

**Baccalauréat Professionnel**  
**Électrotechnique, énergie et équipements communicants**

**ÉPREUVE E2**

**Étude d'un ouvrage**

**DOSSIER TECHNIQUE**

DESCRIPTIF TECHNIQUE DU SYSTÈME ÉTUDIÉ ..... DT3 à DT6

DOSSIER RESSOURCES - DOCUMENTS CONSTRUCTEURS ..... DT8 à DT47

**Baccalauréat Professionnel**  
**Électrotechnique, énergie et équipements communicants**

**ÉPREUVE E2**

**Étude d'un ouvrage**

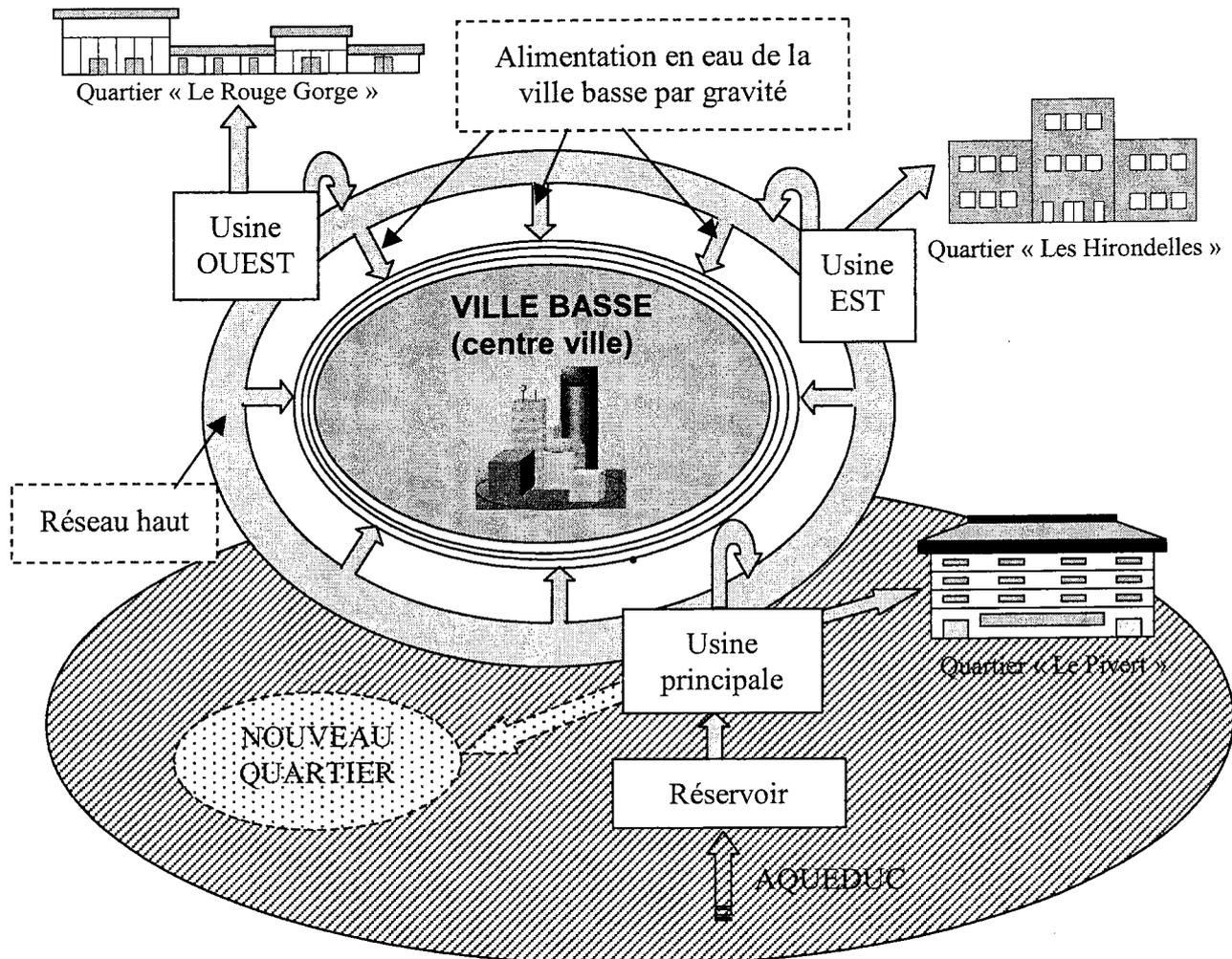
**DESCRIPTIF TECHNIQUE  
DU SYSTÈME ÉTUDIÉ**

PRÉSENTATION DE L'USINE ..... DT3 à DT6

# PRÉSENTATION

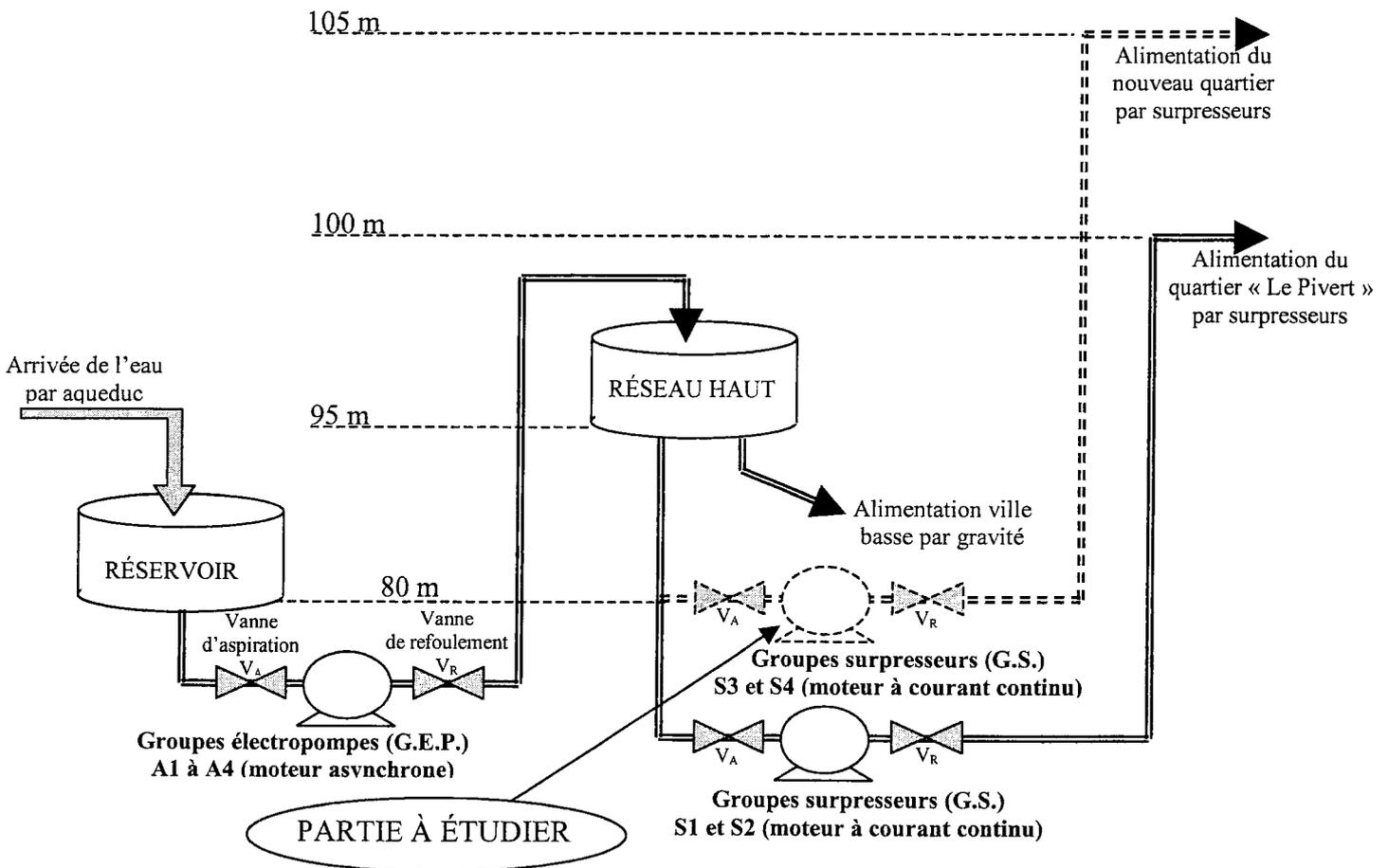
Une ville française est alimentée en eau potable par l'intermédiaire d'une société comportant plusieurs usines situées en périphérie. Cette société produit et transporte chaque jour les 650 000 m<sup>3</sup> d'eau consommée par les habitants et les 350 000 m<sup>3</sup> d'eau utilisée par les industriels.

L'eau provient pour moitié de réserve souterraine, et l'autre moitié est produite à partir d'eau de rivière potabilisée.



Les usines permettent la distribution en eau potable de la ville basse par l'intermédiaire du réseau haut. Puis, chaque usine alimente différents quartiers situés aux alentours du centre. L'usine principale s'occupe également de la gestion d'eau du quartier « Le Pivert » et de la future extension (nouveau quartier).

