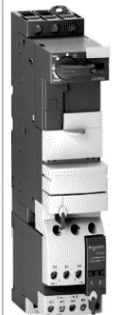
		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
		caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR					
lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm <sup>2</sup> )	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437
	150		299	319	344	371	395	441	473	504
	185		341	364	392	424	450	506	542	575
	240		403	430	461	500	538	599	641	679
	300		464	497	530	576	621	693	741	783
400					656	754	825		940	
500					749	868	946		1 083	
630					855	1 005	1 088		1 254	
section aluminium (mm <sup>2</sup> )	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28	
	4	22	25	26	28	31	33	35	38	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49	
	10	39	44	46	49	54	58	62	67	
	16	53	59	61	66	73	77	84	91	
	25	70	73	78	83	90	97	101	108	121
	35	86	90	96	103	112	120	126	135	150
	50	104	110	117	125	136	146	154	164	184
	70	133	140	150	160	174	187	198	211	237
	95	161	170	183	195	211	227	241	257	289
	120	186	197	212	226	245	263	280	300	337
	150		227	245	261	283	304	324	346	389
	185		259	280	298	323	347	371	397	447
	240		305	330	352	382	409	439	470	530
	300		351	381	406	440	471	508	543	613
	400					526	600	663		740
500					610	694	770		856	
630					711	808	899		996	

### DTR 13 : Extrait du schéma électrique Terraotherm




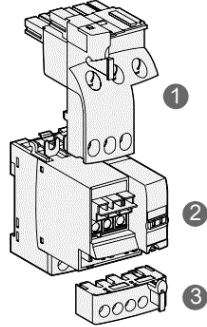
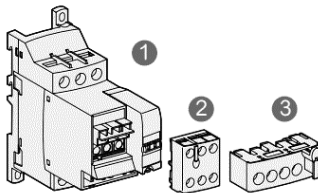
# DTR 14 : Modules Tesys U (Extrait du catalogue Schneider Electric)

## 1- Choix de la base de puissance standard

				
<b>Calibre / Ue AC</b>	12 A / 400 V 12 A / 500 V 9 A / 690 V		32 A / 400 V 23 A / 500 V 21 A / 690 V	
	1 sens	2 sens	1 sens	2 sens
Référence à compléter avec le code de la bobine désirée	Base standard LUB12	Base inverseur LU2B12●●	Base standard LUB32	Base inverseur LU2B32●●

TeSys U

## 1- Choix de la bases de puissance évoluées et du bloc inverseur

			
	<b>Base de puissance évoluées</b>	<b>Bloc inverseur Montage verticale</b>	<b>Bloc inverseur Montage latéral</b>
<b>Calibre / Ue AC</b>	12 A / 400 et 500 V 9 A / 690 V		
	LUB120	① LU9MR1C ② LU2MB0●● (1) ③ LU9M1	① LU6MB0●● (1) ② LU9MR1 ③ LU9M1
	LUB320		
	32 A / 400 V 23 A / 500 V 21 A / 690 V		

TeSys U

(1) Bornier de commande bobine A1-A2 et contacts aux. NO NC

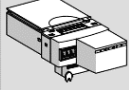


## 2- Choix de l'unité de contrôle

Puissances maximales normalisées des moteurs triphasés 50/60 Hz					Encliquetage sur base puissance Calibre		Multifonction				
400/440 V		500 V		600 V		Plage de réglage		Multifonction			
kW		kW		kW		A		Classe 5...30			
1P	3P	3P	3P	3P	3P	A	A	1P	3P		
-	0,09	-	-	-	-	0,15...0,6	12 et 32	LUCBX6●●	LUCCX6●●	LUCDX6●●	LUCMX6BL
0,09	0,25	-	-	-	-	0,35...1,4	12 et 32	LUCB1X●●	LUCC1X●●	LUCD1X●●	LUCM1XBL
0,55	1,5	2,2	3	-	-	1,25...5	12 et 32	LUCB05●●	LUCC05●●	LUCD05●●	LUCM05BL
2,2	5,5	5,5	9	-	-	3...12	12 et 32	LUCB12●●	LUCC12●●	LUCD12●●	LUCM12BL
4	7,5	9	15	-	-	4,5...18	32	LUCB18●●	LUCC18●●	LUCD18●●	LUCM18BL
7,5	15	15	18,5	-	-	8...32	32	LUCB32●●	LUCC32●●	LUCD32●●	LUCM32BL

Référence du module de contrôle : remplacer les points par le code bobine.

<b>Tension bobine (V)</b>	24~	24~	48...72 ~ et 48~	110...220 ~ et 110...240~
<b>Code bobine</b>	BL	B	ES	FU

## 4b- Choix du module auxiliaire de communication

Module de communication	Bornier / câble de commande pour base de puissance LUB●● 1 sens de rotation	Borniers / câbles de commande pour base de puissance LU2B●● ou LUB●● + LU2MB0●● 2 sens de rotation
	 LU9BN11C	 LU9MRC
Modbus	LULC033	
Ethernet	LULC033 + TeSys port	
AS-Interface	ASILUFC51	
Profibus DP	LULC07	
CANopen	LULC08	
DeviceNet	LULC09	
Advantys stb	LULC15	
Beckhoff	LULC14	nous contacter

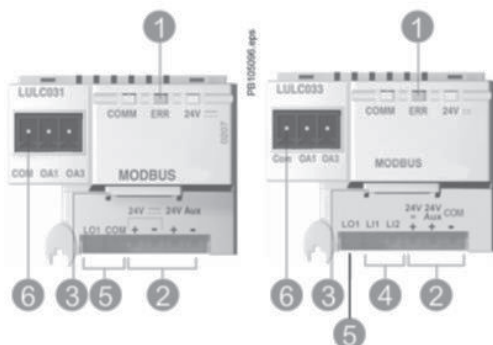


# Systemes de câblage type Bus

## Composants TeSys U pour bus Modbus

LULC031

LULC033



- 1 DEL de signalisation d'état du module
- 2 Raccordement des alimentations 24 V
- 3 Connecteur RJ45 liaison Modbus RS485
- 4 2 entrées TOR
- 5 1 sortie TOR
- 6 Sorties pour commandes du démarreur

Les modules de communication LULC031 et LULC032 pour réseau Modbus permettent de commander et de contrôler un démarreur-contrôleur TeSys U depuis un automate relié au même bus de communication.

### Caractéristiques du module

#### Bornier des entrées/sorties

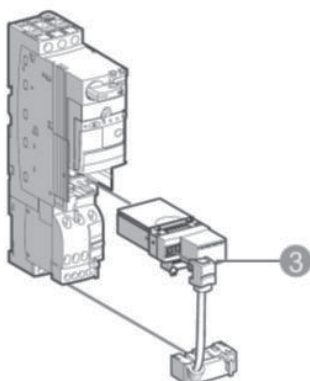
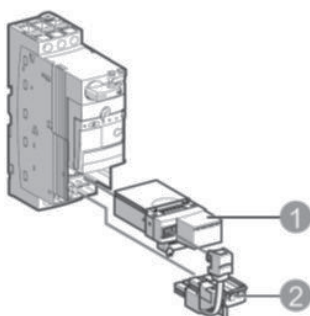
- Alimentation, par 24 V CC externe (alimentation non fournie) :
- 2 entrées (sur LULC033 seulement) configurables pour capteurs TOR
- 1 sortie 24 V CC - 0,5 A pour commande auxiliaire locale.

