

# **MEMOIRE PROFESSIONNEL**



## **BASE DE DONNEES**

**Contexte du mémoire :**

**Discipline : Génie électrique.**

**Classe : Tr STI GE Electrotechnique.**

**Etablissement : Lycée Louis Feuillade de Lunel.**

**Tuteur du mémoire : M. Mustapha Aboutman**

**Assesseur : M. Gilles Beaufils.**

**Année universitaire : 2003-2004.**

# Résumé

La base de données est un ensemble d'informations qui pourront être consultées par les enseignants et les élèves via un logiciel appelé **EDUCREATION**. Ces informations peuvent être exploitées au travers des différentes séquences pédagogiques. Lors de l'élaboration de la séquence pédagogique il est indispensable d'insérer ces informations dans la base de données.

## Résumé en anglais.

The database is a great deal of informations that can be consulted by teacher and pupil thank to a soft called Educreation. These information can be used by several educational sequence. During the elaboration of my educational sequence it is essential to insert these information into the database .

## Mots clefs.

Base de données, Educreation, séquence pédagogique.

Cadre réservé au jury.



# Sommaire

<b>Remerciements</b> .....	<b>Page n°5</b>
<b>1° Présentation de la base de données</b> .....	<b>Page n°6</b>
<b>2° Activité pédagogique</b> .....	<b>Page n°7</b>
<b>2.1° Organisation des centres d'intérêts</b> .....	<b>Page n°7</b>
<b>2.2° Présentation</b> .....	<b>Page n°8</b>
<b>2.3° Organigramme</b> .....	<b>Page n°9</b>
<b>2.4° Les différents constituants</b> .....	<b>Page n°10</b>
<b>3° Démarche pour exploiter la base de données</b> .....	<b>Page n°14</b>
<b>3.1° Procédure mise en œuvre</b> .....	<b>Page n°14</b>
<b>3.2° Analyse du TP</b> .....	<b>Page n°16</b>
<b>3.3° Elaboration d'un cours de synthèse</b> .....	<b>Page n°17</b>
<b>3.4° Elaboration d'un TD</b> .....	<b>Page n°23</b>
<b>3.5° Elaboration d'une fiche de synthèse</b> .....	<b>Page n°25</b>
<b>4° Conclusion</b> .....	<b>Page n°26</b>
<b>5° Documents annexes</b> .....	<b>Page n°27</b>
<b>5.1° Cours de synthèse</b> .....	<b>Page n°28</b>
<b>5.2° Travaux dirigés.</b> .....	<b>Page n°43</b>
<b>5.3° Fiche de synthèse.</b> .....	<b>Page n°46</b>
<b>5.4° Références bibliographiques</b> .....	<b>Page n°49</b>

# Remerciements.

Je tiens à remercier les formateurs M. Jean Claude Cabanel, M. Philippe Claris et mon tuteur de mémoire M. Mustapha Aboutman pour leur aide sur l'élaboration de ce mémoire professionnel.

# Présentation de la base de données.

## 1° Présentation de la base de données.

La *base de données* que l'on va étudier est celle du logiciel appelé *Educreation*. Elle est constituée d'un ensemble d'informations c'est-à-dire des ressources d'ordre pédagogique et technique agencées par classe ou par ressource. La base de données d'Educreation possède une option que l'on appelle *Swing Editor* qui permet de rajouter ces informations. Dans cette base de données on peut y trouver des documents techniques, des cours, des travaux pratiques etc. Le logiciel Educreation est installé sur un poste informatique, les élèves pourront durant une séance de travaux pratiques (Etude de la station de pompage) accéder au sujet du TP et consulter les documents techniques. Une première étude a été réalisée par le stagiaire de l'année précédente. En effet le stagiaire a effectué un Travail Pratique sur le thème de la station de pompage en vue de l'intégrer dans la base de données. Le sujet du TP est réalisé à l'aide du logiciel « PowerPoint ». Dans la constitution de ce TP il existe des liens qui permettent aux élèves de communiquer vers :

- ☞ Les documents réponses relatifs au TP.
- ☞ Les documents techniques (Visualiser le fonctionnement de la station de pompage à l'aide d'un vidéo, visualiser les images de la motopompe, du variateur, automate programmable etc. )
- ☞ Un cours (hydrauliques).

Pour compléter cette séquence pédagogique autour de la station de pompage on peut élaborer :

- ☞ Un cours de synthèse.
- ☞ Un « Travail Dirigé ».
- ☞ Une fiche de synthèse qui sera remis aux élèves lors des séances de TP.

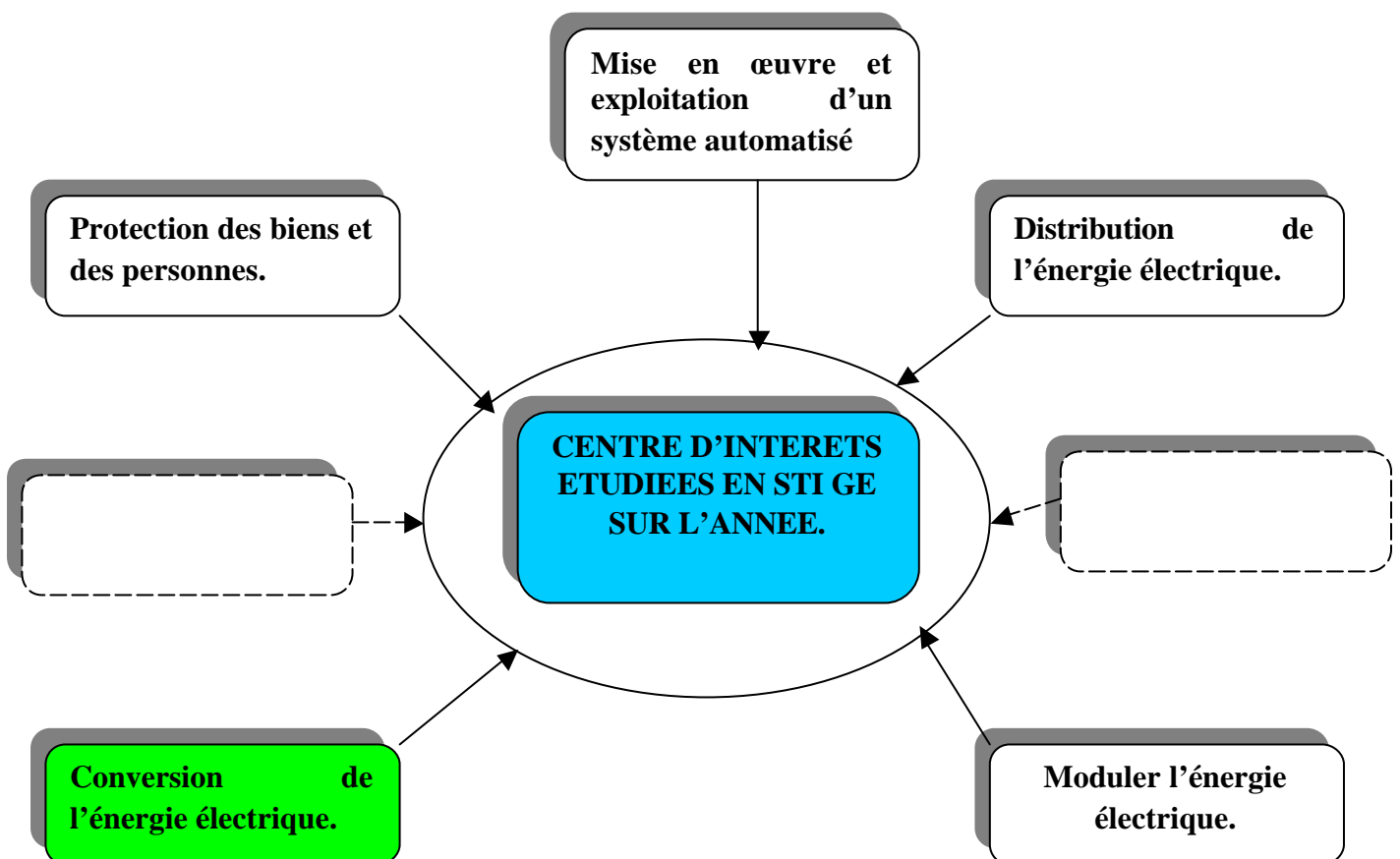
La question va se poser sur la manière dont on va procéder pour exploiter ces informations sur la base de données du logiciel Educreation, sachant qu'à la base le TP est utilisée sous Microsoft Word et Power point. Est ce que une fois la séquence pédagogique ajoutée dans la base de données l'utilisation sera autant ou plus aisée pour les élèves ?

## 2° Activité pédagogique.

### 2.1° Organisation des centres d'intérêts en STI GE.

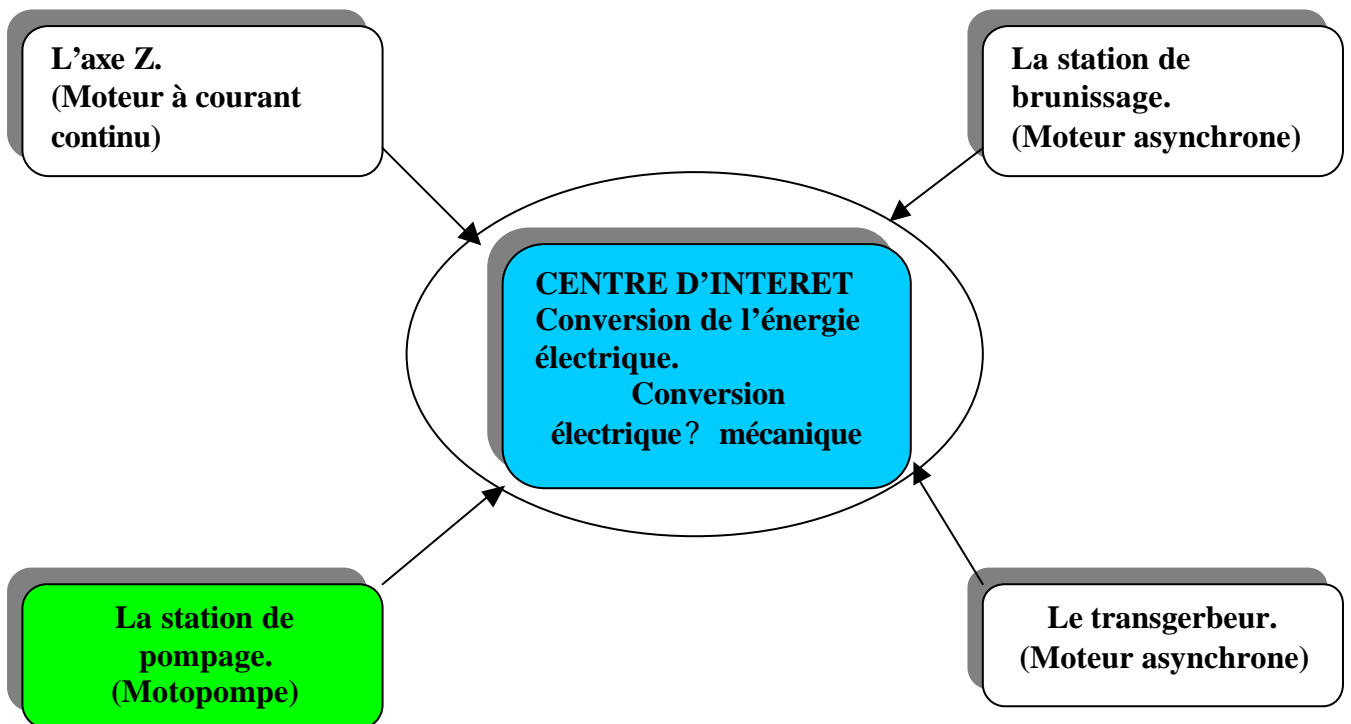
On peut décomposer la formation du référentiel des STI génie électrique en plusieurs centres d'intérêts notamment le CI conversion de l'énergie électrique. Parmi les centres d'intérêts on peut dénombrer quelques uns avec leurs compétences attendues:

- ☞ *Mise en œuvre et exploitation d'un système automatisé.* Les élèves doivent être capables de **justifier** une décomposition fonctionnelle d'un système automatisé.
- ☞ *Protection des personnes.* Les élèves doivent être capables d'**identifier** les appareils qui concourent à la protection des personnes.
- ☞ *Protection des biens.* Les élèves doivent être capables d'**identifier** les appareils qui concourent à la protection des bien. d'**identifier** et de **justifier** le regime de neutre.
- ☞ *La distribution de l'énergie électrique.* Les élèves doivent être capables de :
  - **Choisir** le mode de pose.
  - **Choisir** le dispositif de sectionnement et de consignation.
- ☞ *La conversion de l'énergie électrique.* Les élèves doivent être capables de **choisir** le convertisseur d'énergie.