## Schéma de principe de distribution de l'eau de l'usine principale :



L'eau est acheminée par l'aqueduc et se déverse naturellement dans le réservoir. Les groupes motopompes A1 à A4 sont chargés de relever l'eau du réservoir vers le réseau haut. Le réseau haut permet d'alimenter la ville basse par gravité. En effet, la ville se situant plus bas que le réseau haut l'écoulement de l'eau se fera naturellement vers les habitations. Cette usine se charge aussi de l'alimentation de l'eau pour le quartier « Le Pivert ». Pour permettre la distribution de l'eau dans ce quartier se situant au-dessus du réseau haut tout en maintenant une pression constante de 3 bars chez le consommateur.

Cette usine est constituée de :

- 4 groupes électropompes (G.E.P.) A1 à A4 entraînés par des moteurs asynchrones de 150 kW.
  - G.E.P. A1 et A3 : groupes prioritaires
  - G.E.P. A2 et A4 : groupes de secours (fonctionnent en cas de défaillance ou de maintenance des groupes prioritaires)
- 2 groupes surpresseurs (G.S.) S1 et S2 entraînés par des moteurs à courant continu de 145 kW.
  - S1 : groupe prioritaire
  - S2 : groupe de secours

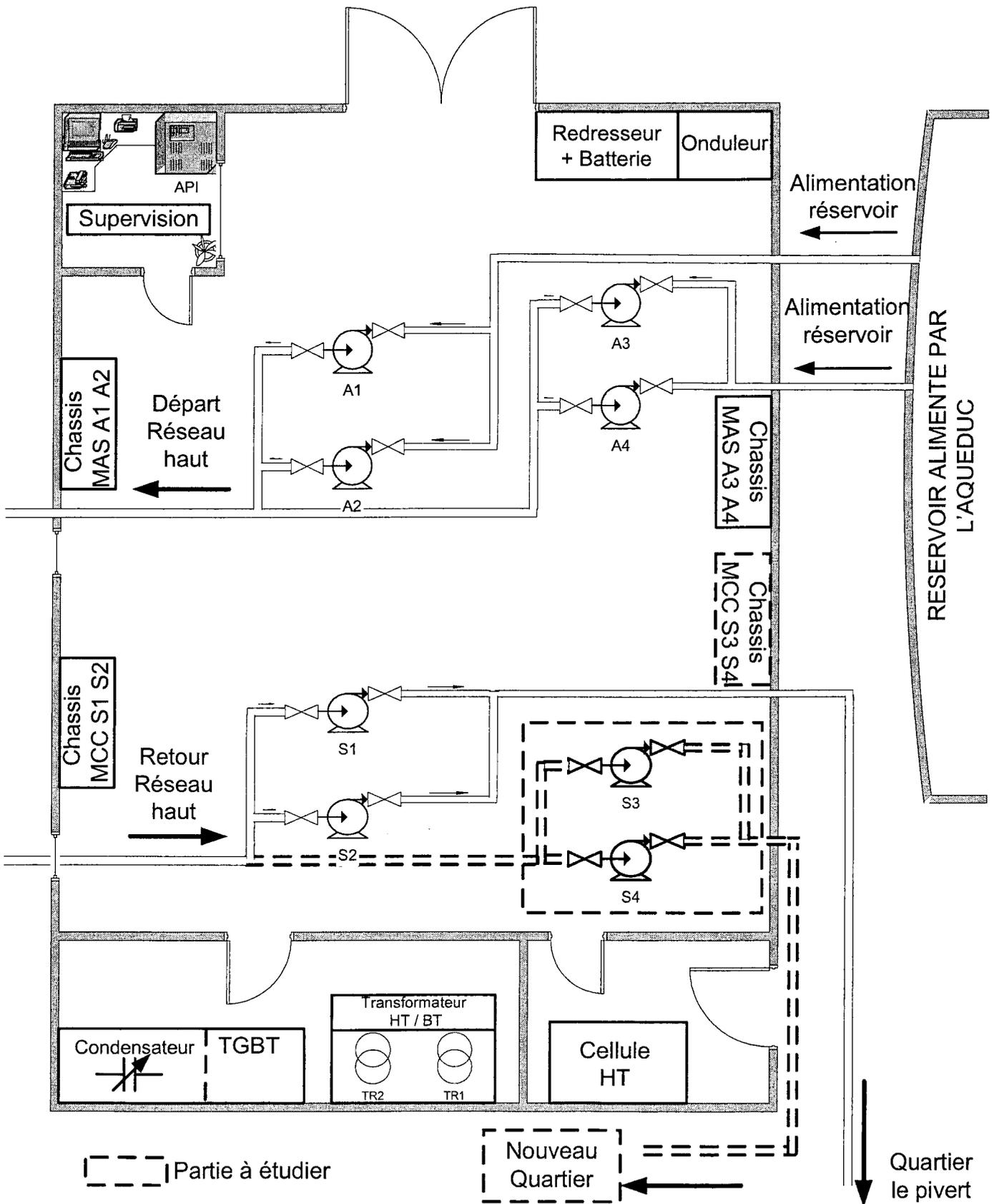
En fonctionnement normal, les groupes électropompes A1 et A3 démarrent et fonctionnent en tout ou rien suivant les besoins des consommateurs (critère débitmétrique). Le groupe surpresseur S1 permet de maintenir une pression constante (critère manométrique) dans le quartier « Le Pivert » par réglage de la vitesse réalisé par variateur.

La gestion de l'installation est réalisée par des automates programmables qui permettent en cas de dysfonctionnement d'enclencher « les groupes de secours ».

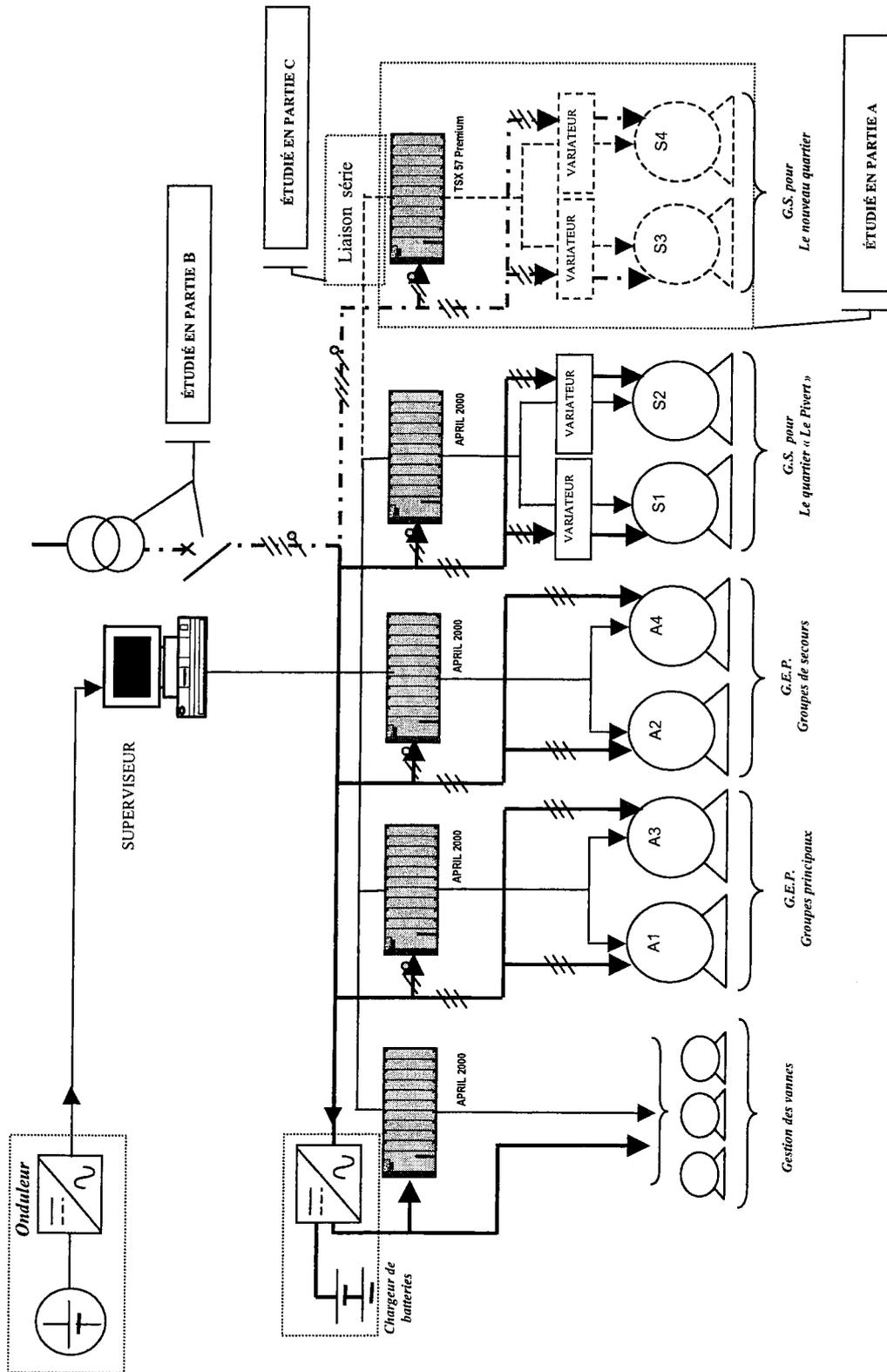
Les prévisions d'occupation du nouveau quartier obligent la ville à créer un nouveau réseau d'acheminement d'eau potable. Cette demande impose à l'entreprise la mise en place d'un nouveau groupe surpresseur. Notre étude portera sur ce projet.