#### Connecteurs

- Pour bobine TeSys U 24 V CC (commun, sens 1, sens 2).
- RJ45 pour communication Modbus.

#### Signalisation

- Com - Err - 24 V, par LED.



Composants TeSys			
Désignation	Repère	Entrée TOR	Références
Module de communication Modbus	1	0	LULC031
		2	LULC033
Connecteur précâblé - cde bobine / base LUB	2	-	LU9BN11C
Connecteur précâblé - cde bobine / base LU2B	3	-	LU9MRC

Composant du réseau Modbus		
Désignation	Longueur (en m)	Références
Répartiteur de communication Modbus	-	LU9GC3
Cordons équipés de 2 connecteurs RJ45	0,3	VW3A8306R03
	1	VW3A8306R10
	3	VW3A8306R30
Tés de dérivations	0,3	VW3A8306TF03
	1	VW3A8306TF10
Désignation	Références	
Terminaisons de ligne RS 485	VW3A8306R	

Compatibilité selon versions du logiciel				
Modules de communication (version logiciel)		LUCL C031 à partir V2.3	LUCL C033 à partir V2.1	LUCL C033 à partir V2.2
Bases de puissance	LUB●● / LU2B ●2	■	■	■
	LUTM●●BL		■	■
Unité de contrôle	LUCA●●BL	■		■
	LUCB●●BL	■		■
	LUCC●●BL			■
	LUCD●●BL			■
	LUCM●●BL	■		■ <sup>(1)</sup>
	LUCBT●●BL		■	
	LUCDT●●BL		■	
	LUCMT●●BL		■	

(1) Sauf LUCM●●BL V1.04 et V1.06.

### Information sur la conception d'une architecture Modbus, choix des accessoires de réseau

Consulter la librairie des documents téléchargeables sur le site [schneider-electric.com](http://schneider-electric.com) en faisant une recherche sur le nom du protocole de transmission.

## DTR 15 : Processeur M340 (Extrait du catalogue Schneider Electric)

Plate-forme Modicon M340 pour offre logicielle Unity Pro

Processeur Standard BMX 34 10



Processeurs Performance BMX 34 20



Racks	Nombre de racks Nombre d'emplacements maxi (hors module alimentation)
Entrées/sorties	Entrées/sorties "Tout ou Rien" "In rack" (f) Entrées/sorties analogiques "In rack" (f) Entrées/sorties distribuées
Voies métiers "In rack"	Nb de voies (comptage, commande de mouvement, liaison série)
	Comptage (f) Commande de mouvement (f)
Ports de communication intégrés	Liaison série (processeur ou RTU) (f) Régulation, boucles programmables Réseau Ethernet Modbus/TCP Bus CANopen maître Liaison série (processeur ou RTU) Port USB

2 (de 4, 6, 8 ou 12 emplacements)	4 (de 4, 6, 8 ou 12 emplacements)
24	48
512 voies (modules 8, 16, 32 ou 64 voies)	1024 voies (modules 8, 16, 32 ou 64 voies)
128 voies (modules 2, 4, 8 ou 8 voies)	256 voies (modules 2, 4, 8 ou 8 voies)
Limité selon la nature du medium : sur réseau Ethernet Modbus/TCP via module réseau (63 équipements avec fonction I/O Scanning), sur liaison Modbus (32 équipements)	Limité selon la nature du medium : sur bus CANopen (63 équipements), sur réseau Ethernet Modbus/TCP (I/O Scanning), sur liaison Modbus (32 équipements)
20 maxi	30 maxi
Modules 2 voies BMX EHC 0200 (60 kHz) ou 8 voies BMX EHC 0600 (10 kHz)	Modules 2 voies BMX EHC 0200 (60 kHz) ou 8 voies BMX EHC 0600 (10 kHz)
Modules 2 voies à sorties PTO "Pulse Train Output" BMX MSP 0200 pour servo variateurs	Modules 2 voies à sorties PTO "Pulse Train Output" BMX MSP 0200 pour servo variateurs
-	-
Module 2 voies BMX NOM 0200 ou module 1 voie série RTU BMX NOR 0200H	Module 2 voies BMX NOM 0200 ou module 1 voie série RTU BMX NOR 0200H
Bibliothèque blocs EFBs de régulation	Bibliothèque blocs EFBs de régulation
-	-
-	1 (63 esclaves, 50... 1000 Kbits, classe M20) (2)
1 en Modbus maître/esclave mode RTU/ASCII ou en Mode Caractères (RS232/RS485 non isolée, 0,3...38,4 Kbit/s)	1 en Modbus maître/esclave mode RTU/ASCII ou en Mode Caractères (RS232/RS485 non isolée, 0,3...38,4 Kbit/s)
1 port de programmation (terminal PC) ou de raccordement IHM	1 port de programmation (terminal PC) ou de raccordement IHM

Type de processeurs Modicon M340

BMX P34 1000

BMX P34 2000

Processeurs Performance BMX 34 20 (suite)



4 (de 4, 6, 8 ou 12 emplacements)	4 (de 4, 6, 8 ou 12 emplacements)
48	48
1024 voies (modules 8, 16, 32 ou 64 voies)	1024 voies (modules 8, 16, 32 ou 64 voies)
256 voies (modules 2, 4, 8 ou 8 voies)	256 voies (modules 2, 4, 8 ou 8 voies)
Limité selon la nature du medium : sur bus CANopen (63 équipements), sur réseau Ethernet Modbus/TCP (I/O Scanning), sur liaison Modbus (32 équipements)	Limité selon la nature du medium : sur bus CANopen (63 équipements), sur réseau Ethernet Modbus/TCP (I/O Scanning), sur liaison Modbus (32 équipements)
30 maxi	30 maxi
Modules 2 voies BMX EHC 0200 (60 kHz) ou 8 voies BMX EHC 0600 (10 kHz)	Modules 2 voies BMX EHC 0200 (60 kHz) ou 8 voies BMX EHC 0600 (10 kHz)
Modules 2 voies à sorties PTO "Pulse Train Output" BMX MSP 0200 (200 kHz) pour servo variateurs	Modules 2 voies à sorties PTO "Pulse Train Output" BMX MSP 0200 (200 kHz) pour servo variateurs
Bibliothèque MFBs "Motion Function Blocks" (pour variateurs ou servo variateurs sur bus CANopen)	Bibliothèque MFBs "Motion Function Blocks" (pour variateurs ou servo variateurs sur bus CANopen)
Module 2 voies BMX NOM 0200 ou module 1 voie série RTU BMX NOR 0200H	Module 2 voies BMX NOM 0200 ou module 1 voie série RTU BMX NOR 0200H
Bibliothèque blocs EFBs de régulation	Bibliothèque blocs EFBs de régulation
-	1 x 10BASE-T/100BASE-TX (Modbus/TCP, BOOTP/DHCP, FDR client, notifi cat)
1 (63 esclaves, 50... 1000 Kbits, classe M20) (2)	1 (63 esclaves, 50... 1000 Kbits, classe M20) (2)
1 en Modbus maître/esclave mode RTU/ASCII ou en Mode Caractères (RS232/RS485 non isolée, 0,3...38,4 Kbit/s)	1 en Modbus maître/esclave mode RTU/ASCII ou en Mode Caractères (RS232/RS485 non isolée, 0,3...38,4 Kbit/s)
1 port de programmation (terminal PC) ou de raccordement IHM	1 port de programmation (terminal PC) ou de raccordement IHM