Le centre d'intérêt qui sera développé est la conversion de l'énergie électrique. Concernant le centre d'intérêt (conversion de l'énergie électrique), on peut dénombrer plusieurs systèmes qui pourront être étudiés notamment la station de brunissage, le

transgerbeur, l'axe Z, la station de brunissage. Dans ce centre d'intérêt on va s'intéresser à la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique.



Le système que l'on va étudier est la station de pompage.

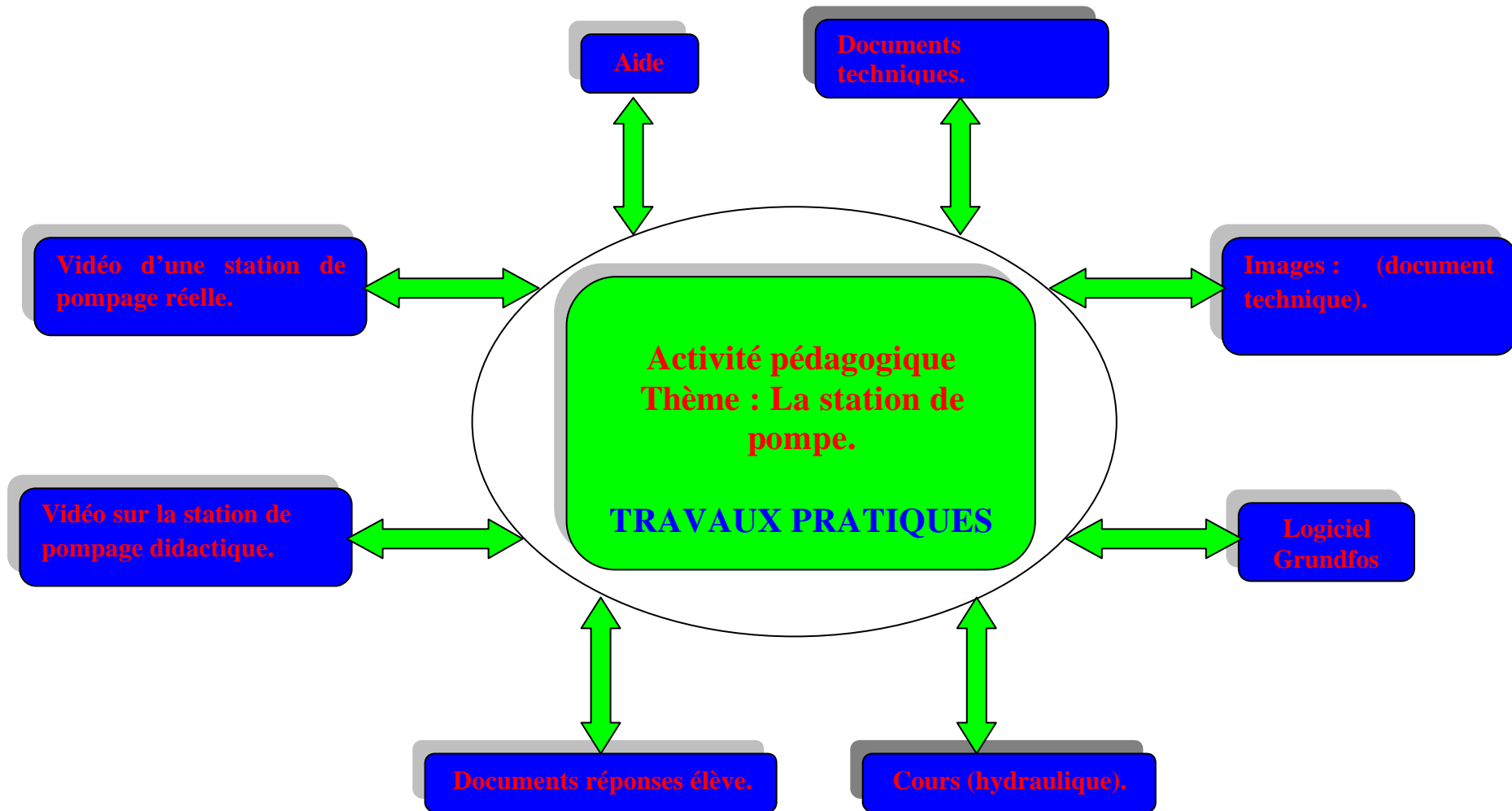
## **2.2° Présentation de l'activité pédagogique.**

Il a été élaboré autour du thème « la station de pompage » un TP pour la classe de terminale STI Génie Electrique. Ce TP se présente sous forme de fichier Power point exploitable à l'aide d'un ordinateur. Les élèves en arrivant dans l'atelier vont aller directement sur un poste informatique et ensuite ouvrir le fichier en question (***TP étude de la station de pompage***). Ce TP met en relation plusieurs éléments, par exemple :

- ☞☞ Une aide.
- ☞☞ Un document réponse.
- ☞☞ Un document technique.
- ☞☞ Des vidéos.
- ☞☞ Des images.
- ☞☞ Le logiciel Grundfos.

**Voir organigramme ci-dessous.**

2.3° Organigramme de l'activité pédagogique.



## 2.4° Les différents constituants de l'activité pédagogique.

### A- Le TP : Etude de la station de pompage.

Le sujet du TP est rédigé sous le logiciel Power point. Sur la page de garde du TP il est indiqué le titre de TP «TP14 Etude de la station de pompage » sur un fond bleu. Le chiffre « 1 » représente la première série de TP et le chiffre 4 représente le quatrième TP dans la série une. Ensuite on peut visualiser une image de la station de pompage, système didactique utilisé en classe de 1<sup>er</sup> et Tr STI GE.



La deuxième page rappelle le titre du TP et indique :

- ☒☒ La durée du TP, (3h30).
- ☒☒ Le niveau, (terminale).
- ☒☒ Le lieu où va se dérouler de TP, (salle système).
- ☒☒ L'objectif général du TP.
- ☒☒ Les objectifs intermédiaires.
- ☒☒ Les pré requis.
- ☒☒ Les ressources.

La troisième page précise le cahier des charges avant de commencer le TP. Par exemple :

- ☒☒ La pression d'aspiration.
- ☒☒ Le débit de fonctionnement.
- ☒☒ Le nombre de coudes, de crépines, de clapets.
- ☒☒ La tension d'alimentation.

Un lien vers le document technique est possible pour aider les élèves à comprendre les termes qui sont employés dans le cahier des charges par rapport au système étudié.

La quatrième page présente sous forme d'organigramme les différentes étapes de mise en service de la station de pompage. En plus une vidéo illustrant ces différentes étapes peut être visualisée en cliquant sur le lien « Voir la vidéo ».

Après cette mise en service les élèves vont ensuite dimensionner les deux motopompes en se mettant dans les conditions du cahier des charges. Une *vidéo* ainsi qu'un *commentaire* et une *aide* sont mises à leur disposition pour les aider à répondre aux questions. Au fur et à mesure, les élèves vont répondre directement sur un fichier (document réponse) en cliquant sur le lien *Réponse*. Un logiciel Grundfos donne les références des motopompes en cliquant sur le lien *logiciel Grundfos*.

## **B- Le document technique.**

Le document technique utilisé dans l'activité pédagogique est celui de la station de pompage, système didactique étudié en 1<sup>er</sup> et Tr STI génie électrique. Ce document va expliquer les différents points permettant aux élèves de mener à bien le TP. Parmi ces points il y a :

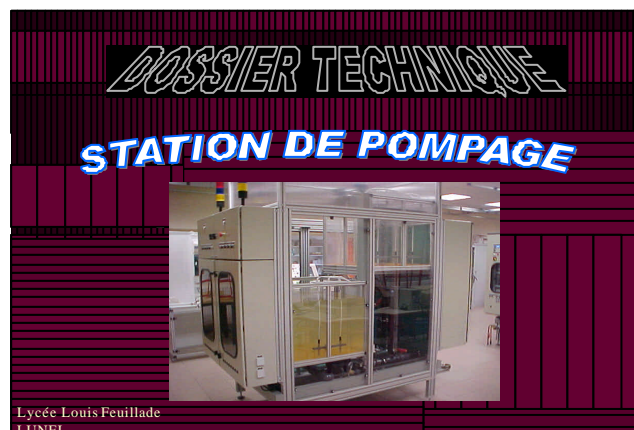
☞☞ Le **principe de fonctionnement** d'une station réelle. Les élèves pourront simplement en cliquant sur le lien «**vidéo station de pompage réelle**» visualiser une vidéo expliquant le fonctionnement d'une station réelle. Ils sauront comment configurer le fonctionnement de la station soit en mode manuel ou soit en mode automatique.

☞☞ La **gestion des défauts**. Ils pourront trouver la signification des différents défauts. Exemple pour éviter tout risque de débordement des réservoirs, il existe un capteur tout ou rien placé dans le réservoir d'eau.

☞☞ L'**analyse fonctionnelle** de la station de pompage. Pour mieux comprendre le système dans son ensemble, deux actigrammes de niveaux A-0 et de niveau A0 sont mis à leur disposition.

☞☞ L'**analyse matérielle**. Cette analyse renseigne les élèves sur :

- La tension d'alimentation des équipements du système étudié.
- Les caractéristiques des deux motopompes (l'emplacement sur le système des motopompes, les informations de la plaque signalétique).
- Le variateur de vitesse associé aux motopompes.
- L'automate programmable industriel.
- Les constituants de l'armoire de commande (variateur de vitesse, l'automate programmable, le pupitre de commande, le compteur d'énergie. etc.).
- Les constituants de l'élément de régulation (capteurs de pression, capteur de niveau tout ou rien).
- Les photos du système (vue de profil, vue de la face avant, vue de côté).



### C- Le logiciel Grundfos.

Le logiciel Grundfos permet à partir des différents paramètres de la station de pompage par exemple : Débit, la hauteur manométrique, la tension d'alimentation etc. de déterminer la référence de la motopompe appropriée.

Image de la motopompe

Caractéristiques de la motopompe

Références des produits disponibles.

Description	Value	Unit
Product No	40505109	
Product name	CR 2-90	
Pump version	A	
Connect code	A	
Material code	A	
Shaft seal	BUBE	
Pump No	40500109	
Motor No	85215705	
Stages	9	No of
Impellers	9	No of
Poles	2	
Motor flange	F115	
IP Class	55	
Insulation	F	

System	Product No	Product name	Phase	U [V]	Pump outlet	p max [bar]	Q actual	H actual [m]
	40505109	CR 2-90	1	220-230/240	Rp 1		3,000	40,0
	40509609	CR E 2-90	1	220-240	Rp 1	16/120	3,000	40,0
	40645609	CRNE 2-90	1	220-240	42,4 mm	16/90	3,000	40,0


### D- Document réponse.

Le document réponse est rédigé à l'aide du logiciel *Word*. A l'issue de la séance de TP, les élèves écrivent leur nom, prénom et classe sur le document réponse et impriment le document réponse. Ce document sera remis au professeur.

NOM :  
Prénom :  
Classe :

## Etude de la station de pompage

DOCUMENT REPONSES



II) Justification du choix du matériel

II.2) Détermination de la pompe P1 ou P2

b) Mesurer le temps de remplissage du réservoir, la tension U entre deux phases, le courant absorbé Ia du moteur.  
Déduire le débit de la pompe. Est-il conforme au cahier des charges ?

Réponse :

Retour sujet

La première page indique en entête la filière et l'option choisi dans la discipline GE (STI électrotechnique). Le nom du système étudié (Station de pompage).