# ORGANISATION DE L'USINE

Plan de l'usine principale :



Synoptique de l'étude :



**Baccalauréat Professionnel**  
**Électrotechnique, énergie et équipements communicants**

**ÉPREUVE E2**

**Étude d'un ouvrage**

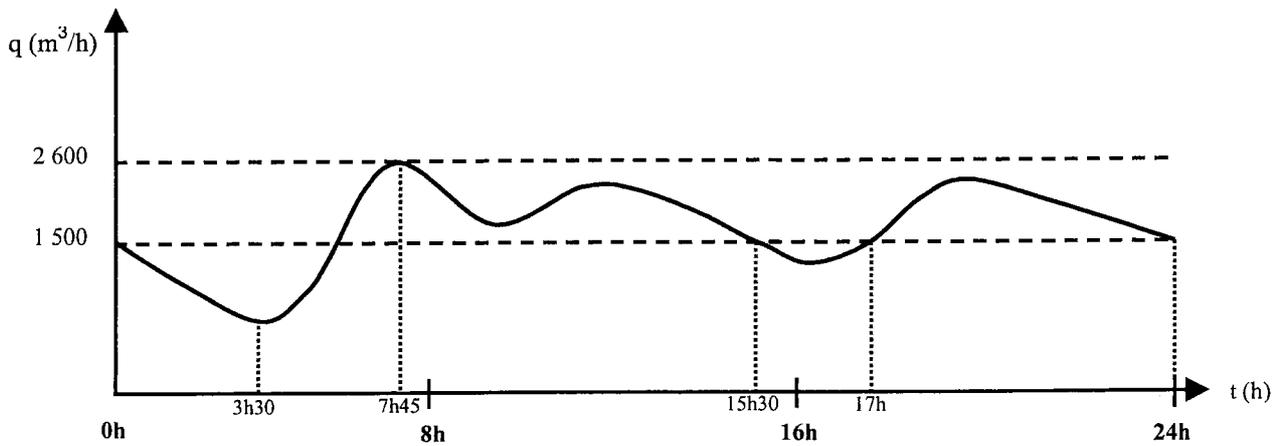
**DOSSIER RESSOURCES**  
**DOCUMENTS**  
**CONSTRUCTEURS**

CAHIER DES CHARGES DE LA NOUVELLE INSTALLATION ..... DT8 à DT16

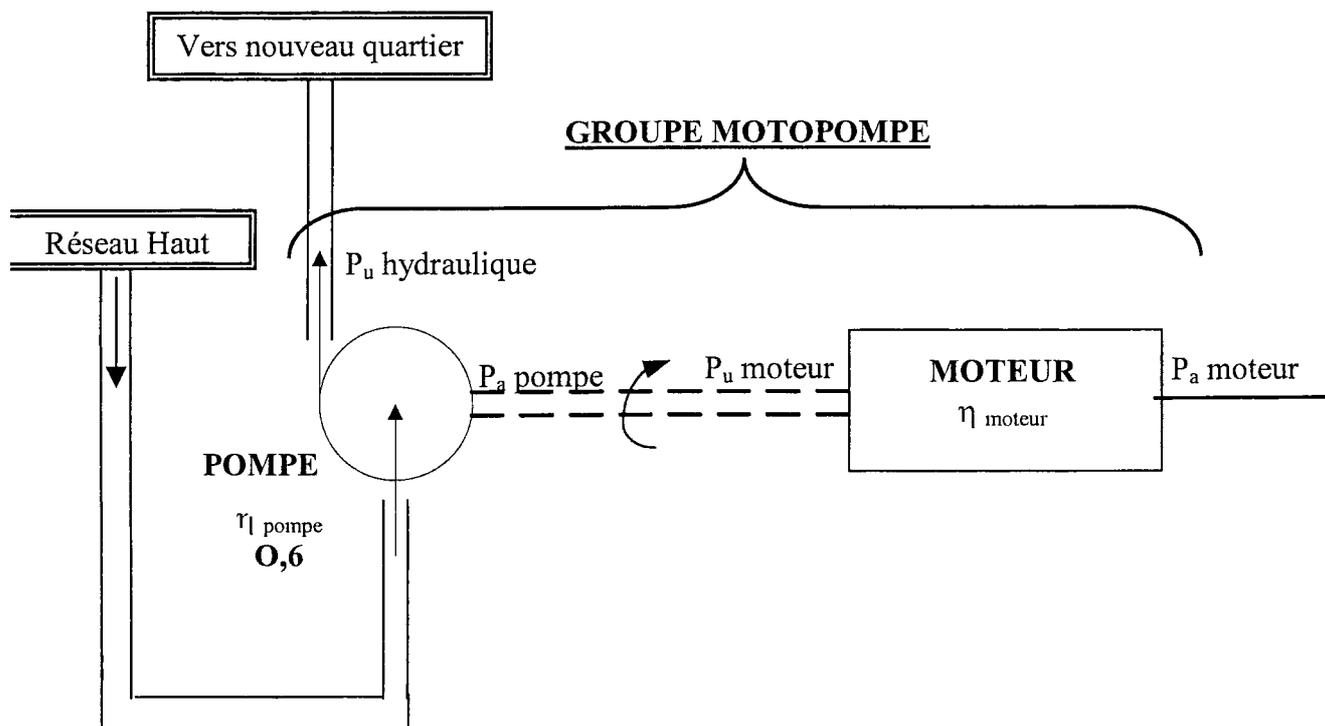
DOCUMENTS CONSTRUCTEURS ..... DT17 à DT47

# CAHIER DES CHARGES DE LA NOUVELLE INSTALLATION

L'estimation de la consommation d'eau du nouveau quartier d'une journée dans le cas le plus défavorable, est donnée par le graphe suivant :



## Schéma de principe du nouveau groupe surpresseur :



La puissance hydraulique d'une installation de pompage tient compte de la densité du fluide à pomper  $\rho$  ( $\text{kg/m}^3$ ), de la gravité terrestre  $g$  ( $\text{m/s}^2$ ), de la hauteur manométrique ( $\text{mCe}^*$ ) et du débit  $q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

On rappelle la formule :  $P_u \text{ hydraulique (W)} = \rho \cdot g \cdot h \cdot q$

Avec  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  pour l'eau

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$h =$  hauteur de colonne d'eau en  $\text{mCe}$  (voir schéma de principe de distribution de l'eau)

$q =$  débit maximal en  $\text{m}^3/\text{s}$  (voir courbe d'estimation)

\* $\text{mCe}$  : mètre de colonne d'eau (10  $\text{mCe} = 1 \text{ bar}$ )

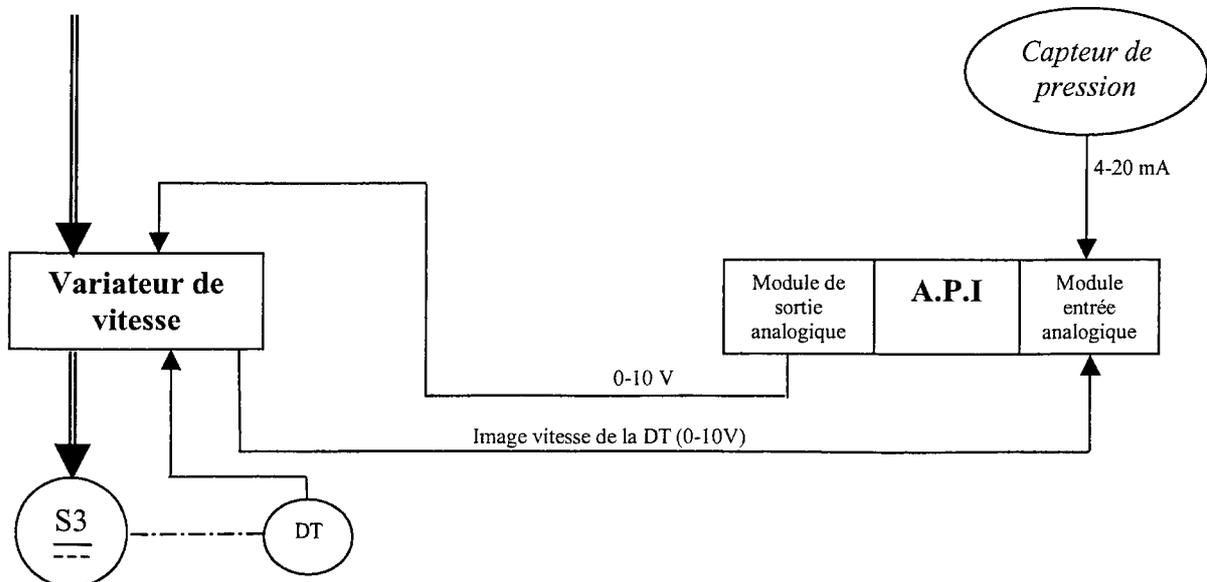
## Raccordement du groupe surpresseur sur le variateur et l'automate :

Quelle que soit la consommation en eau du nouveau quartier, la pression doit être maintenue en permanence à 3 bars. Cette pression est constante grâce au contrôle de la vitesse par l'intermédiaire du variateur et de l'automate.

