

**Génie électrique**1<sup>ère</sup> TSI 1-2**Devoir Surveillé : N°1****SYSTEME À ÉTUDIER :****UNITE DE PRODUCTION DU TSP**

*Le sujet se compose de trois parties :*

- ✎ Partie A : Bilan de puissance*
- ✎ Partie B : Relèvement du facteur de puissance*
- ✎ Partie C : Dimensionnement de l'alimentation de secours*

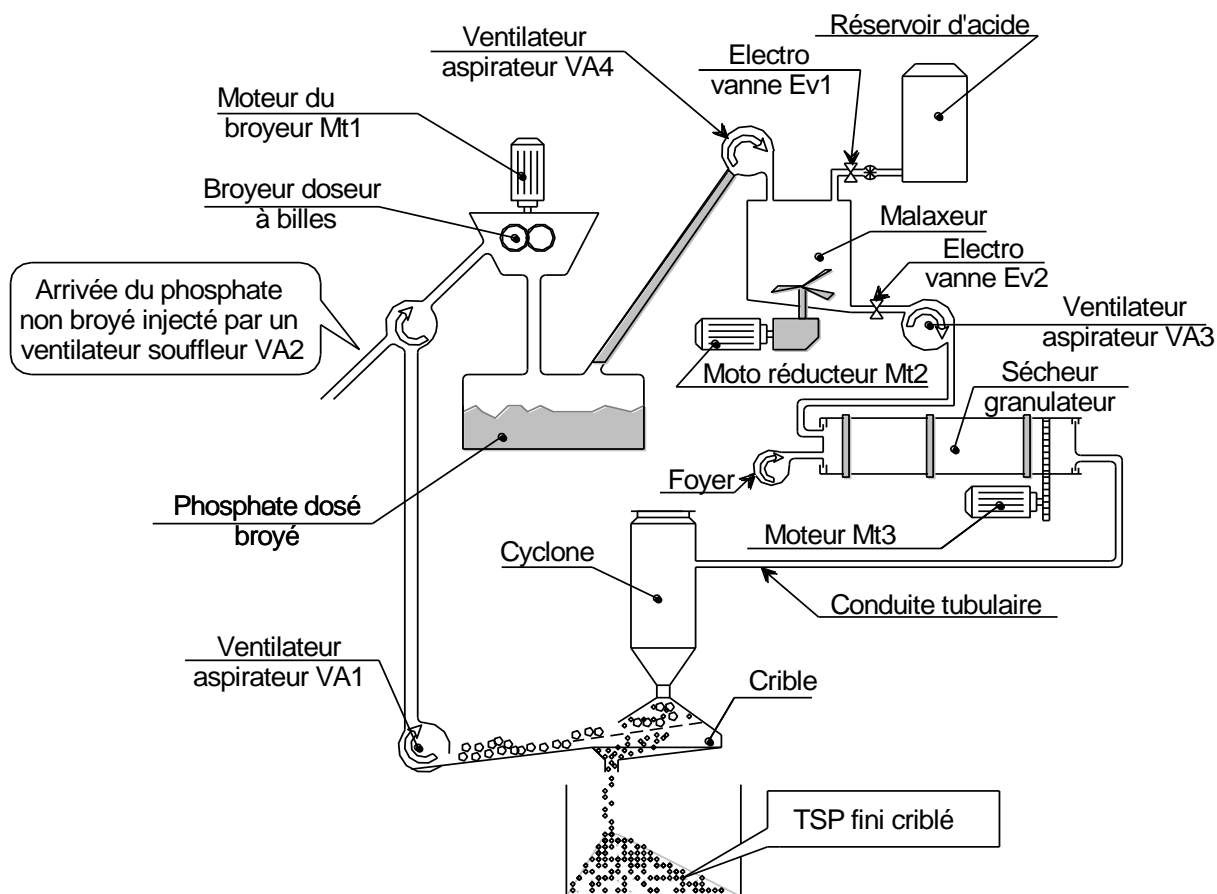
*La partie A et B sont dépendantes.*

*↪ Consignes aux élèves :*

- ♦ Dans le cas où un(e) étudiant(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.
- ♦ L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire est rigoureusement interdit.
- ♦ Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des explications entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

## I- PRESENTATION DU SYSTEME

Le schéma ci-dessous représente une unité de production du Triple super Phosphate (**TSP** : produit fertilisant utilisé dans le domaine agricole) granulé à partir d'un mélange de phosphate et d'acide phosphorique.