✍️ Le nom et prénom et la classe des élèves sont à écrire dans un cadre bleu.

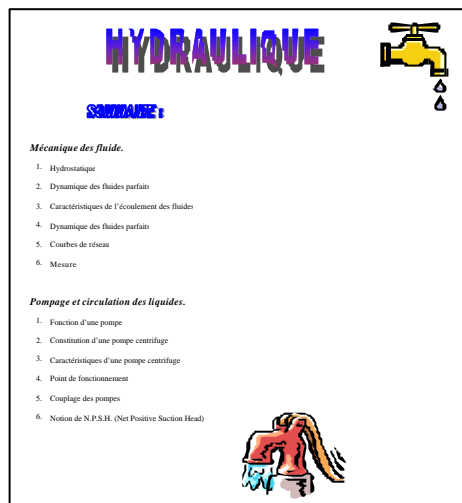
Le titre du TP est écrit en bleu

Les titres des questions sont écrits en bleu et souligné (II Justification du choix des matériels). Et les sous titres sont écrits en noir (II.2 Détermination de la pompe P1 ou p2).

Les questions sont réécrites dans un cadre noir. A l'intérieur du cadre les élèves vont pouvoir répondre à la question posée.

Toutes les questions du TP seront présentées sous la forme décrite ci-dessus.

### E- Cours hydraulique.



Le cours hydraulique est un document rédigé sous *Word*. Il apporte des connaissances sur les notions de mécanique des fluides :

Hydrostatique.

Dynamique des fluides parfaits (Théorème de Bernoulli.)

Dynamique des fluides (Pertes de charge, équation de Bernoulli pour un fluide réel).

Un paragraphe sur le pompage et circulation des liquides est inclus.

Fonction d'une pompe.

Constitution d'une pompe centrifuge.

Caractéristiques des pompes centrifuges. Les caractéristiques des pompes sont données par les courbes suivantes : courbe débit – hauteur manométrique, courbe débit – puissance, courbe débit – rendement.

Point de fonctionnement.

Couplage des pompes : Il existe deux couplages possibles des pompes : couplage série et parallèle.

Notion de N.S.N.H.

On peut inclure cette activité pédagogique autour du thème «la station de pompage » dans une séquence pédagogique.

### **3° Démarche pour exploiter une base de données.**

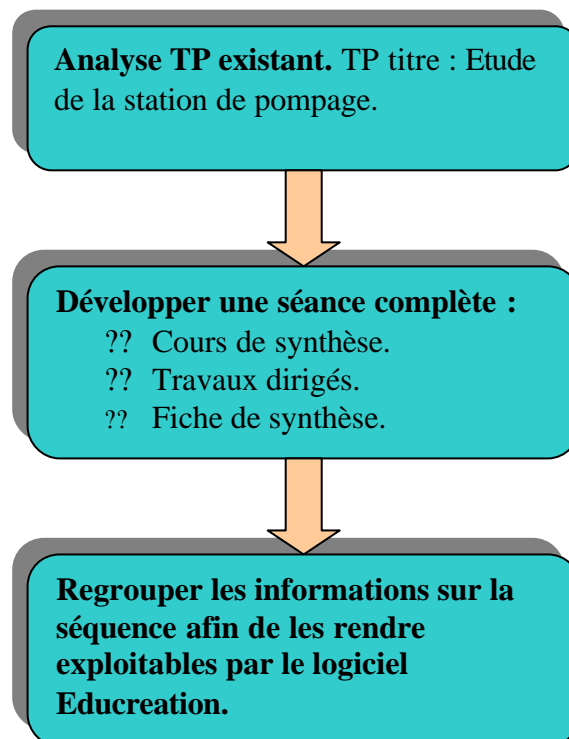
La séquence pédagogique sera composée de trois phases. La première phase est un cours de synthèse. La deuxième phase est un TD qui sera entamé après la séance de cours. La troisième phase est le TP «étude de la station de pompage » qui est déjà réalisé. Le système étudié est la station de pompage.

Phase	Activité	Titre
1	Cours de synthèse	Pompe centrifuge verticale multicellulaire.
2	Travaux Dirigés	Choix d'une motopompe.
3	Travaux Pratiques	Etude de la station de pompage.

Le travail à effectuer est de réaliser le cours de synthèse et le TD.

#### **3.1° Procédure mis en œuvre.**

Le cours de synthèse a pour but de préparer les élèves aux travaux pratiques sur l'étude de la station de pompage. Pour réaliser ce cours de synthèse une procédure en plusieurs étapes sera effectuée.



La première étape est l'analyse du TP qui a déjà été effectué. Cette analyse permet de cibler les points essentiels du TP. Ces différents points sont :

1. La classe (première ou terminale).
2. La discipline.

3. L'objectif général du TP.
4. Les compétences attendues.
5. Les pré requis.
6. Les ressources.

✍️ La deuxième étape est l'élaboration du cours de synthèse. On va élaborer un cours de synthèse à l'aide du référentiel des STI GE. Ce cours va répondre aux compétences attendues du TP. Il va cibler la même classe, le même niveau.

✍️ La troisième étape est le regroupement des informations sur la séquence pédagogique c'est à dire :

1. Le TP « Etude de la station de pompage ».
2. Le document réponse.
3. Le document technique.
4. Les vidéos.
5. Le cours hydraulique.
6. Le cours de synthèse « Pompe centrifuge verticale multicellulaire ».
7. Les travaux dirigés « Choix d'une motopompe »
8. Une fiche de synthèse du cours.
9. Les images (motopompe, plaque signalétique, etc.)
10. Aides.
11. Commentaires.

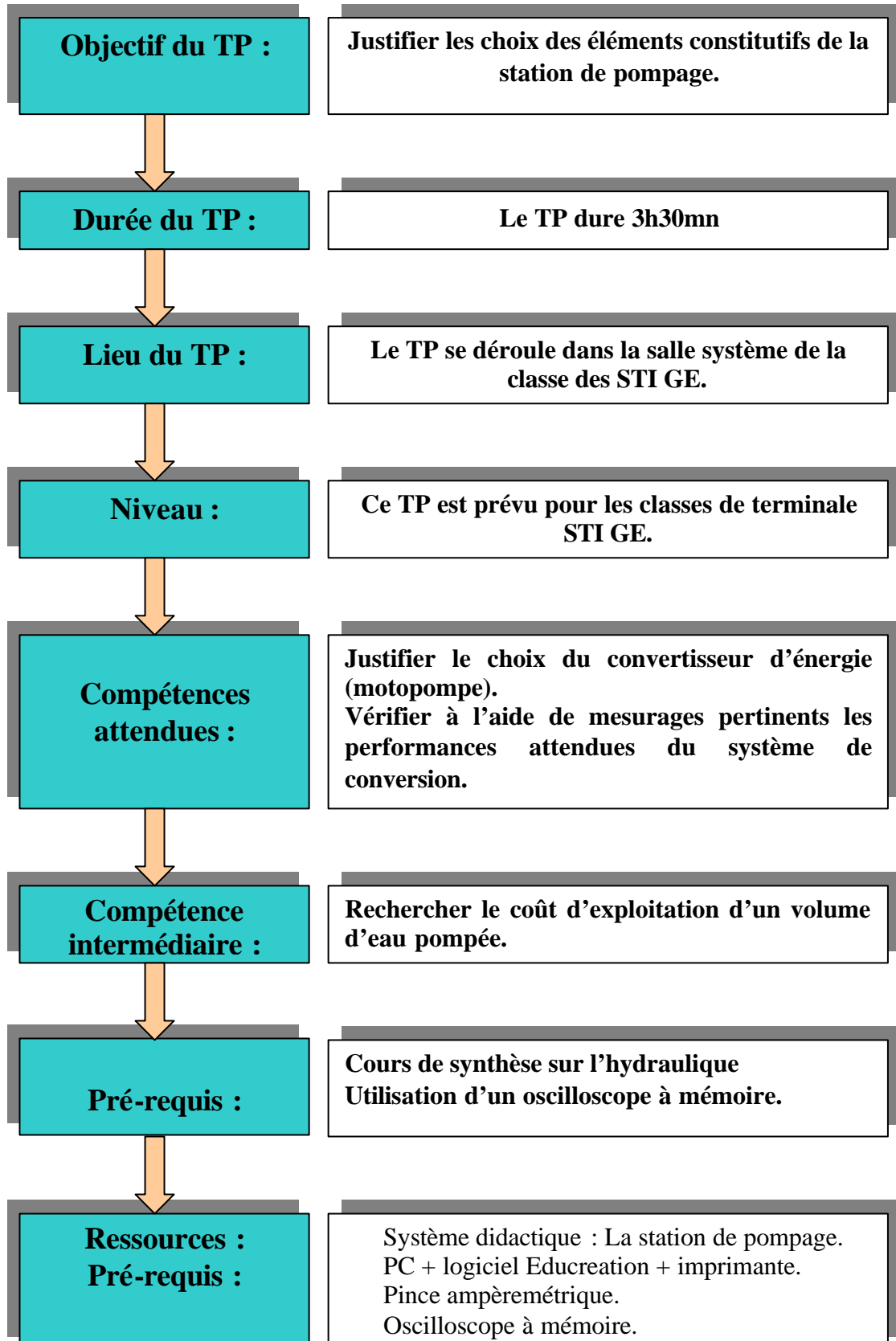
Ces données sous forme de fichiers informatiques vont constituer la base de données du logiciel Educreation. Pour cela une suppression des liens sera effectuée dans le sujet du TP et du cours.

Cependant il y a des problèmes dans l'exploitation pédagogique d'Educreation. En effet il semble impossible d'enrichir les dossiers inexistants. La seule solution pour intégrer de nouvelles ressources est de venir créer un nouveau dossier. A l'usage, on constate que ceci représente un inconvénient pour l'équipe pédagogique ainsi que pour les élèves.

D'autre part, le fait d'utiliser le logiciel PowerPoint pour le texte de TP et le logiciel Word pour le document réponse avec des liens informatiques entre les différents ne me permet pas d'effectuer une gestion rigoureuse des dossiers individuels élèves, dans le sens où l'élève en répondant sur son document réponse, avait la possibilité de modifier le texte original, ceci n'étant pas exploitable.

### **3.2° Analyse du TP : Etude de la station de pompage.**

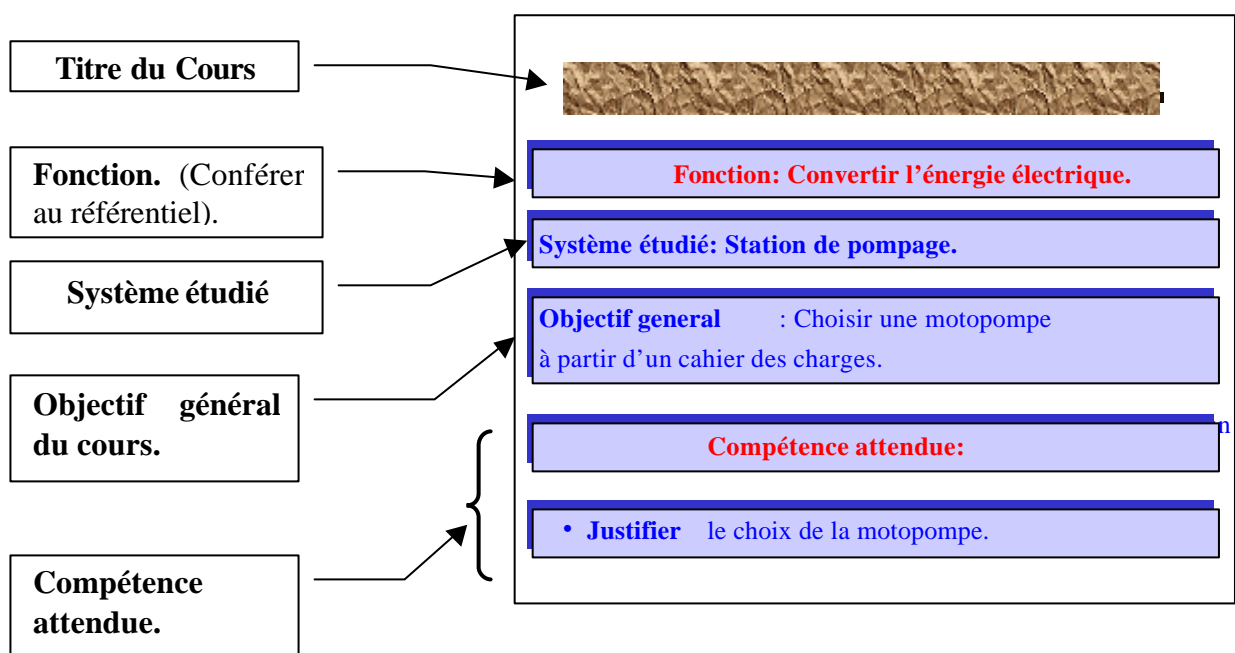
Cette analyse permet de définir les différents points clefs essentiels du TP, à savoir l'objectif du TP, le niveau visé, les compétences attendues, les compétences intermédiaires...