Cette variation de vitesse est gérée de la façon suivante :

- Un automate programmable (A.P.I.) reçoit des informations provenant d'un capteur de pression (alimenté en 24V continu) dont la sortie est un signal 4-20 mA. Cette information est traitée par l'automate à l'aide d'un module d'entrées analogiques (entrée voie 0).
- Le variateur reçoit sa consigne en 0-10 V provenant d'un module de sorties analogiques de l'automate (sortie voie 0).
- L'image de la vitesse du moteur est donnée par une dynamo-tachymétrique (information tension). Cette image est envoyée au variateur. Ce signal est ensuite transmis du variateur vers le module d'entrées analogiques de l'automate (entrée voie 1) afin de permettre à l'automate de réaliser la régulation de pression.

ALIMENTATION TRIPHASÉE



## **Distribution de l'énergie :**

On souhaite vérifier la compatibilité de cette modification avec le matériel existant. Pour cela il est nécessaire de réaliser le bilan de puissance de l'installation, afin de valider la puissance du transformateur.

Pour cette étude, on considère que la puissance utile du suppresseur alimentant le nouveau quartier est de 300 kW.

On tiendra compte d'un coefficient de simultanéité au niveau des récepteurs de 0,65.

Le transformateur sera prévu avec une réserve de 15 % d'extension (coefficient 1,15).

Étant donné que les puissances des deux transformateurs TR1 et TR2 sont identiques, vous étudierez uniquement l'alimentation de TR1.

Les conditions d'exploitation imposent qu'en cas de défaut du surpresseur, un groupe de secours de même puissance soit installé sur l'autre transformateur TR2.

## **La supervision et la communication :**

La production et la distribution des eaux de l'usine sont coordonnées par l'A.P.I. et transmises au superviseur. Les mesures transmises au superviseur permettent de connaître en temps réel tous les paramètres liés à la distribution (grandeurs électriques et manométriques).

Le protocole de transmission des informations est de type Modbus/Jbus. Lors de l'acquisition des données, un terminal (superviseur) raccordé à un automate (A.P.I TSX 57 Premium) permet à l'opérateur d'effectuer diverses opérations :

- régler ou modifier les paramètres d'exploitations
- suivre en temps réel l'état de fonctionnement de la production

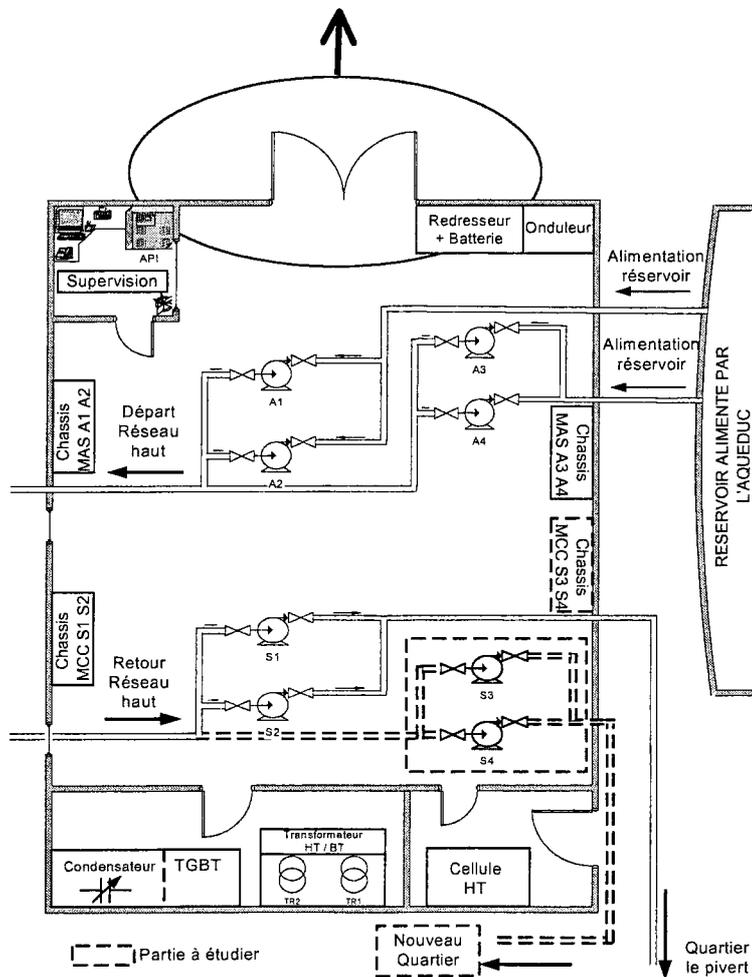
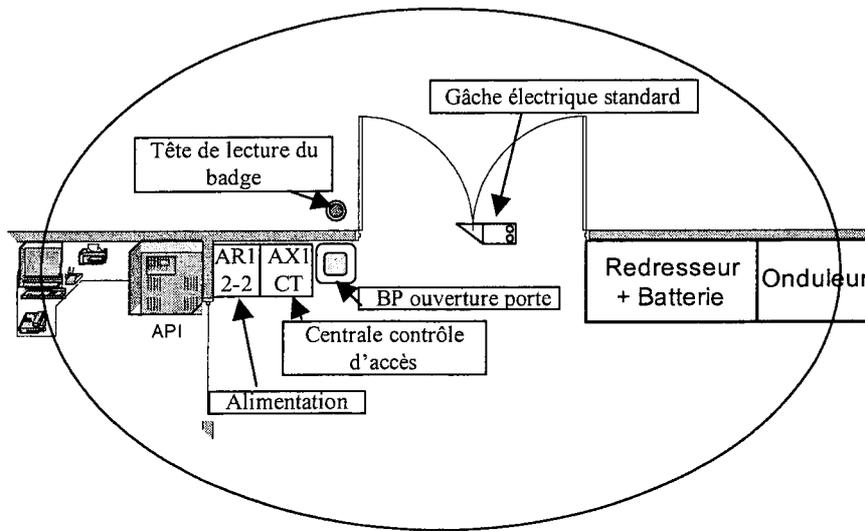
La transmission des informations entre l'automate et le superviseur est réalisée par une liaison série standard bidirectionnelle configurée de la manière suivante :

- données sur 8 bits
- 2 bits de stop
- parité impaire
- débit 19 200 bauds

## **Sécurisation de l'accès à l'usine principale :**

L'usine principale étant un site sensible, pour des raisons de sécurité dû aux renforcements du plan vigipirate et de disponibilité, la direction a décidé que l'accès à l'usine principale se ferait désormais par l'intermédiaire de badges. En effet ce dispositif composé d'un lecteur de badges et d'une centrale de programmation, permet d'autoriser l'accès à l'usine aux personnes détentrices d'un badge programmé, et d'en interdire l'accès aux autres.

# Schéma d'implantation du contrôle d'accès :



Toujours dans l'optique de sécuriser le site, l'entreprise a décidé d'installer une alarme anti-intrusion. Pendant le fonctionnement de l'alarme, certaines zones devront être désactivées par le personnel d'entretien et pour des raisons d'habilitation l'accès du personnel d'entretien sera limité à certaines zones.