BMX P34 20102

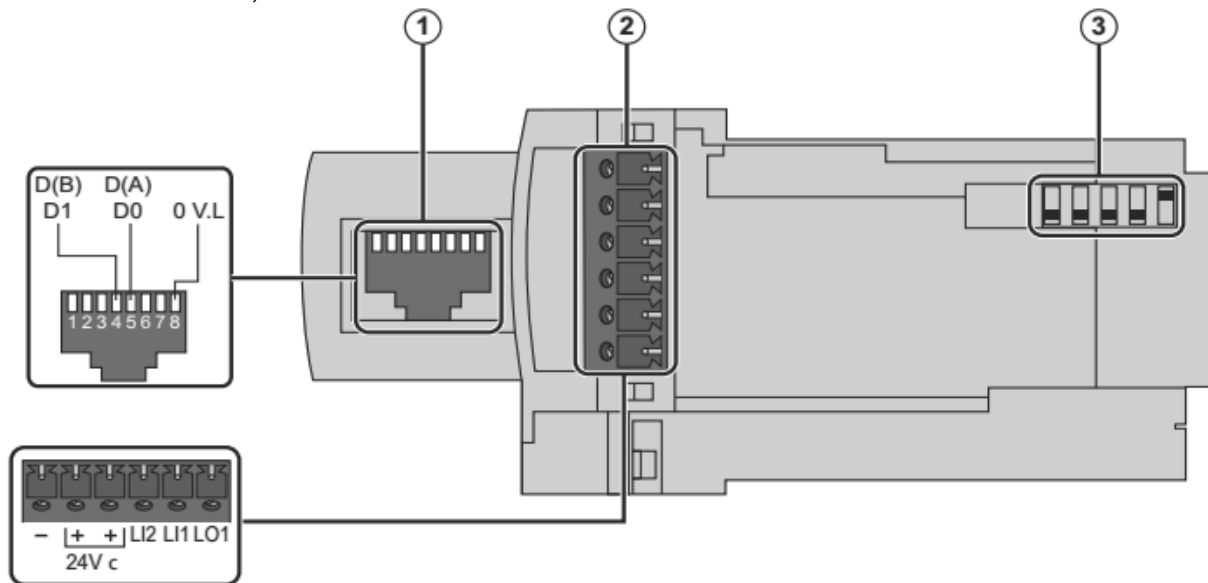
BMX P34 2020

Tournez la page S.V.P.



**DTR 16** : Paramétrage de l'adressage du module MODBUS Tesys U (Catalogue Schneider Electric)

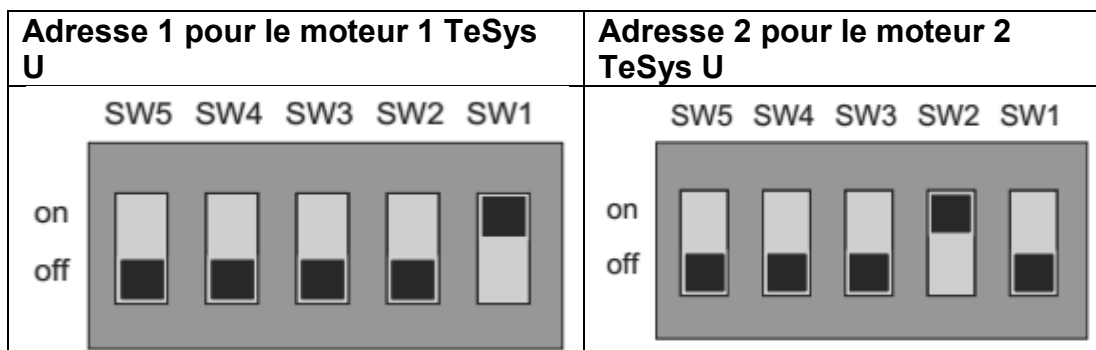
**Présentation** : Le réglage de l'adresse du module Modbus se fait à l'aide des commutateurs DIP, sous le module de communication.



- 1 Connecteur RJ45
- 2 Bornier Entrée/Sortie et 24 V CC
- 3 Adresse

**Adresse** : Il faut définir une adresse de 1 à 31 à l'aide des 5 commutateurs (SW1 à SW5). L'adresse 0 (zéro) n'est pas autorisée et constitue une configuration invalide. Dans l'application, les adresses sont 1 et 2 :

W5	SW4	SW3	SW2	SW1	Adresse
0	0	0	0	1	1 (valeur par défaut)
0	0	0	1	0	2



## DTR 17 : Registres de communication Démarreur contrôleur Tesys U (Guide d'exploitation Schneider Electric)

Surveillance des alarmes - Lecture seule						
461 2004 : 0C M 68 : 1 : 0C	Word	Registre d'alarme : En cas de défaut de courant (par ex. : défaut à la terre, déséquilibre de phase, démarrage long, etc.), les alarmes correspondantes sont réarmées.				
	bits 0-1	(Non significatif)				
	bit 2	Alarme de défaut à la terre			√	
	bit 3	Alarme thermique		√	√	
	bit 4	Alarme de démarrage long			√	
	bit 5	Alarme de blocage			√	
	bit 6	Alarme de déséquilibre de phase			√	
	bit 7	Alarme de sous-charge			√	
	bits 8-9	(Non significatif)				
	bit 10	Perte de communication sur le port Modbus LUCM			√	
	bit 11	Alarme de température interne			√	
	bit 12	Alarme de communication interne ou d'identification du module			√	
	bits 13-14	(Non significatif)				
	bit 15	Alarme de module		√	√	√
	<b>Registre Index CANopen Chemin DeviceNet</b>	<b>Type d'objet</b>	<b>Description/valeurs possibles</b>	<b>LUCA</b>	<b>LUCB/C/D</b>	<b>LUCM</b>
Surveillance des défauts - Lecture seule						
452 2004 : 03 M 68 : 1 : 03	Word	Registre des défauts :				
	bit 0	Défaut de court-circuit		√	√	
	bit 1	Défaut magnétique		√	√	
	bit 2	Défaut à la terre			√	
	bit 3	Défaut thermique		√	√	
	bit 4	Défaut de démarrage long			√	
	bit 5	Défaut de blocage			√	
	bit 6	Défaut de déséquilibre de phase			√	
	bit 7	Défaut de sous-charge			√	
	bit 8	Défaut de déclenchement par dérivation			√	
	bit 9	Défaut de test de déclenchement			√	
	bit 10	Défaut de perte de communication sur le port Modbus LUCM			√	
	bit 11	Défaut interne de l'unité de contrôle		√	√	
	bit 12	Défaut de communication interne ou d'identification du module			√	
	bit 13	Défaut interne du module	√	√	√	
	bit 14	Défaut de déclenchement du module	√	√	√	
bit 15	Défaut de perte d'information du module	√	√	√		
Surveillance des mesures - Lecture seule						
466 2004 : 11 68 : 1 : 11	<b>M</b>	UInt	Courant moyen moteur (x 0,1 % FLA)		√	√
Configuration générale - Lecture/Ecriture avec moteur à l'arrêt, pôles principaux ouverts						
602 2006 : 03 6A : 1 : 03	<b>P</b>	Word	Configuration de contrôle :			
	Mode de réarmement après un défaut de surcharge thermique, bits 0-2 (un bit est réglé sur 1) :					
	bit 0	Manuel (valeur par défaut = 1)			√	√
	bit 1	A distance (ou clavier d'unité de contrôle avec LUCM)			√	√
	bit 2	Automatique			√	√
	bit 3	Parité de communication de l'unité de contrôle : 0 = aucune (par défaut) - 1 = paire				√
	bit 4	Contrôle de communication activé/désactivé : 0 = désactivé - 1 = activé (par défaut)				√
	Chien de garde du port Modbus LUCM, bits 5-8 (un bit est positionné à 1) :					
	bits 9-15	(Réservé)				