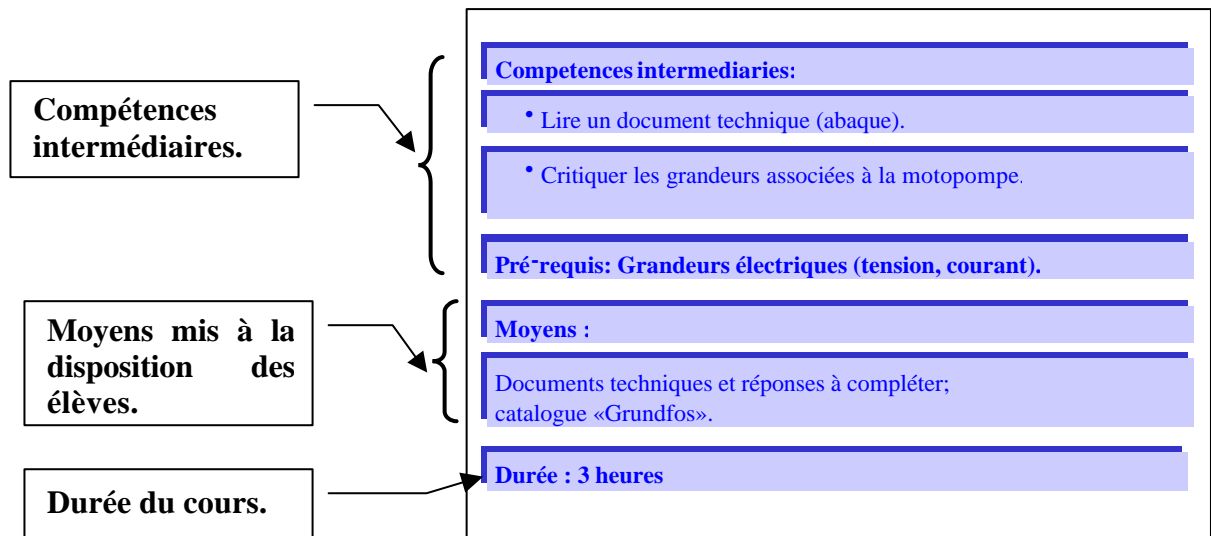
### 3.3° Elaboration du cours de synthèse.

Le cours de synthèse se déroulera en classe entière. Durant ce cours les élèves vont découvrir le logiciel Educreation sur la manière de l'utiliser.

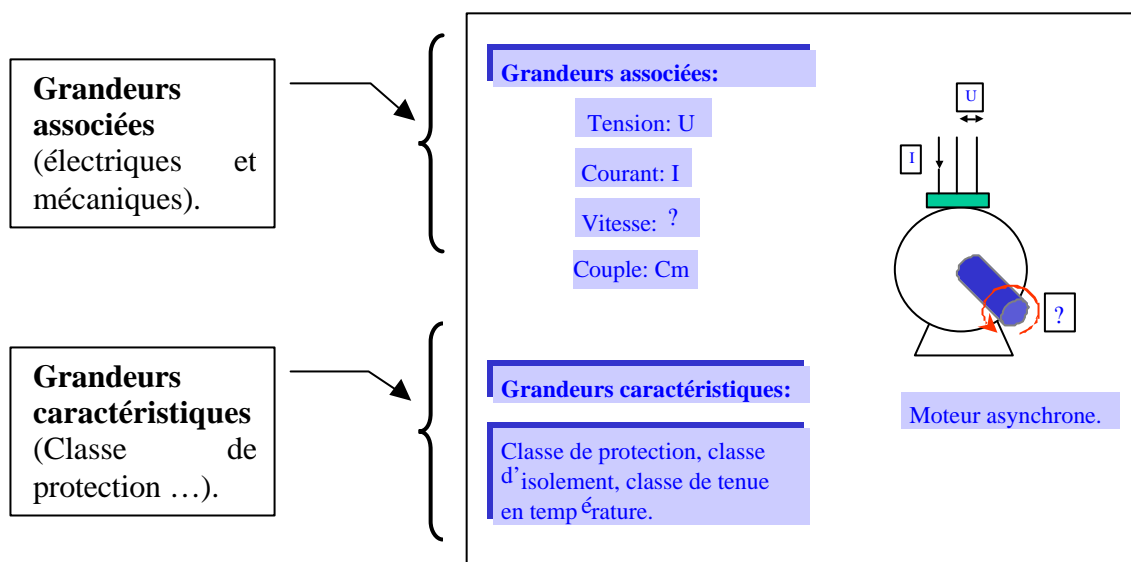
Le cours sera rédigé à l'aide du logiciel Power point. D'après l'analyse du TP et du référentiel la fonction est : *convertir l'énergie électrique*. Le système qui réalise la conversion de l'énergie dans la station de pompage est la *motopompe*, plus exactement un *moteur asynchrone*. Le titre du cours de synthèse sera donc l'élément de conversion de la station de pompage : **Pompe centrifuge multicellulaire verticale**. L'objectif général du cours sera de **choisir une motopompe à partir d'un cahier des charges**. Conformément au référentiel la compétence attendue est alors de **justifier le choix du convertisseur d'énergie**, dans notre cas c'est la motopompe.



Pour atteindre l'objectif général du cours de synthèse qui est de choisir une motopompe à partir d'un cahier des charges, les élèves vont répondre aux exigences des compétences intermédiaires : Lire un document technique (abaque etc.), critiquer les grandeurs associées au motopompe. Les moyens mis à la disposition des élèves sont : Les documents techniques et documents réponses à compléter et la catalogues Grundfos.



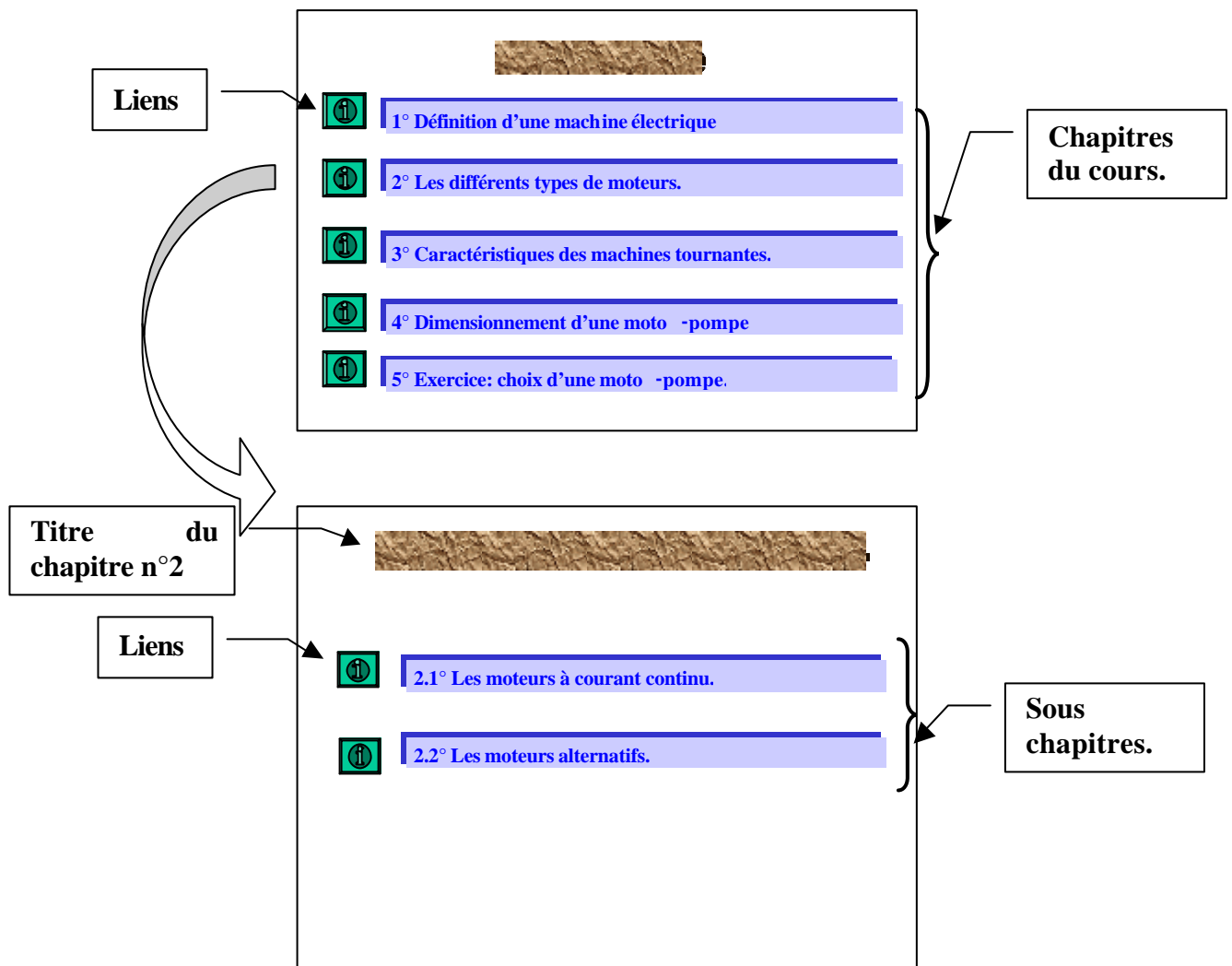
Le cours est fondé sur l'étude d'un moteur asynchrone utilisé dans le principe d'une motopompe. Les grandeurs associées au moteur sont les tensions composées « U », le courant, la vitesse de rotation de l'arbre ainsi que le couple mécanique. Les grandeurs caractéristiques du moteur qui seront vues sont la classe de protection (indice de protection IP et IK), la classe de tenue en température.



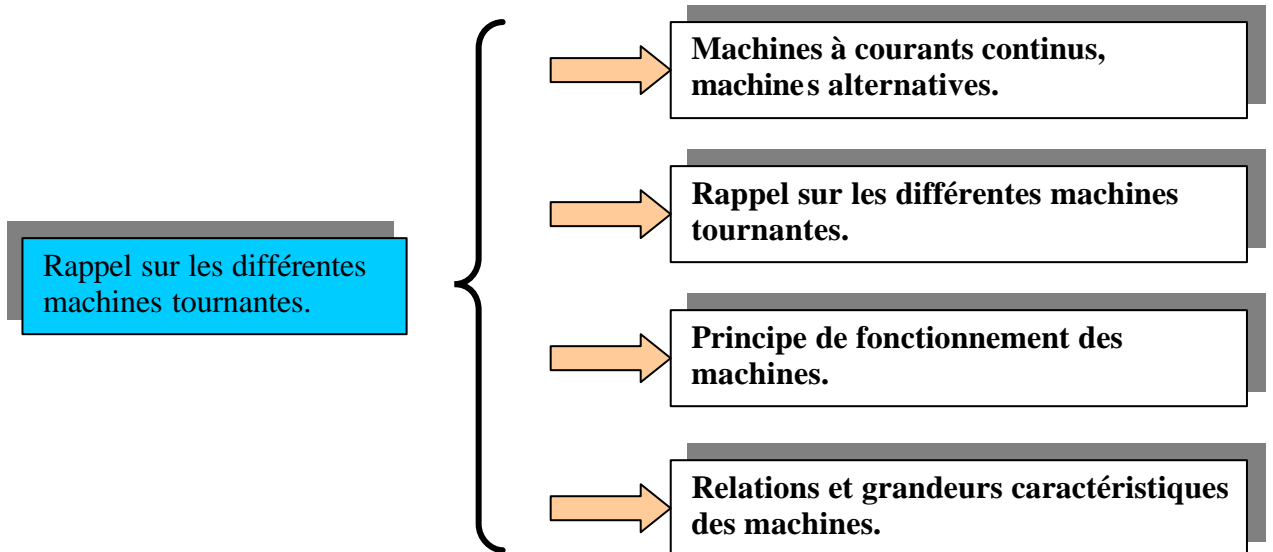
Le cours de synthèse sera composé des différents chapitres qui sont :

1. Définition d'une machine électrique.
2. Les différents types de moteurs.
3. Caractéristiques des machines tournantes.
4. Dimensionnement d'une motopompe.