**Cahier des charges de l'alarme anti-intrusion :**

Type d'alarme : anti-intrusion NFA2P 6 boucles multi-détection référence 432 07

Type de protection alarme : mode totale

Zone temporisé : Aucune zone temporisé

Code d'accès - utilisateur principal : accès à toutes les zones

- utilisateur secondaire : accès aux zones réservées au personnel d'entretien

Sirènes extérieur : Pas de sirène extérieur

Transmetteur téléphonique : Oui référence 432 73

Nombre de zones dans l'usine : 4 zones

- zone 1 : local cellule HT
- zone 2 : local transformateur HTA / BTA
- zone 3 : local automate
- zone 4 : local usine

Choix des détecteurs d'intrusion :

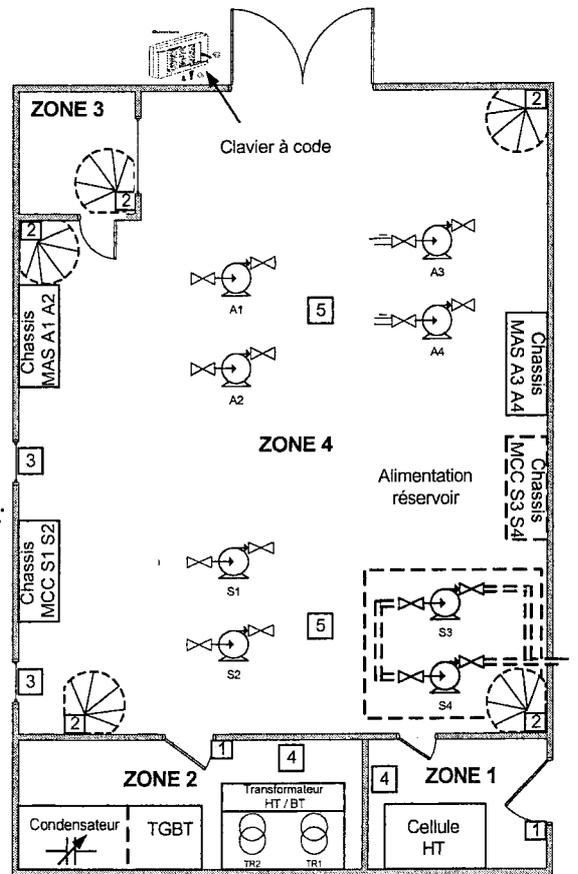
- détecteurs magnétique saillie (référence 431 00) dans :
  - local cellule HT : quantité 1
  - local transformateur : quantité 1
- détecteurs infrarouge (référence 431 18) dans :
  - local usine : quantité 4
  - local automate : quantité 1
- détecteurs bris de glace (référence 431 10) dans :
  - local usine : quantité 2

Choix des détecteurs techniques :

- détecteurs de fumée (incendie) (référence 406 10) dans :
  - local cellule HT : quantité 1
  - local transformateur : quantité 1
- détecteurs d'inondation (référence 744 77) dans :
  - local usine : quantité 2

Zones réservées aux personnels d'entretien :

- local usine
- local automate



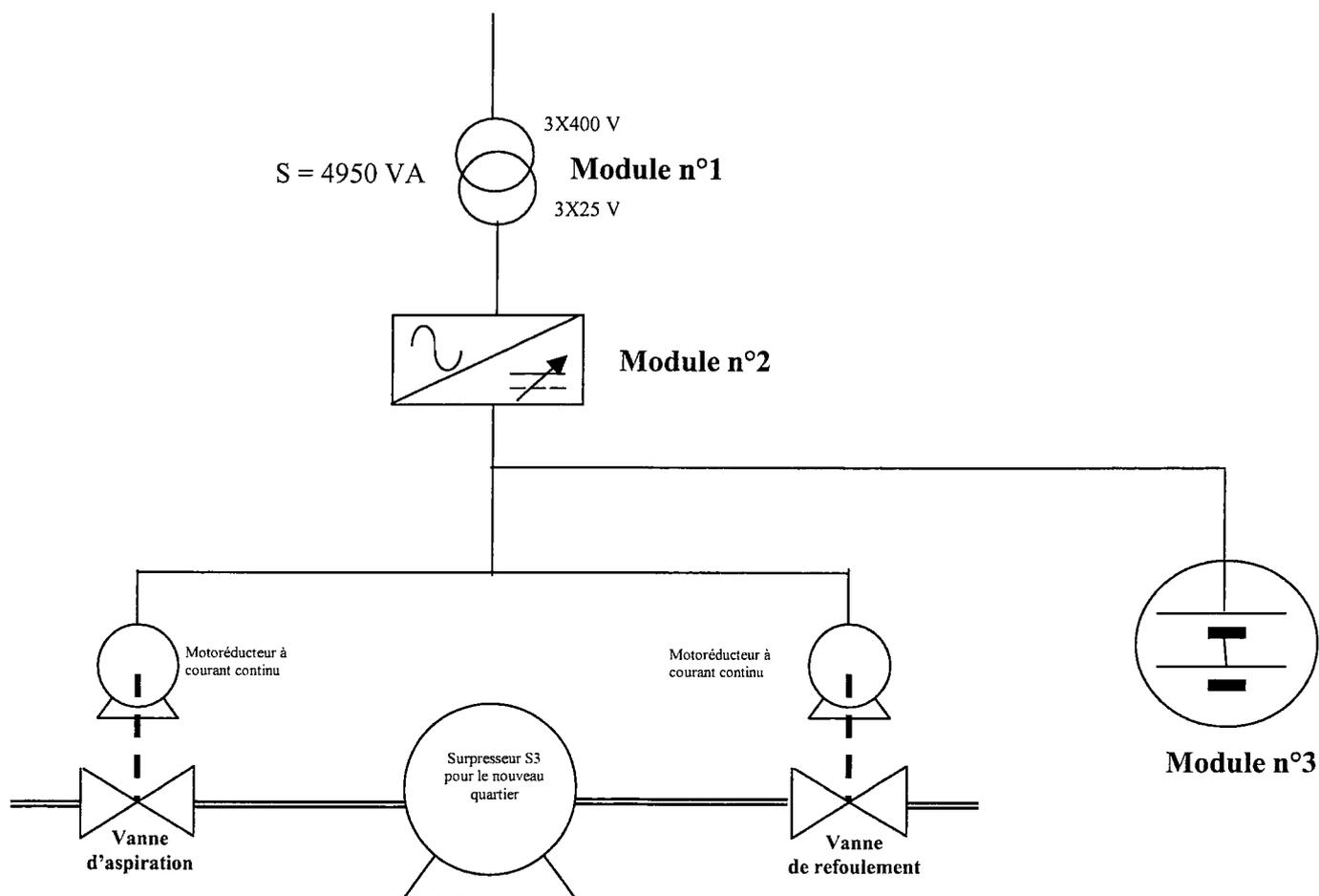
- 1 Détecteur magnétique sous saillie
- 2 Détecteur infrarouge
- 3 Détecteur de bris de glace
- 4 Détecteur de fumée
- 5 Détecteur d'inondation

## Gestion des vannes de refoulement :

Les surpresseurs sont tous équipés en amont et en aval de vannes d'aspiration et de refoulement. La vanne d'aspiration permet d'isoler le surpresseur dans le cas d'une opération de maintenance. La vanne de refoulement évite, en cas de coupure secteur ou de dysfonctionnement du surpresseur, le reflux de l'eau dans la pompe ou dans le réservoir.

Chacun des nouveaux surpresseurs est associé à deux vannes, une d'aspiration et une de refoulement. Pour des raisons de continuité de service, les moteurs des vannes sont alimentés en 24V courant continu comme le montre le synoptique ci-dessous. En effet l'alimentation à courant continu a pour avantage de commander les vannes en cas de coupure du secteur grâce à des batteries qui permettent de stocker l'énergie.

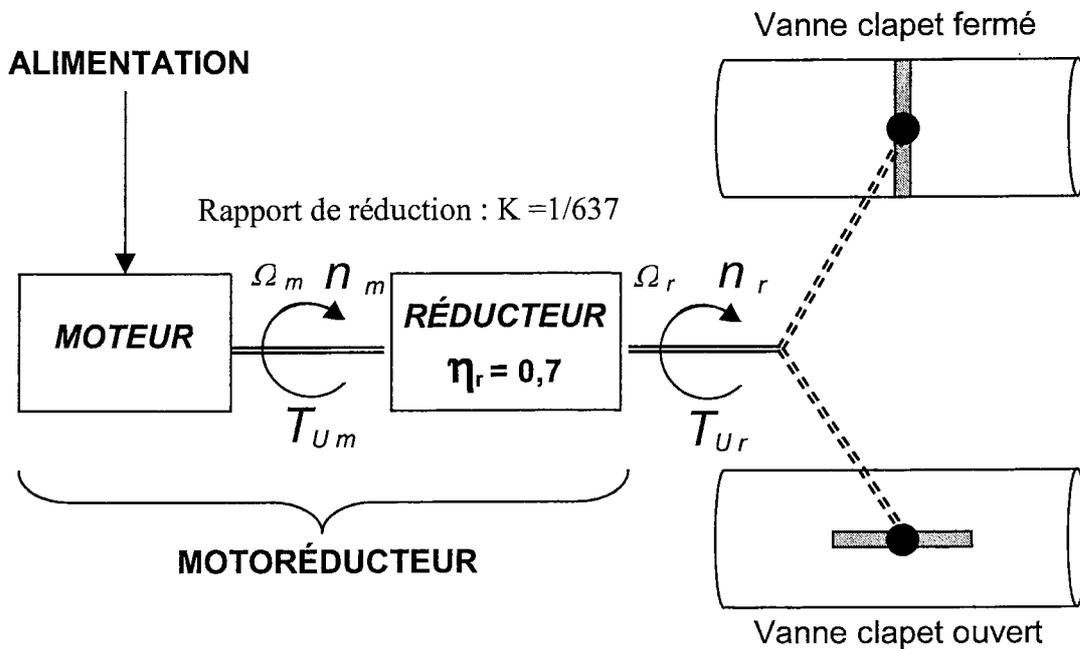
### *Schéma de principe :*



## Étude des motoréducteurs commandant les vannes :

Afin de maintenir une pression constante et suffisante en cas de défaut, dans les canalisations, les vannes doivent pouvoir effectuer une fermeture ou une ouverture complète en 3 secondes maximum. Le couple utile minimum nécessaire à la rotation du clapet des vannes doit être de 100 N.m.