## DTR 18 : Extrait Norme EN50291

Le 15 février 2001, l'Europe approuvait une norme relative aux alarmes CO.

Résumé de la nouvelle norme Européenne EN 50291 relative aux alarmes CO domestiques. Appareils électriques pour la détection de monoxyde de carbone dans les locaux à usage domestique - Méthodes d'essais et prescriptions de performances.

Cette norme stipule que le déclenchement de l'alarme doit se produire :

- Pas avant 120 minutes pour une concentration de 30ppm,
- Entre 60 et 90 minutes pour une concentration de 50 ppm,
- Entre 10 et 40 minutes pour une concentration de 100 ppm,
- Avant 3 minutes pour une concentration de 300 ppm.

## DTR 19 : Détecteurs de gaz OLCT 10N (Site OLDHAM)

Les détecteurs doivent être reliés avec du câble de section minimale 0,22 mm<sup>2</sup>, type MPI-22A (câble pour communication RS485, 2 paires torsadées blindées ; impédance nominale de 100 Ω). Ce câble véhicule sur une paire le signal RS485 et sur l'autre paire l'alimentation des modules. Les bornes +24VDC, 0V, A, B sont respectivement reliées aux bornes +24VDC, 0V, A, B des autres modules de la ligne puis au connecteur de la ligne correspondante sur la centrale MX43.

Le blindage du câble doit être relié à une borne de terre.

A l'extrémité du bus placer la résistance de fin de ligne de 120 Ω. Pour cela, il suffit de basculer le switch n°8 en position ON sur le dernier module.

Référence	Désignation
OLCT10N-001	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100% LIE CH <sub>4</sub> (5% vol.)
OLCT10N-002	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100% LIE CH <sub>4</sub> (4,4% vol.)
OLCT10N-003	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100% LIE H <sub>2</sub> (4% vol.)
OLCT10N-004	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100% LIE C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (1,5% vol.)
OLCT10N-005	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100% LIE C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (2% vol.)
OLCT10N-200	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-30% vol. O <sub>2</sub> (durée de vie 2 ans)
OLCT10N-272	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-30% vol. O <sub>2</sub> (durée de vie 5 ans)
OLCT10N-204	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-300 ppm CO
OLCT10N-205	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-1000 ppm CO
OLCT10N-252	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-5000 ppm CO <sub>2</sub>
OLCT10N-239	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-5% vol. CO <sub>2</sub>
OLCT10N-241	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100% vol. CO <sub>2</sub>
OLCT10N-213	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-30 ppm H <sub>2</sub> S
OLCT10N-214	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100 ppm H <sub>2</sub> S
OLCT10N-216	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100 ppm NO
OLCT10N-217	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-300 ppm NO
OLCT10N-219	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-10 ppm NO <sub>2</sub>
OLCT10N-220	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-30 ppm NO <sub>2</sub>
OLCT10N-231	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-100 ppm NH <sub>3</sub>
OLCT10N-232	Transmetteur numérique OLCT 10N, échelle 0-1000 ppm NH <sub>3</sub>

## DTR 20 : Centrales de détection gaz (Site OLDHAM)

### CENTRALE DE DÉTECTION GAZ MONOVOIE MX15

*Spécialement étudiée pour les applications en chaufferies et parkings, la centrale de mesure MX15 est un modèle d'excellent qualité/prix pour la surveillance des risques liés au gaz.*



- ➔ Écran à cristaux liquides 4 digits et pictogrammes.
- ➔ 2 niveaux d'alarmes indépendants programmables.
- ➔ Taille réduite et simplicité d'installation – fixation rail DIN ou murale.
- ➔ Relais indépendants pour les asservissements.
- ➔ Possibilité de brancher 2 détecteurs OLC10 TWIN.

### CENTRALE DE DÉTECTION GAZ 2 VOIES MX32

*La MX32 est une centrale de mesure et d'alarme parfaitement adapté aux besoins de sécurité des biens et des personnels évoluant dans des atmosphères susceptible de contenir des gaz explosifs, toxiques ou asphyxiants.*



- ➔ Écran à cristaux liquides 4 digits et pictogrammes.
- ➔ 2 seuils d'alarme et relais instantanés indépendants.
- ➔ Technologie CMS et microcontrôleur garantissant la qualité des mesures.
- ➔ Facilité d'installation et grande souplesse d'utilisation.
- ➔ Conforme EN50054, EN50081, EN50082 et directives Basse Tension.

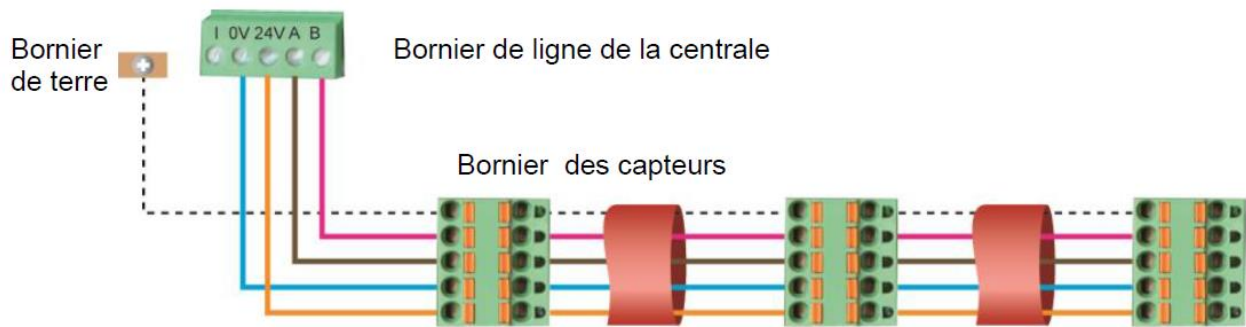
### CENTRALE DE DÉTECTION GAZ MULTIVOIES (JUSQU'À 32 VOIES) MX43

*Centrale de détection gaz 4 ou 8 voies analogiques et/ou numériques (jusqu'à 32 détecteurs gaz répartis sur 8 voies) destinée à la mesure des gaz présents dans l'atmosphère.*