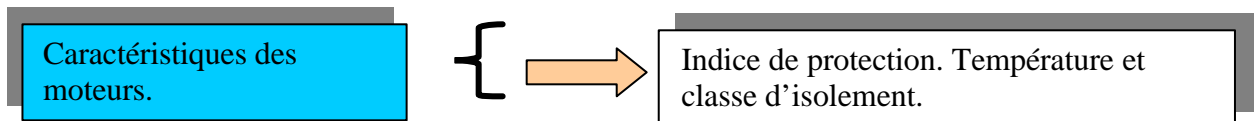
En face de chaque chapitre du cours il y a des liens de couleur verte permettant de communiquer plus rapidement aux sous chapitres correspondants. Par exemple en cliquant sur le lien du deuxième chapitre «**Les différents types de moteurs** » on accède aux différents sous chapitres.



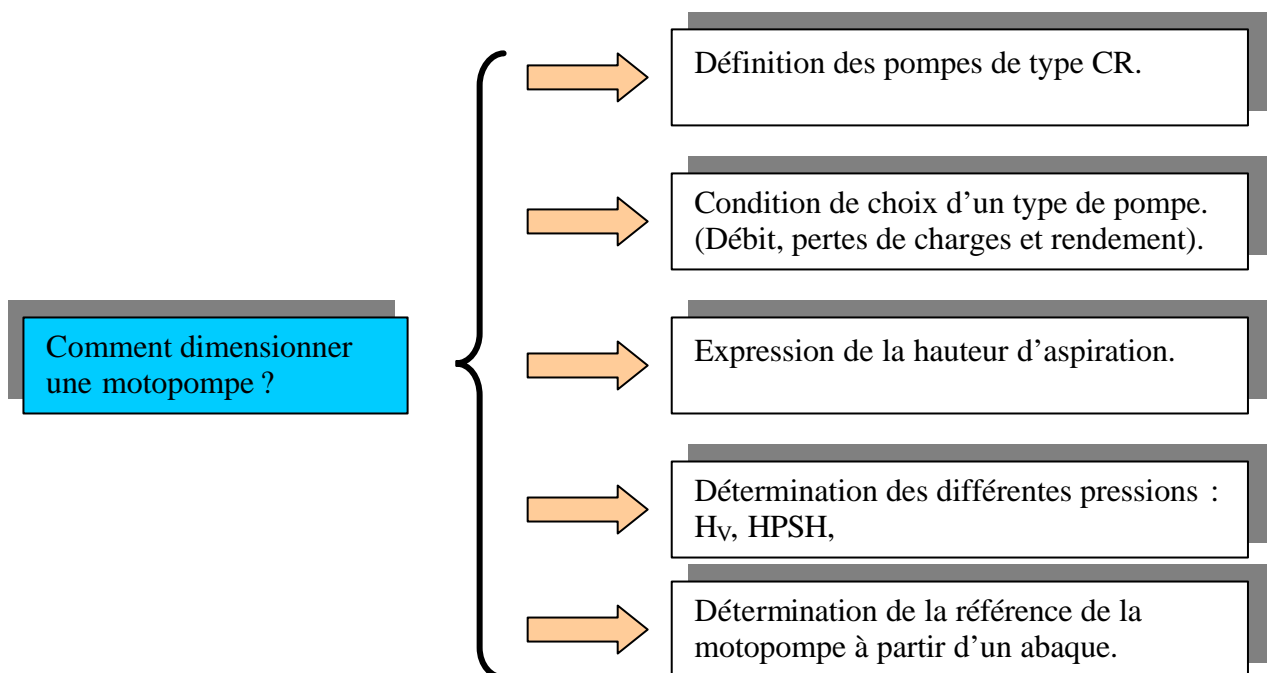
Le cours de synthèse sera composé de différentes parties qui sont : Un rappelle sur les différentes machines tournantes. Exemple machine à courant continu, et les machines asynchrones. Ce sous chapitre expliquera le principe de fonctionnement des moteurs et rappellera les relations te les grandeurs caractéristiques qui leur sont associées.



Après le rappel sur les différentes machines tournantes, les élèves veront les différents caractéristiques des moteur à savoir les indices de protection (IP et IK).

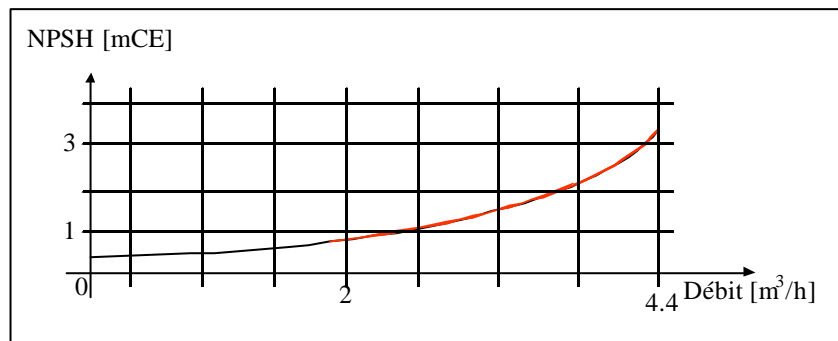


Enfin un chapitre est consacré sur le dimensionnement d'une motopompe.



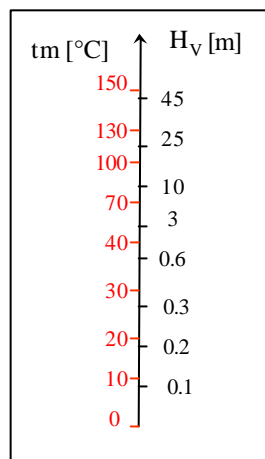
On va s'intéresser aux pompes de type CR. D'où une définition de ce type de pompe. Pour choisir un type de pompe il sera énoncé les conditions correspondantes c'est à dire le débit et la pression, les pertes de charges et le rendement. La pression d'aspiration sera déterminée par un calcul qui tient compte de la pression nette d'aspiration (HPSH), et de la tension vapeur ( $H_v$ ). L'expression de cette pression est donnée et elle est exprimée en mètre colonne d'eau (mCE). La pression nette d'aspiration (HPSH), est déterminée à l'aide de la courbe ci-dessous. En connaissant le débit qui est fourni par le cahier des charges on détermine la pression NPSH.

La partie de la courbe en rouge représente une zone de fonctionnement optimale de la pompe où le rendement est maximal.



Courbe NHSP en fonction du débit.

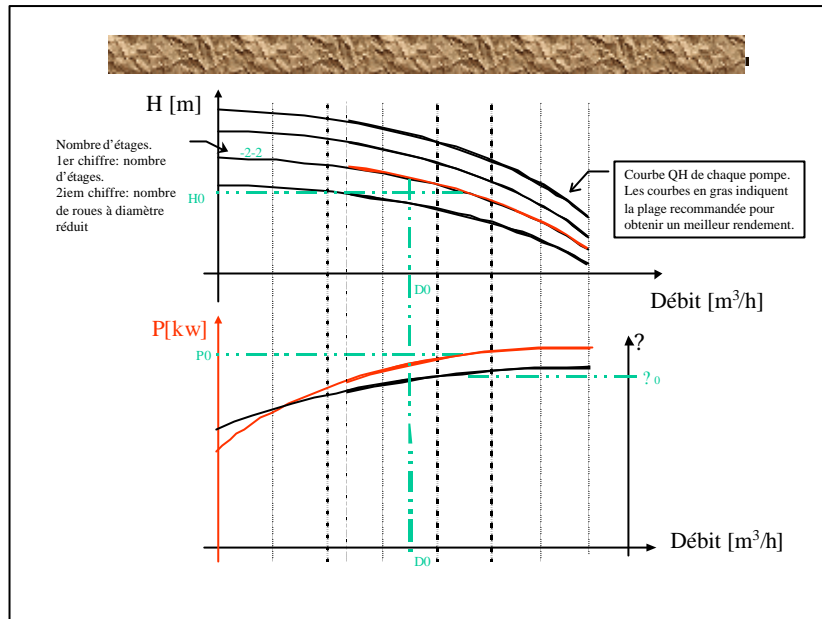
La tension vapeur ( $H_v$ ) est déterminée à l'aide de la courbe ci-dessous extraite de la documentation technique. En connaissant la température du fluide on déduit la tension vapeur.



Courbe :Hv en fonction de la température.

Après avoir calculé la pression d'aspiration « H en mCE » et en connaissant le débit du fluide on détermine le type de pompe approprié à partir de l'abaque ci-dessous. Sur l'abaque il y a plusieurs courbes représentant chacune une référence d'une motopompe. L'abaque présenté dans ce cas représente les motopompes de type CR. Les courbes sont caractérisées par deux

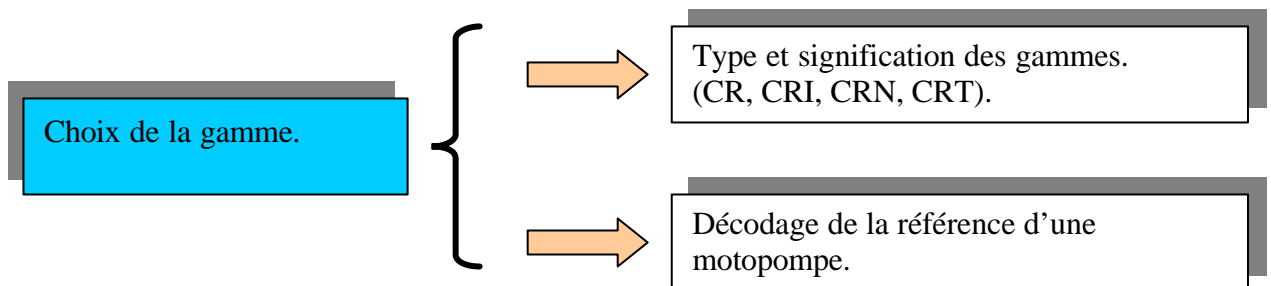
chiffres, le premier chiffre représente le nombre d'étages de la pompe et le deuxième chiffre le nombre de roues à diamètre réduite au niveau de la construction de la pompe.