### Synoptique de commande de la vanne :

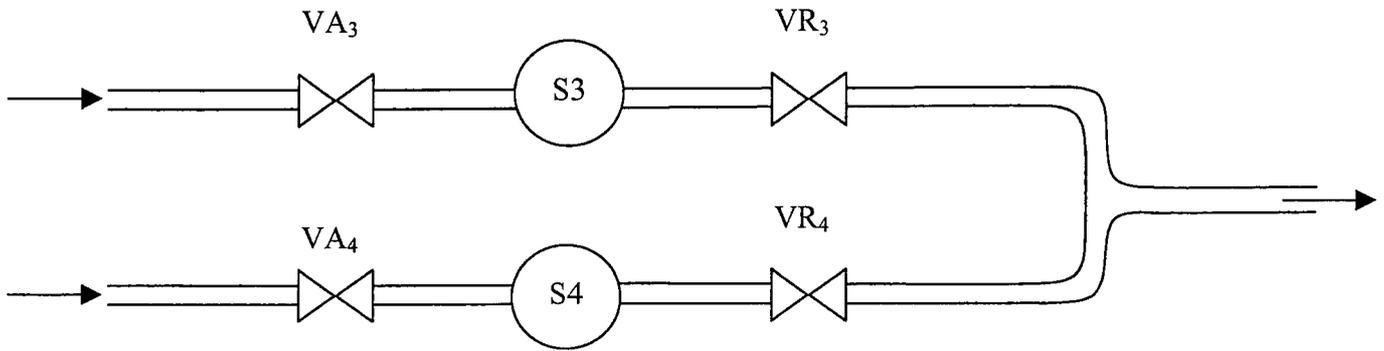


**Rappel :**

$$\eta_r = \frac{T_{Ur} \cdot \Omega_r}{T_{Um} \cdot \Omega_m}$$

## Automatisation des vannes :

Mise en situation du réseau de distribution hydraulique :

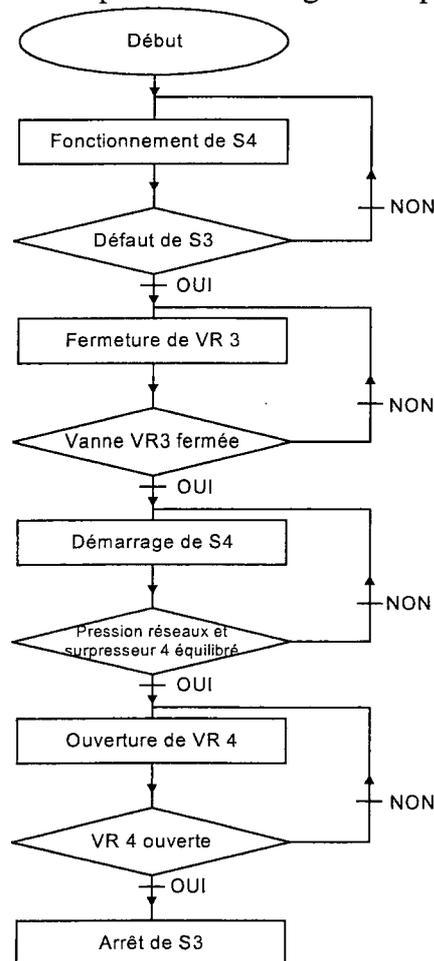


Rôles des vannes de refoulement VR<sub>3</sub> et VR<sub>4</sub>.

Leur rôle est primordial dans le cas d'un transfert de fonctionnement d'un surpresseur à un autre. En effet, si l'un des surpresseurs (S3) doit être arrêté pour des raisons diverses (maintenance, défaut, ...) et que le deuxième surpresseur (S4) doit prendre le relais, la pression dans le réseau du nouveau quartier ne doit à aucun moment chuter ou s'annuler.

Pour se faire, on ferme la vanne de refoulement VR<sub>3</sub> avant de démarrer le surpresseur de secours (S4), lorsque la pression en sortie de surpresseur est identique à celle du réseau, la vanne de refoulement VR<sub>4</sub> peut être ouverte.

Descriptif de fonctionnement des vannes pour le démarrage du surpresseur S4.



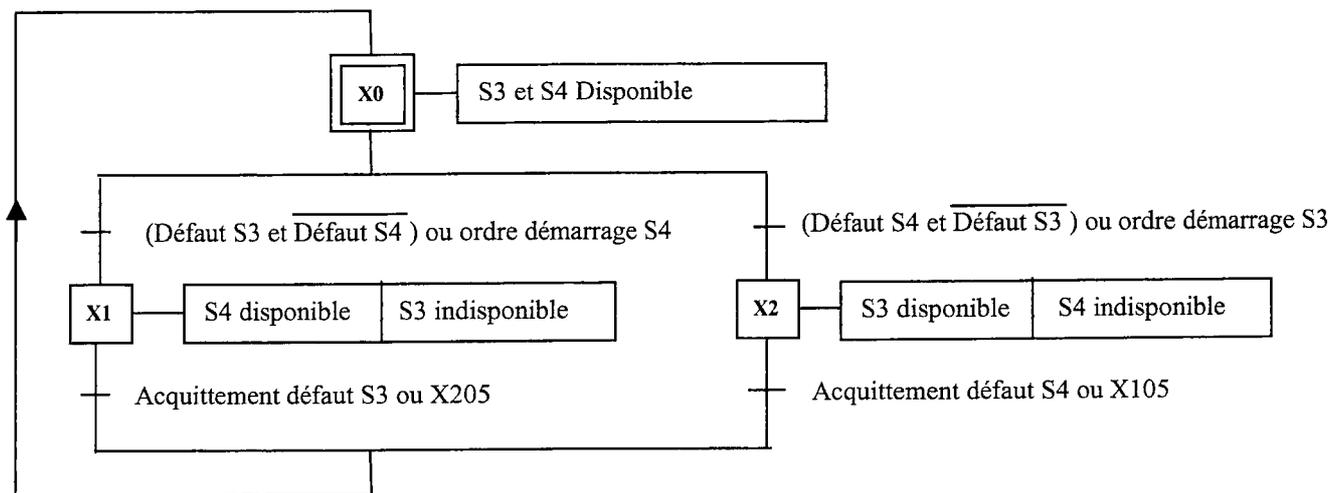
La structure du programme automate est composée de trois groupes de GRAFCET :

- un GRAFCET de sécurité (GS) ou de gestion de défaut des groupes surpresseurs,
- un GRAFCET de conduite (GC) permettant le transfert de fonctionnement d'un groupe surpresseur à l'autre en cas de défaut,

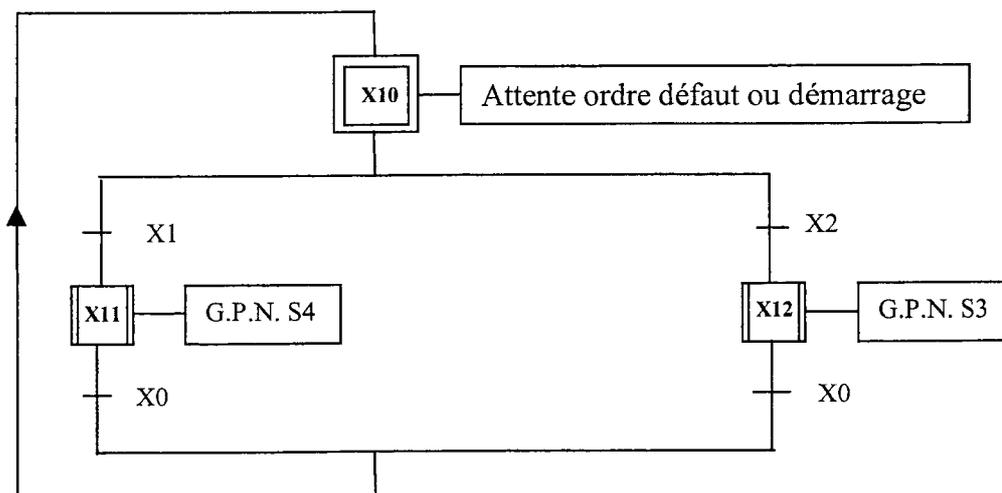
Remarque : Ces deux premiers GRAFCET vous sont donnés ci-dessous.

Deux GRAFCET de production normale (GPN S3, GPN S4) chargés de la mise en route et de l'arrêt des groupes surpresseurs.