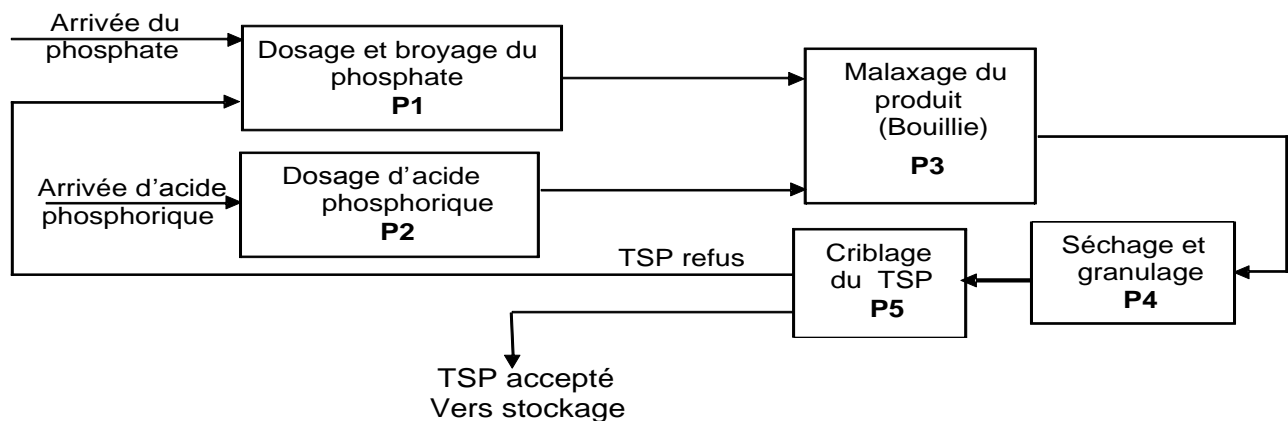


L'unité de production de TSP est constituée par :

- ✎ Un broyeur doseur entraîné par un moteur Mt1 ;
- ✎ Un malaxeur entraîné par un motoréducteur Mt2 ;
- ✎ Un foyer pour le séchage du TSP ;
- ✎ Un sécheur granulateur entraîné par un moteur Mt3 ;
- ✎ Un crible entraîné par un système excentrique non représenté ;
- ✎ Quatre ventilateurs aspirateurs (VA1, VA2, VA3 et VA4).

## II- SCHEMA SYNOPTIQUE DE L'UNITE

L'obtention du TSP fini passe par les phases suivantes :



L'installation est alimentée par un réseau triphasé de tension **230/400V** et **50Hz**. L'alimentation des circuits de commande et des équipements informatiques (équipement de contrôle commande) ne doit jamais subir des coupures, pour cette raison une alimentation de secours (batterie associé à une installation photovoltaïque) a été mise en place pour assurer la continuité de service de ces équipements.

L'installation électrique de cette unité de production comporte les récepteurs suivants :

- Une enceinte thermique pour le séchage constitué de **3** résistances de **R=40Ω** couplées en triangle.
- **20** lampes incandescence (charge résistive) de puissance unitaire **100W**.
- **10** tubes fluorescents alimentés sous **230V**.
- Les moteurs des quatre ventilateurs absorbants une puissance totale de **40kW** avec un facteur de puissance total de **0.7AR**.
- **3** moteurs triphasés (Mt1, Mt2 et Mt3), identiques (**400 V - 50 Hz**), de puissance absorbée **12.5 kW** chacun, dont le facteur de puissance **0,75 AR**.
- Les circuits de contrôle et de commande, alimenté via un transformateur monophasé, absorbant une puissance d'environ **0.5kW** sous un facteur de puissance unité.

## Partie A : Bilan de puissance

L'objectif de cette partie est de déterminer le facteur de puissance globale de l'installation et décider sur sa valeur par rapport à la norme en vigueur.

### A.1. Calcul de la puissance d'un tube fluorescent

Un tube fluorescent est modélisé par une résistance  $r$  en série avec une bobine pure d'inductance  $L$ .

On donne  $r=40\Omega$  et  $L=355\text{ mH}$

**NOTA : le courant  $i_f(t)$  sera prise comme l'origine des phases.**

**A.1.1-** Calculer la valeur efficace  $I_f$  et la phase à l'origine  $\varphi_{rL}$  du courant absorbé par un tube fluorescent.

**A.1.2-** Déduire l'expression instantanée du courant  $i_f(t)$  qui traverse un tube. Quelle est la nature de cette charge ?

**A.1.3-** Représenter sans échelle dans le diagramme de Fresnel les vecteur ( $\underline{V}_r$ ,  $\underline{V}_L$ ,  $\underline{V}$  et  $\underline{I}_f$ ) (*Les normes des vecteurs doivent être raisonnables !*). **DRP1**

**A.1.4-** Calculer la puissances active  $P_f$ , réactive  $Q_f$  et apparente  $S_f$  d'un tube.

**A.1.5-** Déduire la puissance active  $P_{rr}$ , réactive  $Q_{rr}$  et apparente  $S_{rr}$  de l'ensemble des tubes fluorescents de l'installation.