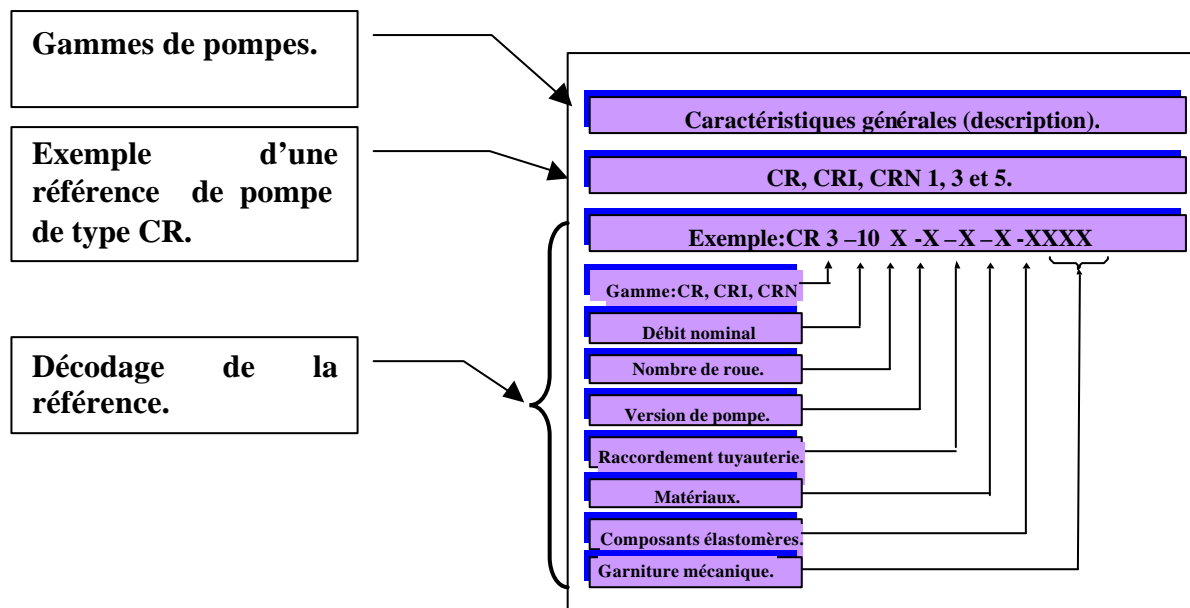


### Comment utiliser l'abaque ?

On trace les droites verticales en pointillée correspondantes respectivement au débit et à la pression d'aspiration. Le point d'intersection des deux droites sur une des courbes donne les caractéristiques de la pompe c'est à dire le nombre d'étages et le nombre de roues à diamètre réduit. L'abaque donne la puissance absorbée par étage et le rendement.

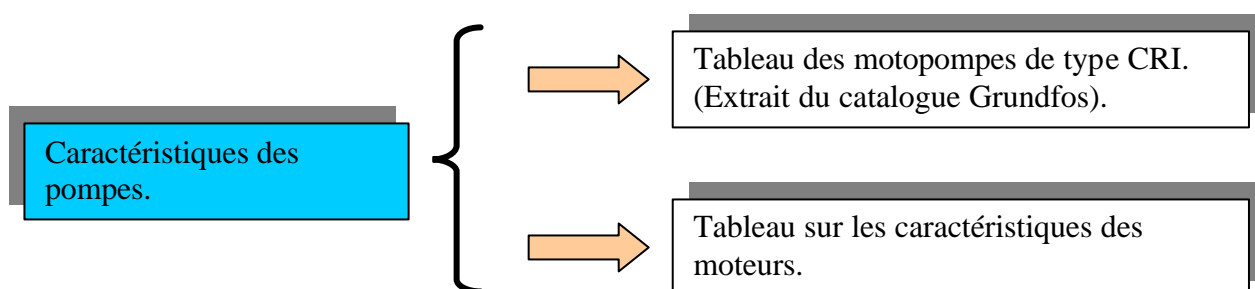
Il existe plusieurs gammes de pompes ou type de pompes, chaque gamme a son propre abaque. Dans ce chapitre, il sera énoncé ces différents gammes ainsi que leurs significations, c'est à dire les conditions pour lesquelles ils sont utilisés. Les références des pompes comencent toujours par la gamme de la pompe (CR, CRI, CRN ou ou CRT), ensuite le débit , pour certain gamme le nombre de roue.





Une fois la référence de la pompe est déterminée, on peut retrouver à l'aide d'un tableau spécifique au gamme de la pompe dans notre cas c'est le type CRI les caractéristiques c'est à dire: Le type de moteur (CRI 3, "3": désigne le débit en m<sup>3</sup>/h), la tension d'alimentation déclinée en monophasé ou en triphasé, la puissance du moteur, l'intensité en pleine charge selon le type d'alimentation mono ou triphasé, le facteur de puissance, le rendement du moteur et le courant de démarrage.

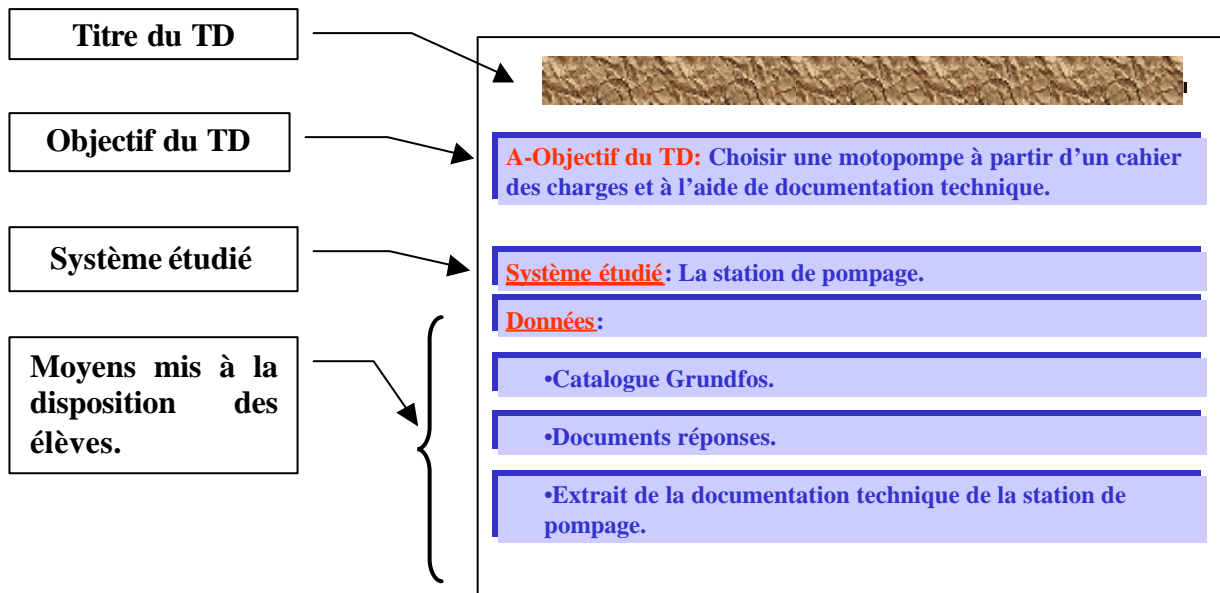
Un deuxième tableau sur les caractéristiques des moteurs utilisés quelque soit les gammes des pompes. Les caractéristiques sont les puissances pour lesquelles le moteur a été construit (par exemple la version V18 est destinée pour les puissances allant jusqu'à 4kw.), la classe d'isolation, la classe de rendement, l'indice de protection (IP55), la tension standard 50 hertz monophasée ou triphasée.



### 3.4 Elaboration d'un TD.

Le TD est rédigé sous le logiciel Power point, ce choix de ce logiciel offre l'avantage d'être projeté sur un écran et de passer d'une page à l'autre en un simple clic sur la télécommande du vidéoprojecteur. D'où une certaine facilité pour retenir l'attention des élèves. Le titre du TD est : Choix d'une motopompe. Le but du TD sera de vérifier la compréhension du cours

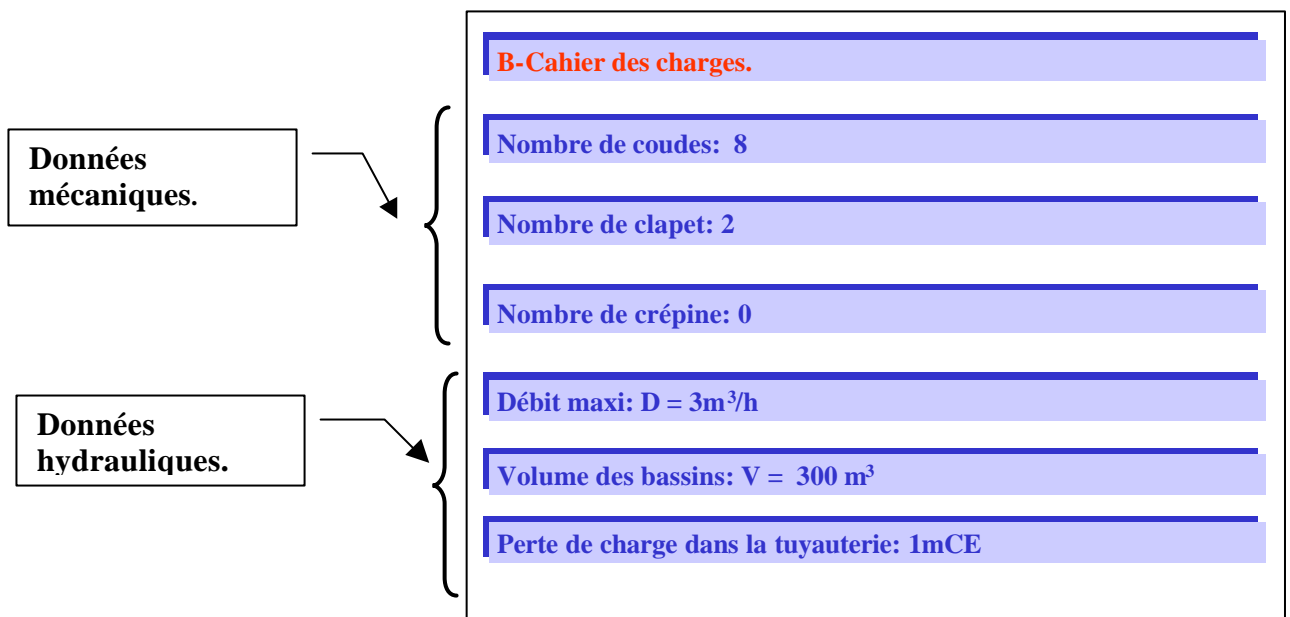
de synthèse à travers des exercices. Ce TD a pour but aussi de remédier aux lacunes des élèves. Le système étudié sera toujours la station de pompage. Pour mener à bien le TD, les élèves auront en leur disposition le catalogue Grundfos, les documents réponses, et un extrait de la documentation technique de la station de pompage. Et bien entendu un cahier des charges.



Les élèves auront aussi un cahier des charges spécifique à la station de pompage étudié.

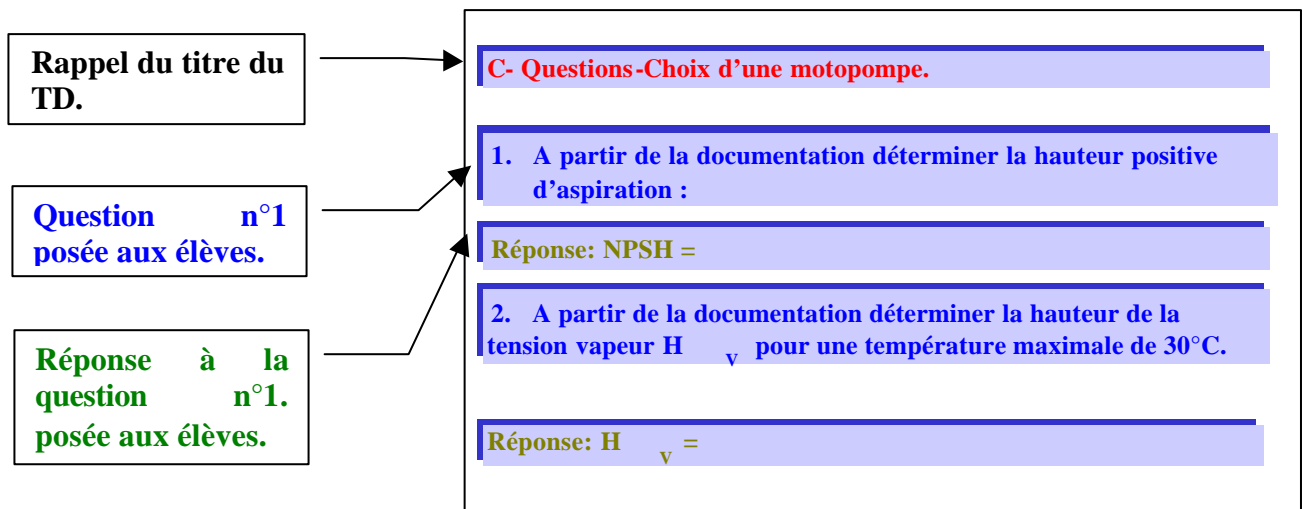
### Présentation du cahier des charges.