### GRAFCET DE SÉCURITÉ : G.S.

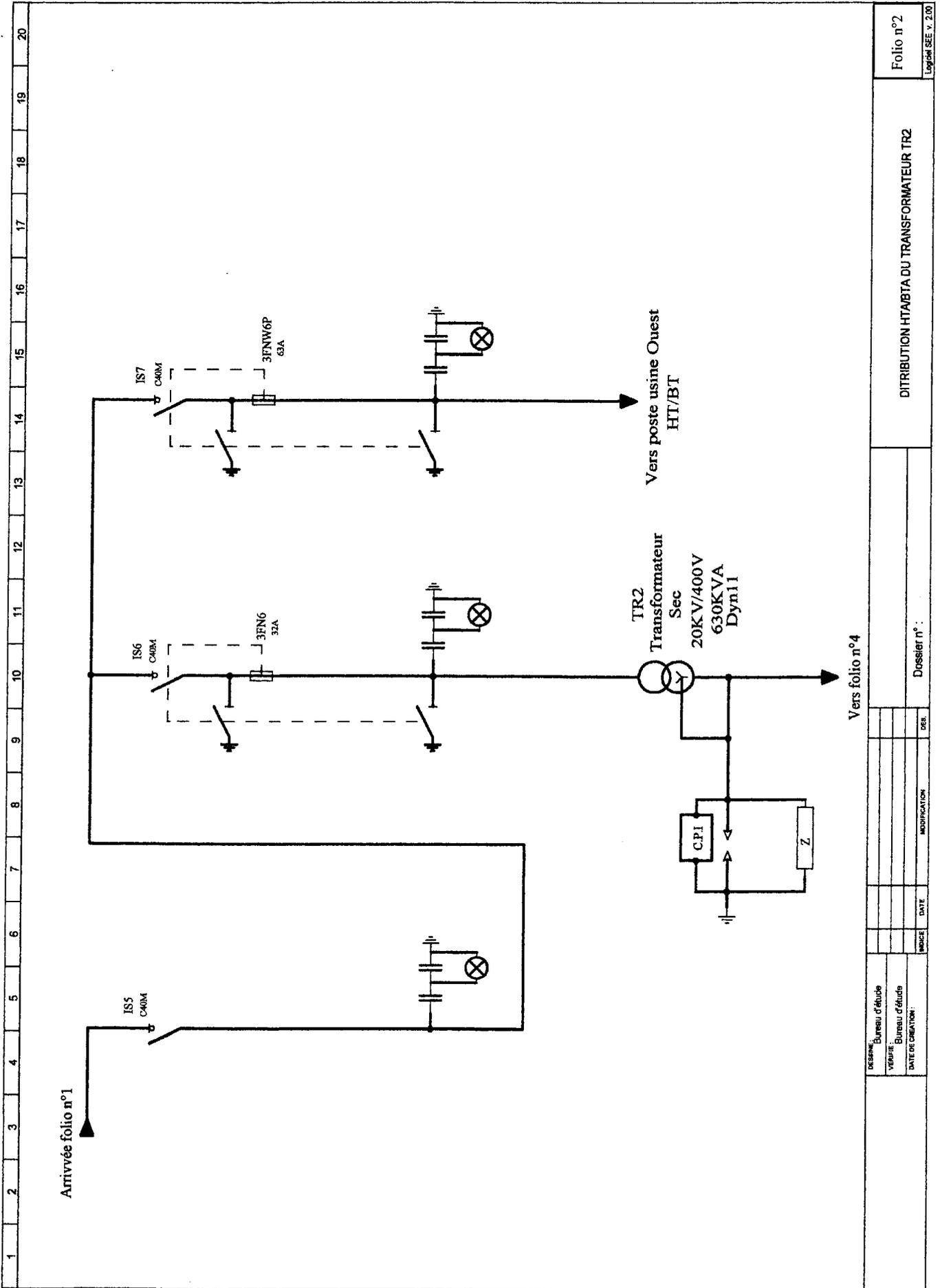


### GRAFCET DE CONDUITE : G.C.





# DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE L'USINE



Folio n°2

Logiciel SEE v. 2.00

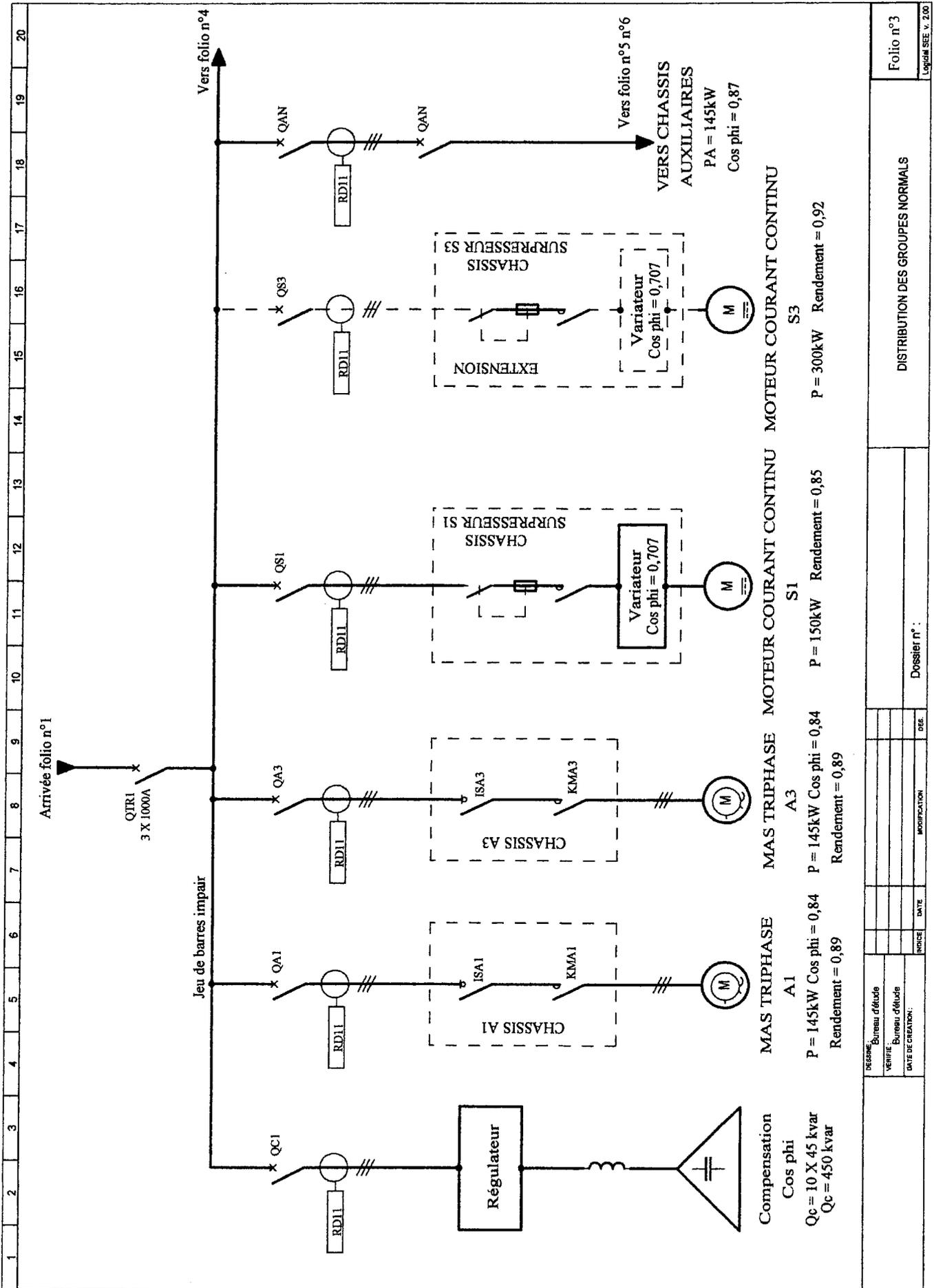
DISTRIBUTION HTA/BT A DU TRANSFORMATEUR TR2

Dossier n° :