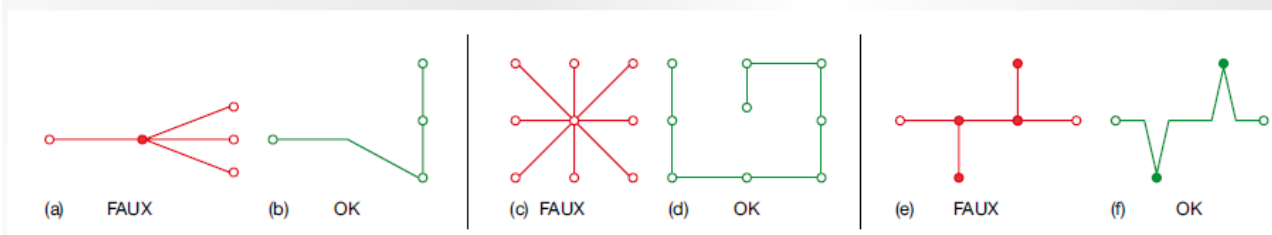


- ➔ Nombreuses possibilités d'évolution (cartes supplémentaires).
- ➔ 5 niveaux d'alarme / voie.
- ➔ 5 relais d'alarmes entièrement programmables + défaut.
- ➔ Buzzer + flash intégrés dans la centrale.
- ➔ Communication : RS 485, protocole propriétaire, 9600 Baud.

## DTR 21 : Principe de connexion des modules d'une ligne de la centrale



Exemple : Conversion d'une topologie non adaptée vers une topologie bus adaptée.

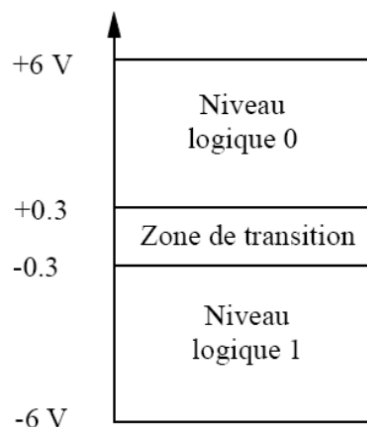


## DTR 22 : Longueur de ligne

Tableau récapitulant les longueurs maximales des câbles à utiliser suivant la section et le nombre de capteur à raccorder à la centrale.

Distance en mètres	Section de câble		
	0,75 mm <sup>2</sup> (AWG 18)	0,5 mm <sup>2</sup> (AWG 20)	0,22 mm <sup>2</sup> (AWG 24)
Nombre d'OLCT 10N destinés à la détection des gaz toxiques (sauf CO <sub>2</sub> ) ou de l'oxygène			
10	1000	1000	1000
20	1000	1000	900
25	1000	1000	500
32	1000	800	300

## DTR 23 : Niveaux significatifs de tension RS485



**DTR 24 : Caractéristiques du groupe de cogénération (Extrait Technical Specification Jenbacher gas engines)**

<b>CO-GEN Module data:</b>		
Electrical output	kW el.	1.063
Recoverable thermal output (120 °C)	kW	1.208
Energy input	kW	2.605
Fuel Consumption based on a LHV of 9,5 kWh/Nm <sup>3</sup>		
	Nm <sup>3</sup> /h	274
Heat to be dissipated (LT-Circuit)	kW	65

<b>Alternator:</b>		
Manufacturer	STAMFORD e)	
Type	PE 734 C2 e)	
Type rating	kVA	1.550
Efficiency at p.f. = 1,0	%	97,1%
Efficiency at p.f. = 0,8	%	96,0%
Ratings at p.f. = 1,0	kW	1.063
Ratings at p.f. = 0,8	kW	1.051
Frequency	Hz	50
Voltage	V	400
Protection Class		IP 23
Insulation class		H
Speed	rpm	1.500
Mass	kg	2.967

## **Sommaire du dossier des documents réponse**

### **Partie A :**

**DR A1** – Couple résistant du système de ventilation sur l'axe du moteur

**DR A2** – Schéma électrique du moteur de ventilation primaire

### **Partie B :**

**DR B1** – Tableau des puissances installées

**DR B2** – Courants de court-circuit

### **Partie C :**

**DR C1** – Schéma synoptique du réseau MODBUS

**DR C2** – Tableau d'échange des variables de communication (Démarreur contrôleur de la pompe P1201 ← → API M340)

### **Partie D :**

**DR D1** – Plan salle Terraotherm

**DR D2** – Raccordement de la centrale de détection

### **Partie E :**

**DR E1** – Couplage du transformateur de distribution et indice horaire

**DR E2** – Raccordement des transformateurs sur le réseau Enedis

### **IMPORTANT :**

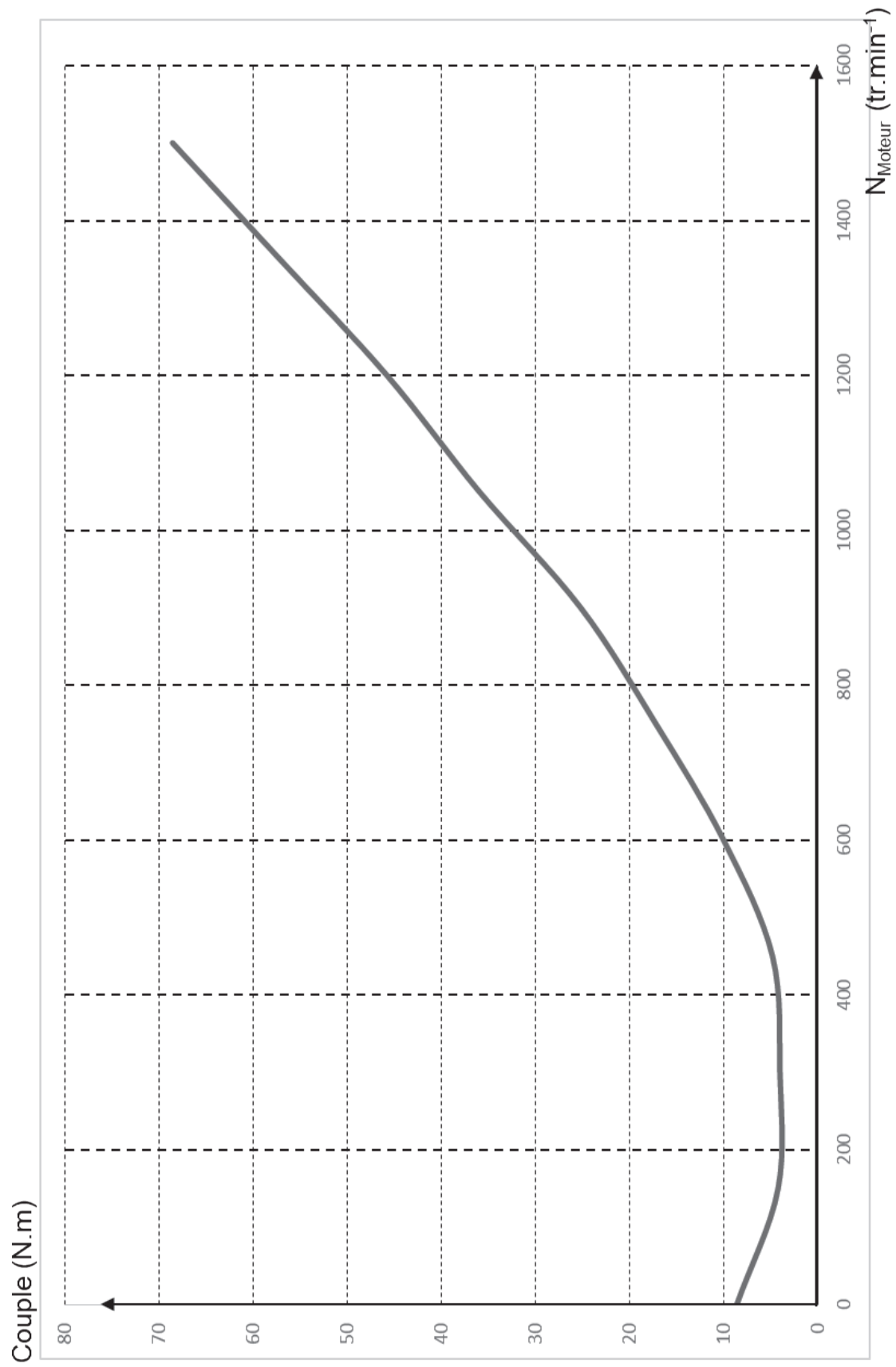
L'ensemble des documents réponse est à rendre avec la copie, même s'ils ne sont pas tous complétés.