Il sera spécifié dans le cahier des charges des données mécaniques et les données hydrauliques. Les données mécaniques sont : le nombre de coudes, de clapets et de crépines. L'extrait du document technique de la station de pompage apporte un complément d'informations sur ces données. Les données hydrauliques sont : le débit maximal de l'eau, les pertes en charge et le volume des bassins (bassin supérieure et inférieure).



### Présentation du questionnaire.

Après avoir présenté le cahier des charges dans le paragraphe « B », les élèves vont calculer la hauteur d'aspiration H. Les exercices du TD sont inclus dans le paragraphe « C » dont le titre est celui de l'objectif du TD.



### 3.5° Elaboration d'une fiche de synthèse.

La fiche de synthèse est en fait un résumé du cours de synthèse : *Pompe centrifuge verticale multicellulaire*. Cette fiche sera remise aux élèves au cours de la séance de Travaux Pratiques : *Etude de la station de pompage*.

### Procédure de détermination d'une motopompe.

1. Choisir le type de pompe en fonction de la nature du fluide.
2. Donner à partir du cahier des charges le débit de la pompe.
3. Calculer la hauteur manométrique. (hauteur d'aspiration + hauteur de refoulement).
4. Déterminer le nombre de roues à diamètre réduit à partir de l'abaque.
5. Donner alors la référence de la pompe.
6. Donner les caractéristiques de la motopompe à l'aide du tableau.

### Données :

- ☞☞Abaque d'une pompe de la gamme CRI.
- ☞☞Expression de la hauteur manométrique.
- ☞☞Expression des pertes en charge dans la tuyauterie.

# Conclusion

L'idée de mettre à la disposition des élèves et des enseignants une base de données est très intéressante. D'autant plus que nous vivons dans un monde où l'informatique semble prendre une place considérable. Les élèves sont de plus en plus à l'aise en informatique.

L'élaboration d'une séquence pédagogique que j'ai effectuée au cours de mon mémoire professionnel m'a beaucoup apporté notamment sur l'utilité de travailler sur les centres d'intérêts, la relation entre le cours de synthèse et les travaux pratiques.

Il m'a permis de mieux découvrir les systèmes que l'on étudie en 1<sup>er</sup> et Tr STI GE notamment la station de pompage.

Et enfin l'élaboration du cours de synthèse m'a permis de mieux de familiariser avec les outils informatiques tels que PowerPoint, Word.

# **DOCUMENTS ANNEXES.**

**COURS DE SYNTHÈSE:**  
**Pompe centrifuge**  
**verticale multicellulaire.**



**Fonction: Convertir l'énergie électrique.**

**Système étudié: Station de pompage.**

**Objectif général :** Justifier le choix d'une moto-pompe à partir d'un cahier des charges.

**Compétences attendues:**

- **Justifier** le choix de la motopompe.

**Compétences intermédiaires:**

- Lire un document technique (abaque).
- Critiquer les grandeurs caractéristiques de la motopompe.

**Pré-requis: Grandeurs électriques (tension, courant).**

**Moyens :**

documents techniques et réponses à compléter; catalogue «Grundfos».

**Durée : 3 heures**

**Grandeurs associées:**

Tension:  $U$

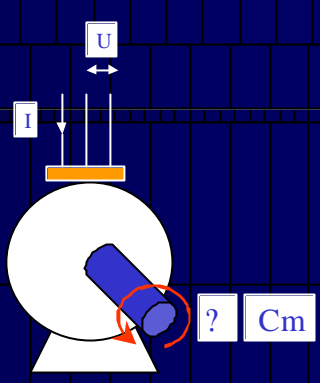
Courant:  $I$

Vitesse: ?


Couple:  $C_m$

**Grandeurs caractéristiques:**

Classe de protection, classe d'isolement, classe de tenue en température.



Moteur asynchrone.



**1° Définition d'une machine électrique**

**2° Les différents types de moteurs.**

**3° Caractéristiques des machines tournantes.**

**4° Dimensionnement d'une moto-pompe.**

**5° Exercice: choix d'une moto-pompe.**



### **1° Définition.**

Une machine électrique tournante est un appareil électrique utilisant l'induction magnétique pour son fonctionnement, constitué d'éléments pouvant effectuer un mouvement relatif de rotation et destiné à la transformation de l'énergie.

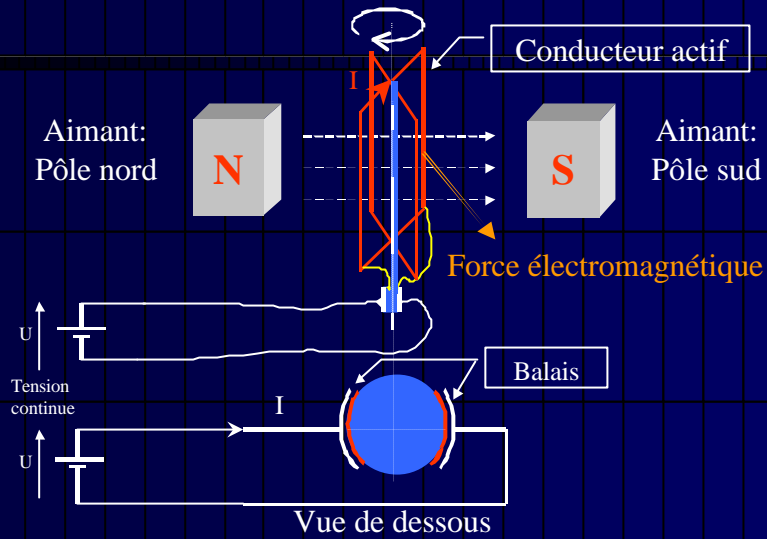


#### **2.1° Les moteurs à courant continu.**



#### **2.2° Les moteurs alternatifs.**

### Schéma de principe d'un moteur à courant continu.



### A-Principe de fonctionnement.

Un conducteur actif de l'induit, parcourus par un courant et placé dans un champ magnétique sont soumis à des forces électromagnétiques.

**B-Grandeurs caractéristiques.**

**Expression de la force électromagnétique:**

$$F = B \cdot I \cdot L \text{ (newton).}$$

**B:** Induction magnétique en tesla .

**I:** Courant en ampère circulant dans le conducteur actif.

**L:** Longueur en mètre du conducteur actif.

**Expression du couple électromagnétique.**

$$T_e = E \cdot I_a / \omega$$

**E:** force contre-électromotrice (f.c.e.m): unité (volt)

**I<sub>a</sub>:** courant d'induit: unité (ampère).

**ω :** Vitesse de l'arbre du moteur: unité (radian/seconde).

La force contre-électromotrice.

$$E = \frac{p}{2a} N \Phi$$

p: Nombre de paire de pôles.

a: Nombre de voies d'enroulement.

N: Nombre de conducteurs actifs.

$\Phi$ : Flux utile par pôles en weber.



### A-Principe de fonctionnement.

Dans un moteur à induction analogue à un transformateur, les courants triphasés qui alimentent le stator (inducteur) créent un champ tournant. Ce champ tournant statorique (primaire) va induire des courants secondaires au rotor (secondaire). Les courants induits au secondaires génèrent des forces électromagnétiques qui sont à l'origine du couple moteur.

## B-Grandeurs caractéristiques.

Vitesse de synchronisme: ( $\omega_s$ ).

$$\omega_s = 2\pi f/p$$

$f$ : la fréquence des courants statoriques (en hertz).

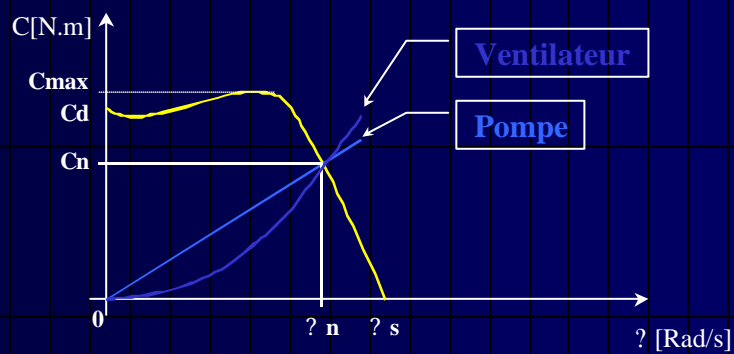
$p$ : Nombre de paires de pôles.

Expression du glissement.

$$g = 1 - \omega_r / \omega_s$$

## C- Caractéristique couple-vitesse.

Exemple de charges: ventilateur, pompe.





### A-Degré de protection (IP).

L'indice « IP » est la protection contre les corps solides et les liquides.

Remarque: La plupart des moteurs ont un indice de protection IP 55, correspondant à des machines étanches.

### B-Degré IK

L'indice « IK » est le nouvel indice de protection contre les impacts mécaniques. Il comporte deux chiffres.

Remarques: cette indice remplace le troisième chiffre de l'indice IP.

Degré IK	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Énergie d'impact	0	0,15	0,20	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20

### C-Température et classe d'isolement.

Les normes NFC51-111 et C EI 34-1 donnent, pour chaque classe d'isolement, les températures maximales et les échauffements admissibles.

Classe d'isolation		B	F	H
Échauffement maxi	? ? ° K	80	105	125
Température maxi.	? maxi °C	125	155	180

Tableau. Classe d'isolement



**Définition:** La pompe CR est une pompe centrifuge verticale multicellulaire non auto-amorçante équipée d'un moteur Grundfos normalisé.

Le choix du type de pompe est fonction:

- Du débit et de la pression requis au point d'utilisation.
- Des pertes de charges dans la tuyauterie.

(Il est nécessaire de prendre en compte les pertes de charges dans les longues tuyauteries, les coudes ou vannes etc.)

3. Du rendement au point nominal.

Calcul de la pression d'entrée "H", unité (mCE).

Expression de la hauteur d'aspiration "H":

$$H = P_b \times 10.2 - \text{NPSH} - H_f - H_v - H_s$$

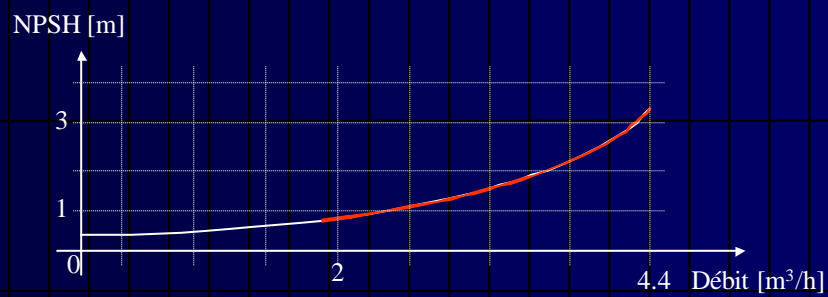
$P_b$ : Pression barométrique en bar. (1 bar en moyenne)

NPSH: Net Positive Suction Head (Hauteur positive nette d'aspiration) en mCE.

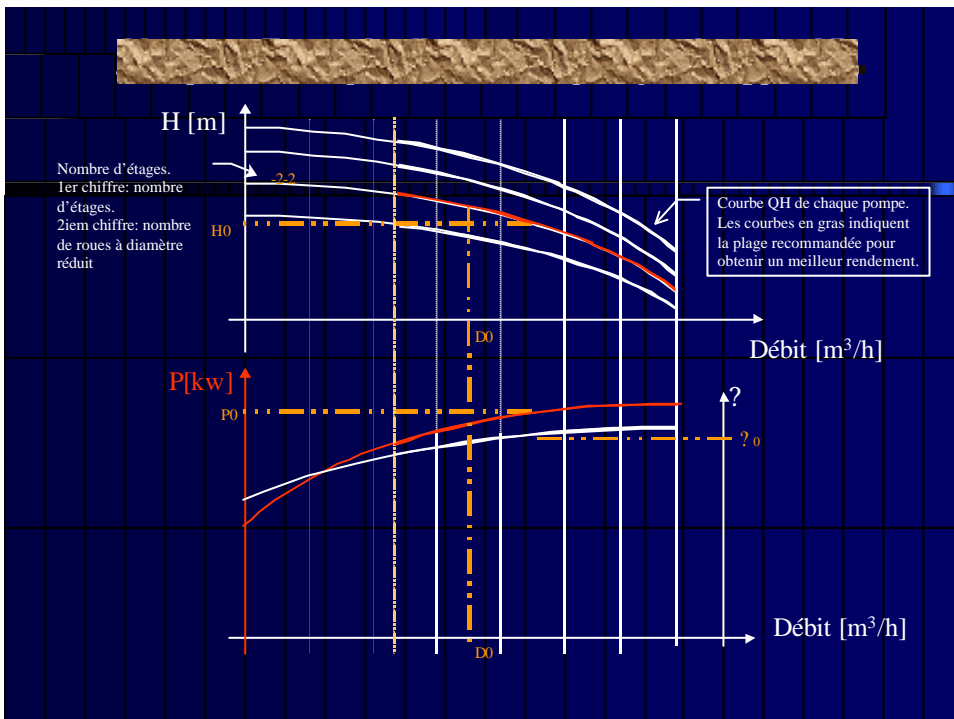
$H_v$ : Tension vapeur en mCE.