Vers folio n°4

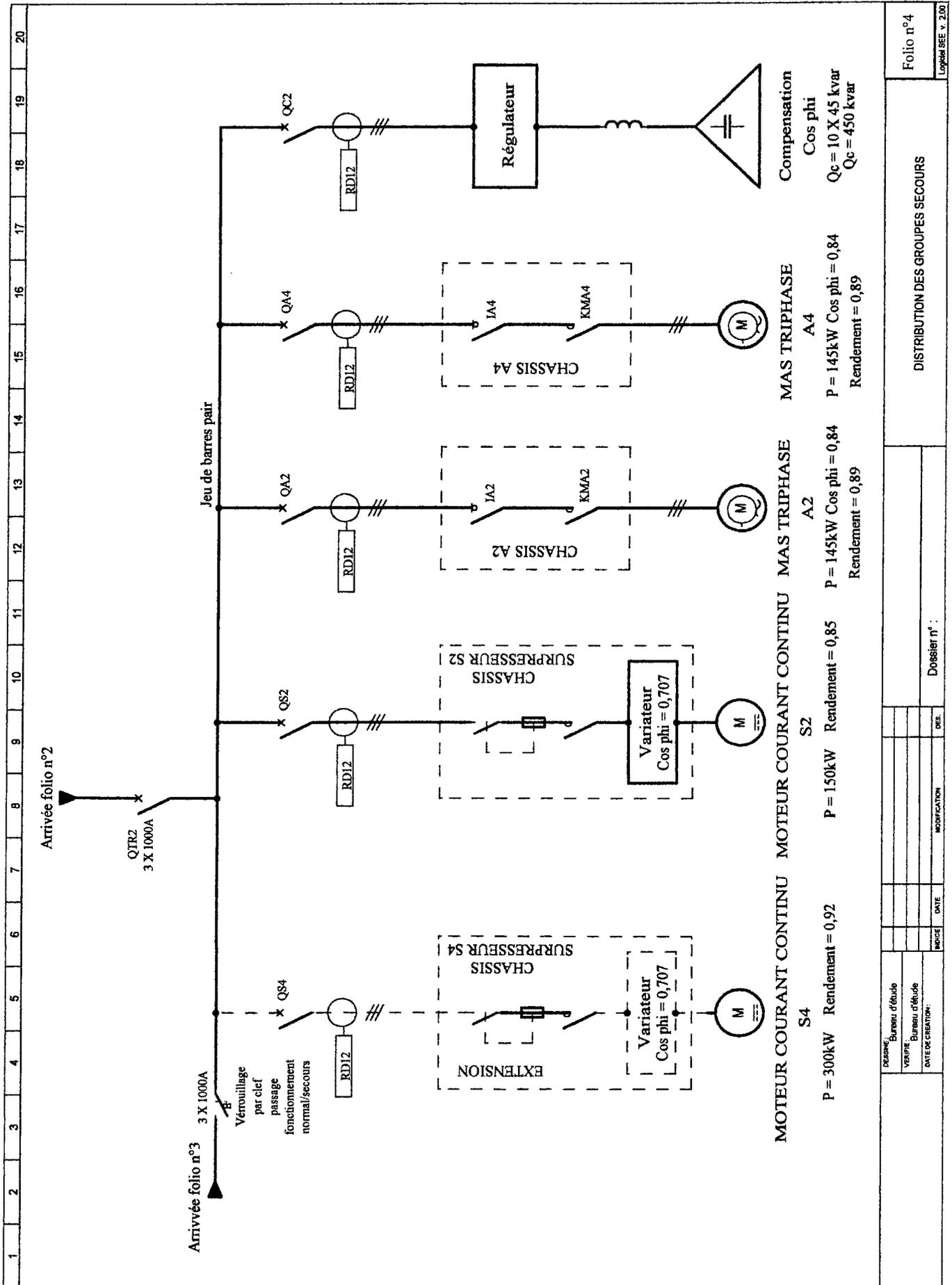
DESIGNÉ	DATE	INDICE	MODIFICATION	DES
Bureau d'étude				
VÉRIFIÉ				
Bureau d'étude				
DATE DE CRÉATION :				

# DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE L'USINE



DISTRIBUTION DES GROUPES NORMALS		Folio n°3
Dossier n°:		Logiciel SEE v. 2.00
DESIGNÉ	Bureau d'étude	
VENUE	Bureau d'étude	
DATE DE CRÉATION:	INDICE	DATE
	MODIFICATION	DES

# DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE L'USINE



Folio n°4

DISTRIBUTION DES GROUPES SECOURS

Dossier n° :

INDICE DATE MODIFICATION DES.

DESIGNE: Bureau d'étude  
VERIFIE: Bureau d'étude  
DATE DE CREATION:

Logiciel EEE v. 2.00

# Moteurs à courant continu ouverts

## LSK 2804C L

### Sélection

**Moteur IP 23 S – Ventilation IC 06 – Classe H**

**Alimentation en triphasé pont complet**

**Service S1 – Température ambiante  $\leq 40$  °C – Masse totale : 1900 kg – Moment d'inertie : 6,9 kg.m<sup>2</sup>**

**Puissance d'excitation : 5,5 kW – Vitesse maximale mécanique : 2 000 min<sup>-1</sup>**

P	Vitesse de rotation $n$ pour tension d'induit $U$							$n_{\max}$	$M$	$I$	$\eta$	$L$	$R_{115^{\circ}\text{C}}$	$U_{\max}$	Indice	Délai
	260V	400V	420V	440V	460V	500V	600V									
kW	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	min <sup>-1</sup>	N.m.	A		mH				
199	540							760	3519	825	0.92	0.28	0.033	650		
300		830						1170	3509	825	0.92	0.28	0.033	650		
321			875					1220	3503	825	0.92	0.28	0.033	650		
340				920				1280	3529	825	0.93	0.28	0.033	650		
355					960			1340	3532	825	0.93	0.28	0.033	650		
386						1040		1460	3545	825	0.93	0.28	0.033	650		
468							1250	1750	3576	830	0.94	0.28	0.033	650		
235	675							875	3325	970	0.93	0.19	0.022	550		
361		1040						1350	3315	970	0.93	0.19	0.022	550		
379			1090					1420	3321	970	0.93	0.19	0.022	550		
397				1150				1490	3297	970	0.93	0.19	0.022	550		
419					1200			1560	3335	970	0.94	0.19	0.022	550		
456						1300		1700	3350	970	0.94	0.19	0.022	550		
269	770							1040	3336	1100	0.94	0.15	0.015	500		
414		1180						1600	3351	1100	0.94	0.15	0.015	500		
434			1240					1680	3343	1100	0.94	0.15	0.015	500		
455				1300				1760	3343	1100	0.94	0.15	0.015	500	06	1
476					1360			1840	3343	1100	0.94	0.15	0.015	500		
517						1480		2000	3336	1100	0.94	0.15	0.015	500		
318	910							1080	3337	1300	0.94	0.155	0.0099	460		
489		1400						1670	3336	1300	0.94	0.155	0.0099	460		
513			1470					1750	3333	1300	0.94	0.155	0.0099	460		
538				1540				1830	3336	1300	0.94	0.155	0.0099	460		
562					1610			1920	3334	1300	0.94	0.155	0.0099	460		

*1. de plus grandes plages de vitesse par excitation peuvent être étudiées en fonction de l'application : nous consulter.*



# Variateurs triphasés DMV 2322 / DMV 2342

## 1 - INFORMATIONS GÉNÉRALES

### - Principe général de fonctionnement

Les variateurs **DMV 2322** et **DMV 2342** sont destinés à l'alimentation de moteurs à courant continu à excitation séparée, à partir d'un réseau alternatif triphasé compris entre 220 et 480V,  $\pm 10\%$ .

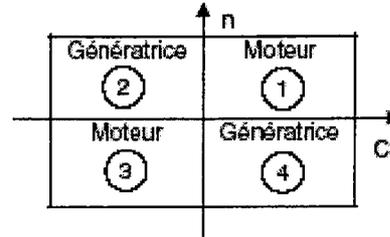
Ils assurent le contrôle du courant d'induit et de la vitesse du courant inducteur si le variateur est équipé d'une alimentation variable pour l'excitation (optionnel).

Totalement protégé contre les dysfonctionnements liés à l'application, au moteur, au réseau d'alimentation, ils peuvent afficher leurs états permettant un diagnostic aisé et rapide.

Entièrement numériques, ils sont programmables par l'utilisateur.

Le **DMV 2322** est un variateur unidirectionnel, 2 quadrants.

Le **DMV 2342** est un variateur 4 quadrants, avec récupération d'énergie sur le réseau en fonctionnement génératrice.



#### • Circuit de puissance du DMV 2322

La partie puissance est composée d'un pont de GRAETZ à 6 thyristors, monté aux bornes de l'induit. Le montage est utilisé pour les entraînements ne nécessitant pas de freinage.

#### • Circuit de puissance du DMV 2342

La partie puissance est composée d'un double pont de GRAETZ à thyristors, monté tête - bêche aux bornes de l'induit.

Le montage permet une inversion rapide du sens de rotation.

Par inversion des grandeurs physique - courant et tension, le moteur fonctionne dans les 4 quadrants du plan couple C - vitesse n.

Ceci autorise des freinages rapides.

## 2 - DÉSIGNATION DU VARIATEUR

Exemple : **DMV 2322 - 25A**

DMV : Désignation générale du variateur  
 2 : Technologie Numérique avec liaison série  
 3 : Alimentation triphasée  
 2 : 2 Quadrants  
 2 Génération

25A : Calibre en Ampère

...  
 jusqu'à 1850A.

Exemple : **DMV 2342 - 25A**

DMV : Désignation générale du variateur  
 2 : Technologie Numérique avec liaison série  
 3 : Alimentation triphasée  
 4 : 4 Quadrants  
 2 Génération

25A : Calibre en Ampère

...  
 jusqu'à 1850A.

Cette appellation est reproduite sur la plaque signalétique.

Exemple : DMV 2342 - 25A

		<b>DMV 2342 - 25A</b>		CE  LISTED 768R
		ENTREE / INPUT	VOLTS MAX	
VOLTS	220/480V	3PH	50/60 Hz	230/400V
PH - Hz			FIELD CURRENT MAX	8.0 A
CURRENT	21.0 A			AMPS
DATE	19/08/94			25.0 A
MOTEURS LEROY-SOMER / FRANCE		MFG No	616362	
ATTENTION Après mise hors tension, attendre 5 minutes pour toute intervention dans le variateur		CAUTION After switching off the inverter, wait for 5 minutes before performing maintenance or inspection		