**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

**DR A1 – Couple résistant du système de ventilation sur l'axe du moteur**



Tournez la page S.V.P.

# DR A2 – Schéma électrique du moteur de ventilation primaire

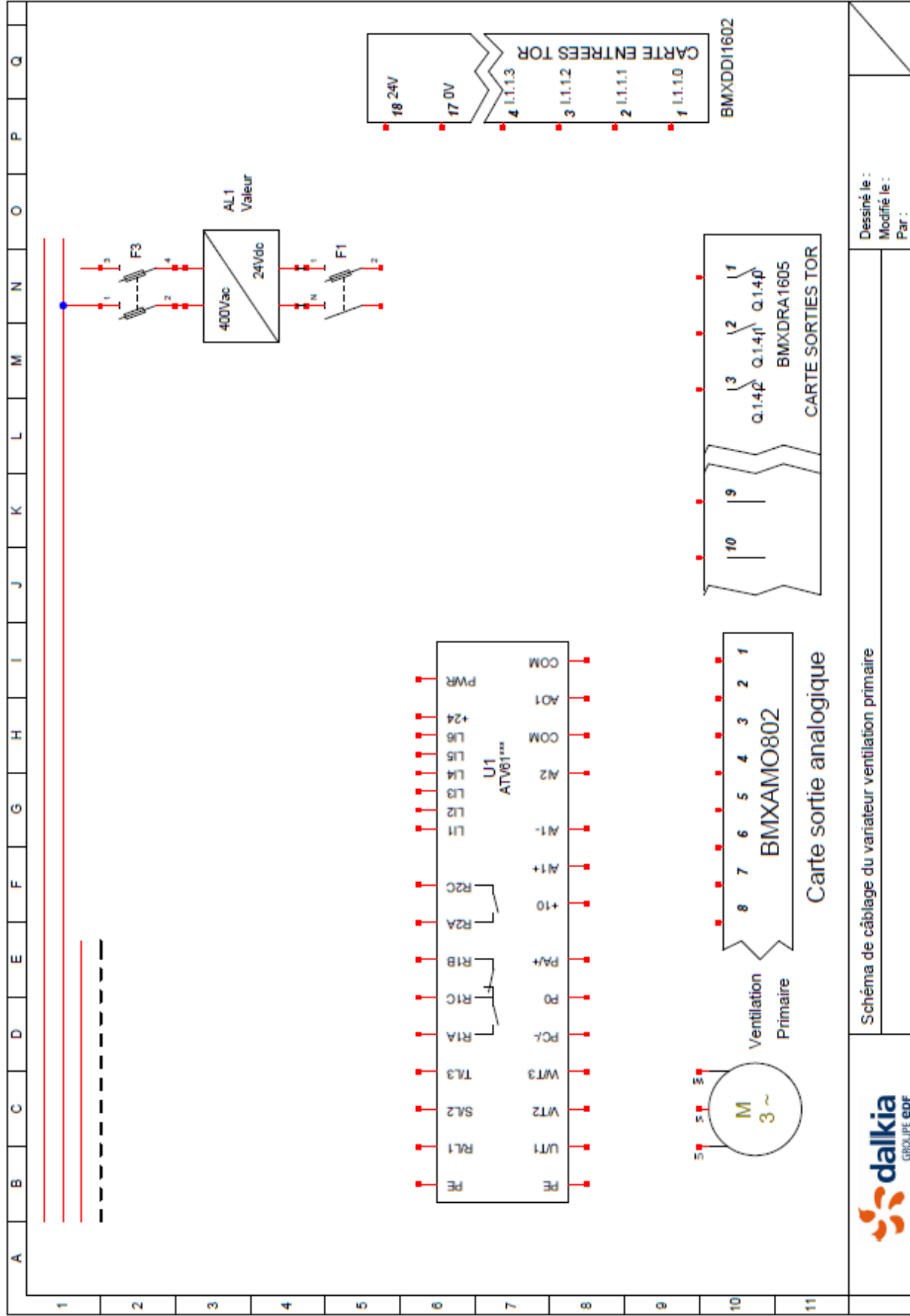


Schéma de câblage du variateur ventilation primaire

Dessiné le :  
Modifié le :  
Par :


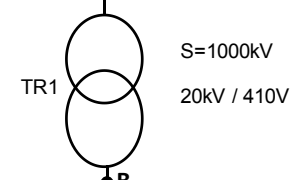
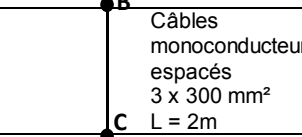

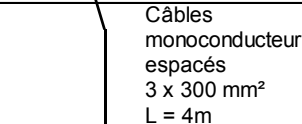
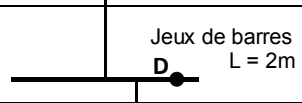
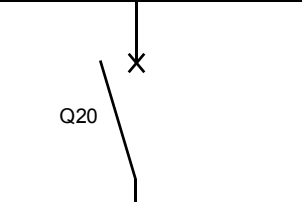


**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

**DR B1 – Tableau des puissances installées**

	PUISSANCE (kW)	$K_{\text{Utilisation}}$	$P_{u1}$	$K_{\text{Simultanéité}}$	$P_{u2}$	$K_{S \text{ GEN}}$	$P_{\text{Installée}}$
POMPES	<b>500</b>	<b>0,7</b>	<b>350</b>	<b>0,5</b>	<b>175</b>	<b>0,9</b>	
TERRAOTHERM							
FILTRE N°1	<b>75</b>	<b>0,8</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>60</b>		
FILTRE N°2	<b>75</b>	<b>0,8</b>	<b>60</b>	<b>1</b>	<b>60</b>		
CHAUDIERE BOIS N°1							
CHAUDIERE BOIS N°2	<b>100</b>	<b>0,9</b>	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>90</b>		
COFFRET PC3	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	<b>0,1</b>	<b>9</b>		
COFFRET PC3	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	<b>0,1</b>	<b>9</b>		
CONVOYEUR	<b>120</b>	<b>0,8</b>	<b>96</b>	<b>0,7</b>	<b>67,2</b>		
LOCAUX	<b>55</b>	<b>0,9</b>	<b>49,5</b>	<b>0,8</b>	<b>39,6</b>		
ECLAIRAGE	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>20</b>		
ECLAIRAGE	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>20</b>		
ECLAIRAGE	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>20</b>		