### A.2. Calcul du facteur de puissance global

**A.2.1.** Calculer La puissance réactive  $Q_{Mt1}$  et apparente  $S_{Mt1}$  du moteur Mt1.

**A.2.2.** Calculer la puissances active et réactive totales de l'installation, présenter les résultats dans un tableau regroupant l'ensemble des récepteurs et leurs puissances. « Voir **DRP2** »

**A.2.3.** Calculer :

- La puissance apparente total de l'installation
- Le courant efficace de ligne absorbé par l'installation
- Le facteur de puissance global de l'installation
- Conclure à propos de ce facteur de puissance

**A.2.4.** La mesure des puissances est assurée par deux wattmètres. Quelle sont les indications des deux wattmètres.

## Partie B : Relèvement du facteur de puissance de l'installation

L'entreprise d'exploitation a installé une batterie de trois condensateurs couplés en triangle de puissance réactive **-14.63kVAR**.

**B.1-** Justifier le couplage triangle des condensateurs.

**B.2-** Calculer la capacité  $C$  de chaque condensateur.

**B.3-** Montrer que le nouveau facteur de puissance  $k'$  de l'installation est d'environ  **$\cos \varphi' = 0.83$** .

On désire améliorer davantage le facteur de puissance global de l'installation, pour cela on envisage de relever ce facteur de puissance à  **$\cos \varphi'' = 0.93$**  AR en installant une autre batterie de trois condensateurs couplés en triangle de capacité **C''**.

**B.4-** Calculer la puissance réactive à installer  **$Q_c''$** . Puis déduire la valeur de la capacité **C''**.

**B.5-** Calculer la puissance apparente **S''** de l'installation puis déduire la valeur du courant de ligne **I''** absorbé par l'installation.

**B.6-** Conclure à propos de l'intérêt du relèvement du facteur de puissance.

### **Partie C : Dimensionnement de l'alimentation de secours**

L'alimentation de secours des circuits prioritaire (matériels informatique et circuits de commande) est assurée par une batterie de tension **24V** associé à une carte électronique de charge. Une petite installation photovoltaïque assure la charge de la batterie.

On se propose d'étudier la batterie d'alimentation de secours dans les conditions les plus défavorable. Dans ce cas une coupure d'électricité dure une journée. Les circuits alimentés par la batterie consomment une puissance totale de **0.5kW** durant **12h** pendant la journée.

La décharge de la batterie ne doit pas dépassée **20%** de capacité nominale de la batterie.

**C.1-** Calculer l'énergie consommée par ces circuits pendant un jour.

**C.2-** Déterminer la capacité minimale que doit avoir la batterie pour assurer les besoins énergétiques de ces circuits pendant une journée.

**C.3-** Cette capacité minimale est assez grande, pour cette raison on se propose de mettre **8** batteries identiques en parallèle, Déduire la capacité minimale de chaque batterie

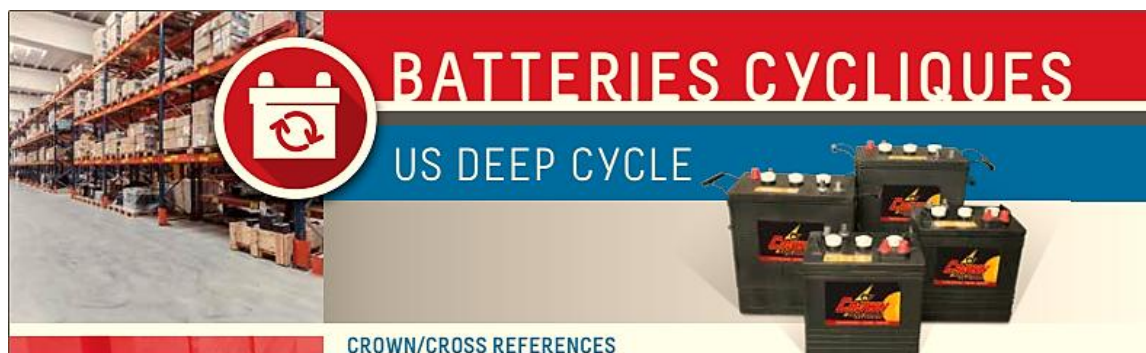
**C.4-** En se basant sur la documentation technique, effectuer le choix de la batterie nécessaire à l'alimentation de secoure