## DR B2 – Courants de court-circuit

	R (mΩ)	X (mΩ)	R <sub>T</sub> (mΩ)	X <sub>T</sub> (mΩ)	Z <sub>T</sub> (mΩ)	$I_{cc} = \frac{U_{20}}{\sqrt{3} \times Z_T}$
 <p>Réseau amont</p>						
 <p>TR1 S=1000kV 20kV / 410V</p>						
 <p>Câbles monoconducteur espacés 3 x 300 mm<sup>2</sup> L = 2m</p>						
 <p>Q1</p>	0	0,15				
 <p>Câbles monoconducteur espacés 3 x 300 mm<sup>2</sup> L = 4m</p>	0,102	0,52				
 <p>Jeux de barres D L = 2m</p>						
 <p>Q2</p>	0	0,15				

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

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



Prénom(s) :

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

Numéro  
Inscription :

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

Né(e) le :

		/			/														
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EFE GET 1

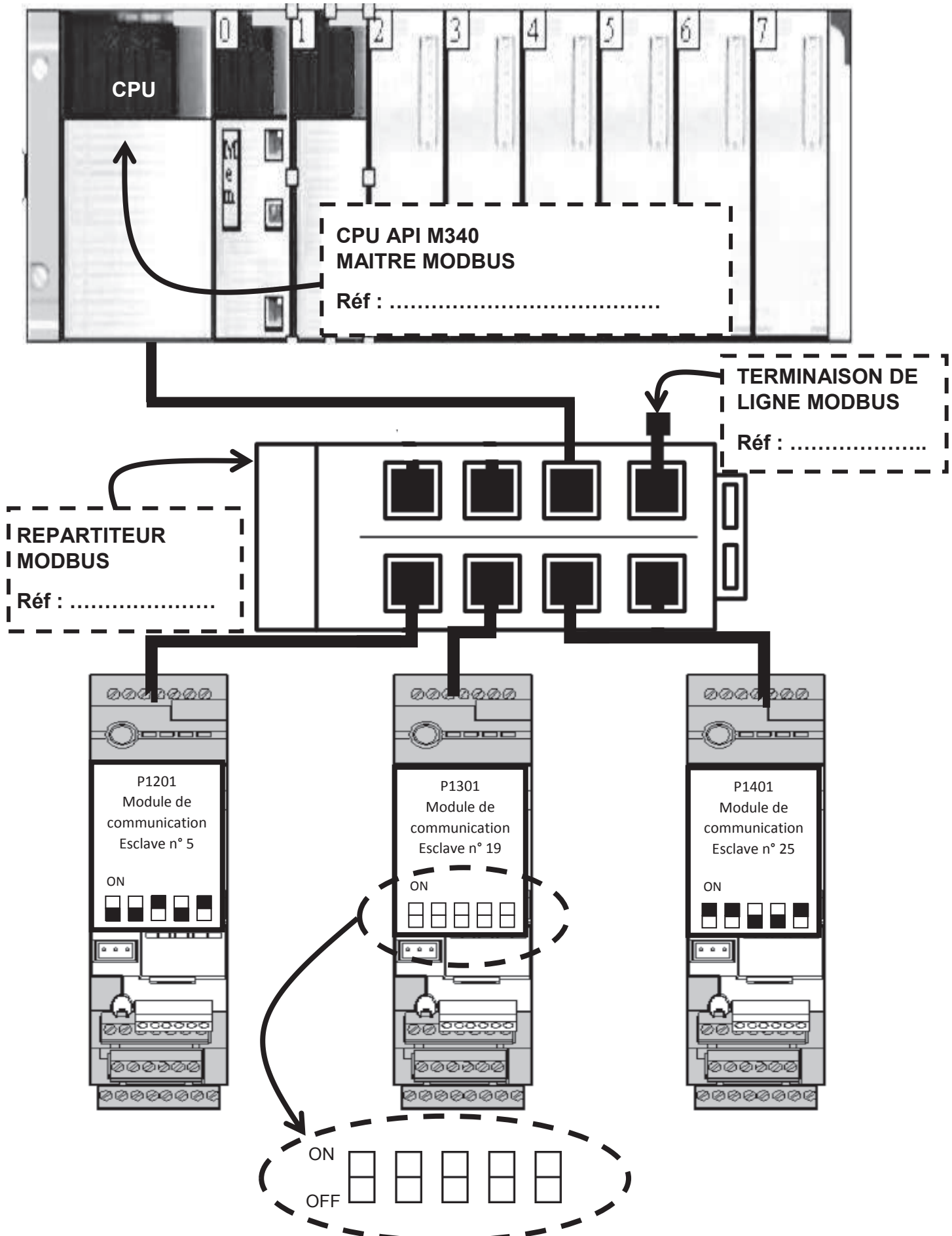
## Partie C

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**



**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

DR C1 – Schéma synoptique du réseau MODBUS



**DR C2** – Tableau d'échange des variables de communication (Démarreur contrôleur de la pompe P1201 ← → API M340)

<b>Numéro de registre</b>	<b>Fonction de commande</b>	<b>Mode de communication</b>	<b>Variable d'échange API M340</b>
<b>451</b>	Code du dernier défaut	Lecture	%MW0
<b>452.1</b>	Défaut magnétique	Lecture	%MW1:X1
	Défaut thermique	Lecture	%MW1:X3
	Réarmement à distance	Lecture/écriture	%MW10 :X1