**C.5-** Comment doivent-on connecter ces batteries.

*Fin de l'épreuve*

*bonne chance !*

## Documentation Technique



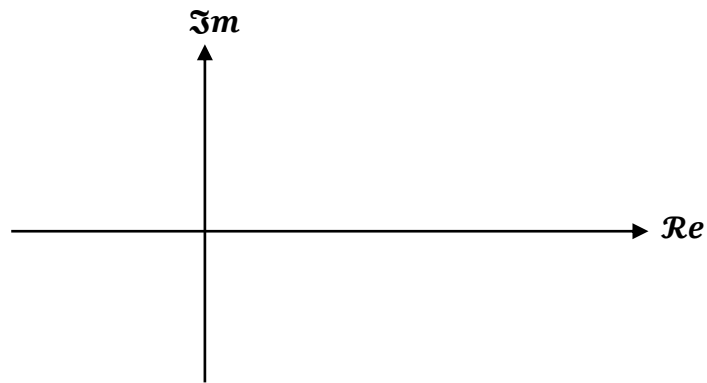
### CROWN/CROSS REFERENCES

Crown Réf.	Cross Réf.	Volt (V)	C20 (Ah)	M (j)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Hauteur (mm)	Poids (kg)	Layout	Terminaux	PRO Eye	Kit des bouchons de remplissage*
<b>batteries 6V deep cycle</b>												
GC6V	GC2E-HD	6	205	170	260	179	278	25,4	0	DT 1 + 8	no	BAT/47540
CR220HD	GC2-HD	6	220	180	260	179	278	27,2	0	DT 1 + 8	no	BAT/47541
CR235HD	GC2C-HD	6	235	190	260	179	278	28,6	0	DT 1 + 8	no	BAT/47541
CR235HD-ST	GC2C-HD-ST	6	235	190	260	179	278	28,6	0	S	no	BAT/47541
CR240HD	GC2B-HD	6	240	195	260	179	278	30,8	0	DT 1 + 8	no	BAT/47541
CR240E	6DCS195	6	240	195	245	191	273	29,0	0	1	no	BAT/47548
CR260HD	GC2H-HD	6	260	215	260	179	295	34,0	0	DT 1 + 8	no	BAT/47549
CR250	S3H	6	250	200	298	183	283	33,1	0	DT 1 + 8	no	BAT/47549
CR275	S3HH	6	275	225	298	183	283	34,5	0	DT 1 + 8	no	BAT/47549
CR305HD	S4-HD	6	305	255	310	183	359	40,8	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47550
CR330HD	S4H-HD	6	330	270	310	183	359	42,2	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47550
CR350HD	S4HH-HD	6	350	290	310	183	359	45,8	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47549
CR370HD	L16-HD	6	370	295	314	183	410	46,0	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47550
CR390HD	L16H-HD	6	390	310	314	183	410	52,2	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47550
CR430HD	L16HH-HD	6	430	340	314	183	410	55,3	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47549
<b>batteries 8V deep cycle</b>												
CR165	8VGC	8	166	140	262	179	275	29,0	1	S	no	BAT/47551
CR190	8VGH	8	190	155	262	179	275	31,3	1	S	no	BAT/47551
<b>batteries 12V deep cycle</b>												
24DC95	M24DH	12	95	75	278	171	238	22,7	1	DT 1 + 8	no	x
27DC105	M27D	12	105	85	321	171	238	23,6	1	DT 1 + 8	no	x
27DC115	M27DH	12	115	95	321	171	238	23,6	1	DT 1 + 8	no	x
31DC130	31H	12	130	105	330	171	238	30,4	1	DT 1 + 8	no	x
GC-CR150	12VGCE	12	150	123	328	179	267	36,7	1	DT 1 + 8	no	BAT/47552
GC-CR155	12VGC	12	159	125	328	179	267	39,9	1	DT 1 + 8	no	BAT/47552
CR185HD	SSW-HD	12	185	150	394	178	372	48,5	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47570
CR195HD	SSWM-HD	12	195	160	394	178	372	49,9	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47570
CR215HD	SSWH-HD	12	215	180	394	178	372	54,4	0	DT 1 + 8	yes	BAT/47570
<b>Accessoires</b>												
21157	BAT/21157	Quick release pour 6V batteries avec 3 plugs										
21158	BAT/21158	Quick release pour batteries 8V avec 4 plugs										



Document réponse

**DRP1**



**DRP2**

	<b>Puissance active</b>	<b>Puissance réactive</b>
Enceinte thermique	$P_1 =$	$Q_1 =$
	A.N :	A.N :
Lampes incandescence	$P_2 =$	$Q_2 =$
	A.N :	A.N :
Tubes fluorescents	$P_3 =$	$Q_3 =$
	A.N :	A.N :
Ventilateurs	$P_4 =$	$Q_4 =$
	A.N :	A.N :
Moteurs triphasés	$P_5 =$	$Q_5 =$
	A.N :	A.N :
Circuits de contrôle	$P_6 =$	$Q_6 =$
	A.N :	A.N :

	<b>Expression</b>	<b>Application numérique</b>
Puissance active totale	$P_T =$	$P_T =$
Puissance réactive totale	$Q_T =$	$Q_T =$