**Nom de famille :**

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

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



**Prénom(s) :**

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

**Numéro  
Inscription :**

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

**Né(e) le :**

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

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

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

**Concours / Examen :** ..... **Section/Sécialité/Série :** .....

**Epreuve :** ..... **Matière :** ..... **Session :** .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

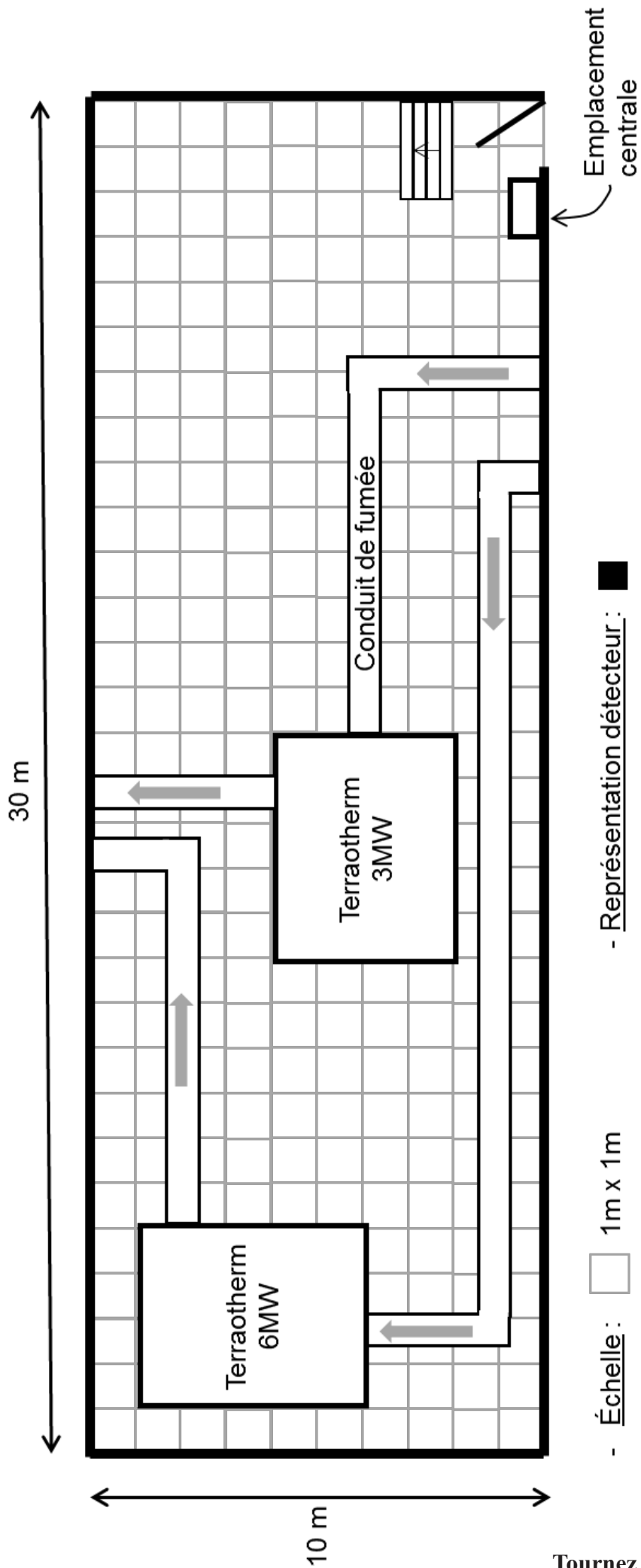
EFE GET 1

## Partie D

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

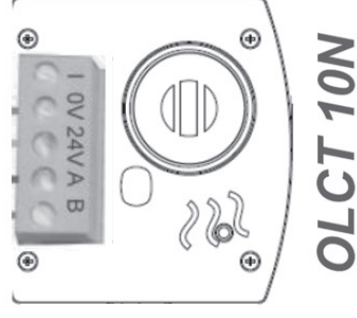
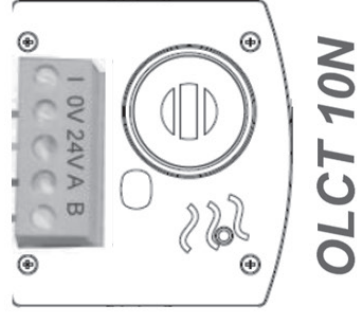
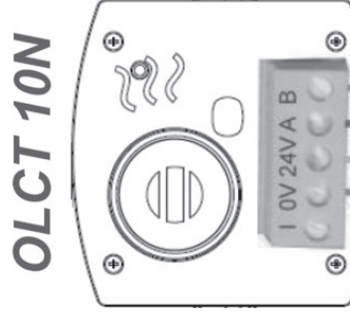
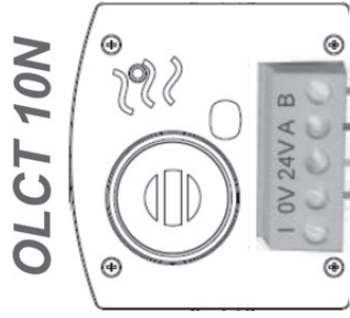
**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

## PLAN D'IMPLANTATION DE TERRAOTHERM



Tournez la page S.V.P.

**DR D2 – Raccordement de la centrale de détection**



Nom de famille :  
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

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



Prénom(s) :

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

Numéro  
Inscription :

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

Né(e) le :

						/						/					
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--

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

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/S spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EFE GET 1

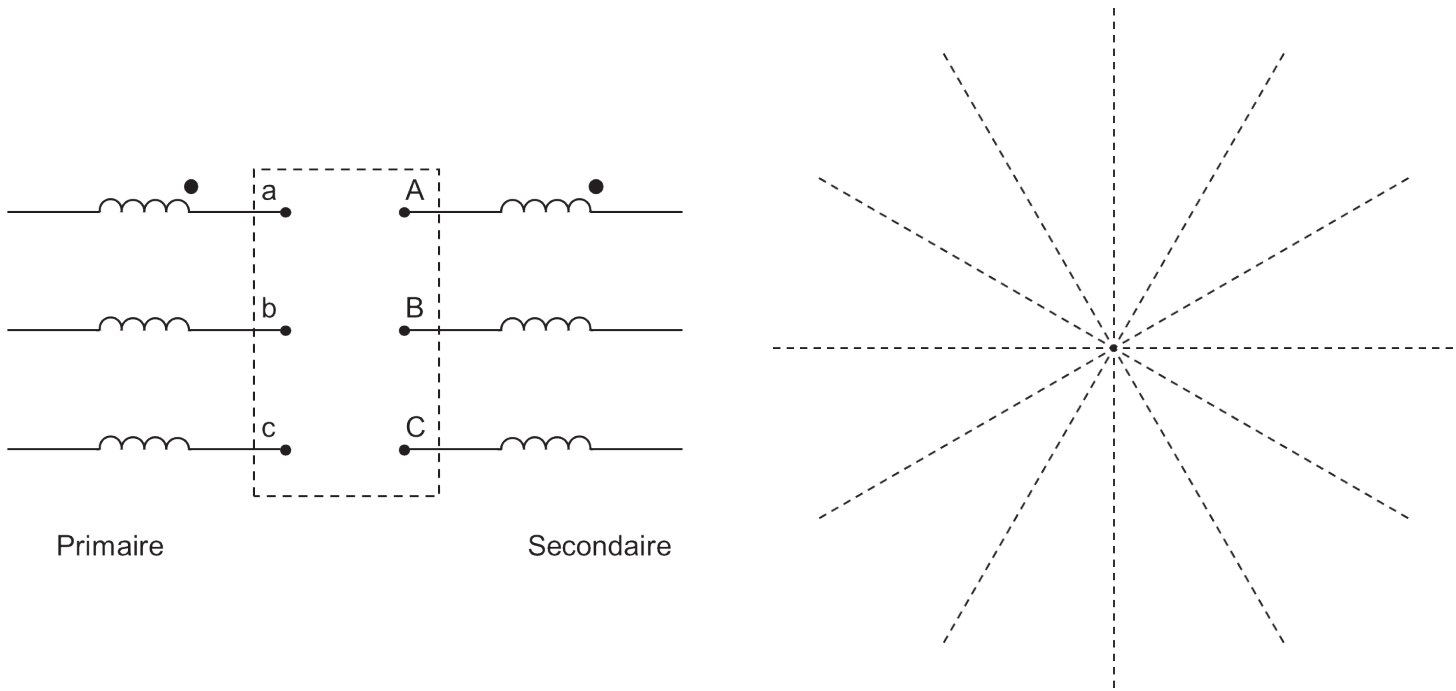
## Partie E

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**



**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

**DR E1 – Couplage du transformateur de distribution et indice horaire**



**DR E2 – Raccordement des transformateurs sur le réseau Enedis**

Réseau Enedis 3 x 15 kV