$H_s$ : Marge de sécurité (0.5 mCE mini).

Détermination de NPSH en fonction débit.



## Détermination de $H_V$ en fonction de la température.



Il existe quatre gammes de pompe dans la catégorie des pompes multicellulaire verticale. Ces pompes sont conçues selon le liquide pompé.

Type: CR, CRI ? Liquides non corrosifs

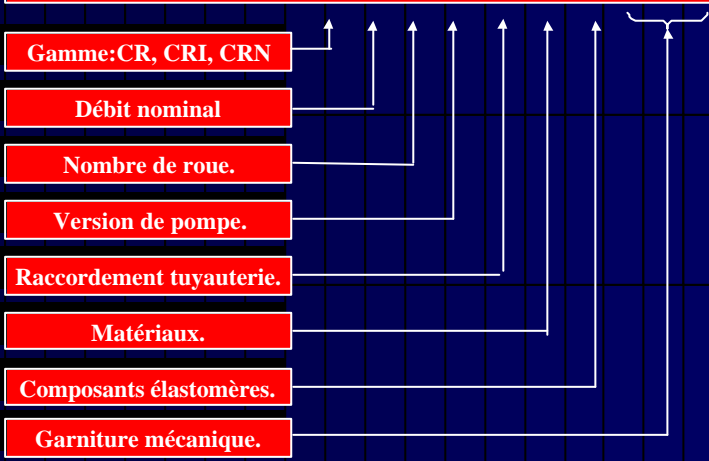
Type: CRN ? Liquides industriels

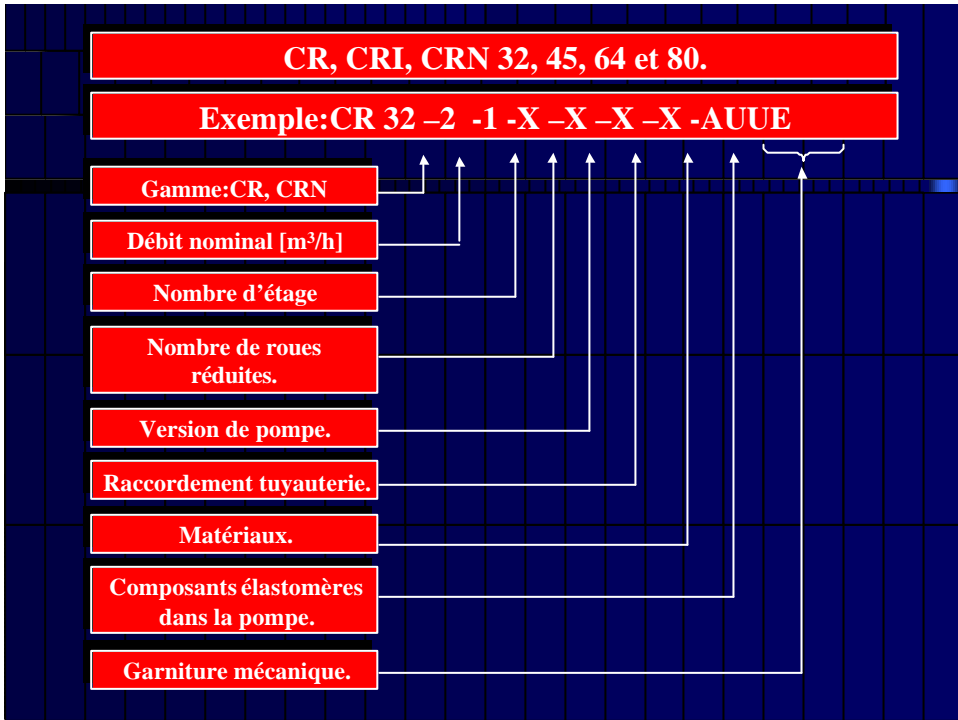
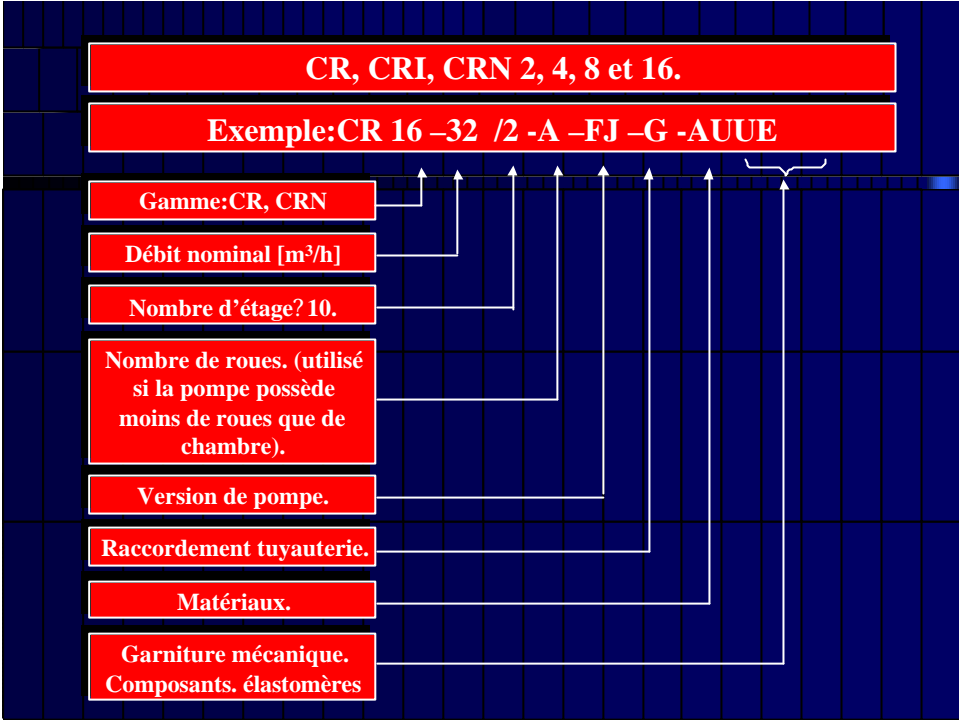
Type: CRT ? Liquides contenant du sel (eau de mer).  
? Hypochlorites.

### Caractéristiques générales (description).

CR, CRI, CRN 1, 3 et 5.

Exemple: CR 3 -10 X -X -X -X -XXXX





### Caractéristiques électriques de la gamme (CRI 3).

Type de moteur.	Tensions		Moteur P2[kW]	Intensité à pleine charge. I <sub>1N</sub> [A]		Facteur de puissance. cos <sup>2</sup> φ <sub>1N</sub>	Rendement moteur η [%]	I <sub>d</sub> /I <sub>1N</sub>
	Mono	tri		1x220/240v	3x400v			
CRI 3-2	x	x	0.37	2.95/2.70	0.96	0.84-0.76	77.5-77.5	4.8-5.2
CRI 3-3	x	x	0.37	2.95/2.70	0.96	0.84-0.76	77.5-77.5	4.8-5.2
CRI 3-4	x	x	0.37	2.95/2.70	0.96	0.84-0.76	77.5-77.5	4.8-5.2
CRI 3-5	x	x	0.37	2.95/2.70	0.96	0.84-0.76	77.5-77.5	4.8-5.2
CRI 3-6	x	x	0.55	4.00/3.65	1.44	0.84-0.76	79.0-79.0	4.8-5.2
CRI 3-7	x	x	0.55	4.00/3.65	1.44	0.84-0.76	79.0-79.0	4.8-5.2
CRI 3-8	x	x	0.75	5.10/4.75	1.86	0.84-0.78	80.0-80.0	5.0-5.5
CRI 3-9	x	x	0.75	5.10/4.75	1.86	0.84-0.78	80.0-80.0	5.0-5.5
CRI 3-10	x	x	0.75	5.10/4.75	1.86	0.84-0.78	80.0-80.0	5.0-5.5
CRI 3-11	x	x	1.1	7.50/6.75	2.65	0.87-0.79	081.0-81.1	5.2-5.7
CRI 3-12	x	x	1.1	7.50/6.75	2.65	0.87-0.79	81.0-81.0	5.2-5.7
CRI 3-13	x	x	1.1	7.50/6.75	2.65	0.87-0.79	81.0-81.0	5.2-5.7
CRI 3-15	x	x	1.1	7.50/6.75	2.65	0.87-0.79	81.0-81.0	5.2-5.7
CRI 3-17	x	x	1.5	9.55/8.80	3.40	0.85-0.79	82.0-82.0	6.3-6.9
CRI 3-19	x	x	1.5	9.55/8.80	3.40	0.85-0.79	82.0-82.0	6.3-6.9
CRI 3-21		x	2.2		4.70	0.87-0.82	84.0-84.0	7.0-7.6

### Caractéristiques électriques du moteur.

Constructeur	Jusqu'à 4kw: <b>V 18</b> À partir de 5.5kw: <b>V 1</b>
Classe d'isolation	F
Classe de rendement	EFF2 EFF1-sur demande.
Indice de protection.	IP 55 (IP 44 et IP 54 sur demande).
Tensions standards (50hz).	3? 200-220/346-380v, -10%+10%. 3? 220-240/380-415v. 3? 280-415? v. 1? 220-230/240v.



**TRAVAUX DIRIGES:**  
**Choix de la motopompe.**

**A-Objectif du TD:** Choisir une motopompe à partir d'un cahier des charges et à l'aide de documentation technique.

**Système étudié:** La station de pompage.

**Données:**

•Catalogue Grundfos.

•Documents réponses.

•Extrait de la documentation technique de la station de pompage.

**B-Cahier des charges.**

Nombre de coudes: 8

Nombre de clapet: 2

Nombre de crépine: 0

Débit maxi:  $D = 3\text{m}^3/\text{h}$

Volume des bassins:  $V = 300\text{ m}^3$

Perte de charge dans la tuyauterie: 1mCE

**C-Questions- Choix d'une motopompe.**

**1. A partir de la documentation déterminer la hauteur positive d'aspiration :**

**Réponse:  $NPSH = 1.5mCE$**

**2. A partir de la documentation déterminer la hauteur de la tension vapeur  $H_v$  pour une température maximale de  $30^\circ C$ .**

**Réponse:  $H_v = 0.7mCE$**

**3. Sachant que les pertes en charge sont estimé à  $1mCE$**

**Calculer la hauteur manométrique  $H$ :**

**Réponse:  $H = 10.2 - 1.5 - 1 - 0.7 - 0.5 = 6.5mCE$**

**4. Quelle est la gamme de la pompe?**

**Réponse: CRI ( liquide non corrosif).**

5. Déterminer la référence de la pompe à l'aide du catalogue Grundfos:

Réponse: CRI 3-6

6. Compléter le tableau suivant:

Type de pompe:	Réponse: CRI.
Tension:[V]	Réponse: 3? 400v
Courant:[A]	Réponse: In = 1.44A
Puissance:[kW]	Réponse: P = 0.55kW
Facteur de qualité:	Réponse: cos? =0.84-0.74
Rendement:	Réponse: ? = 0.79.



# FICHE DE SYNTHÈSE

# Fiche de synthèse: Choix d'une motopompe.

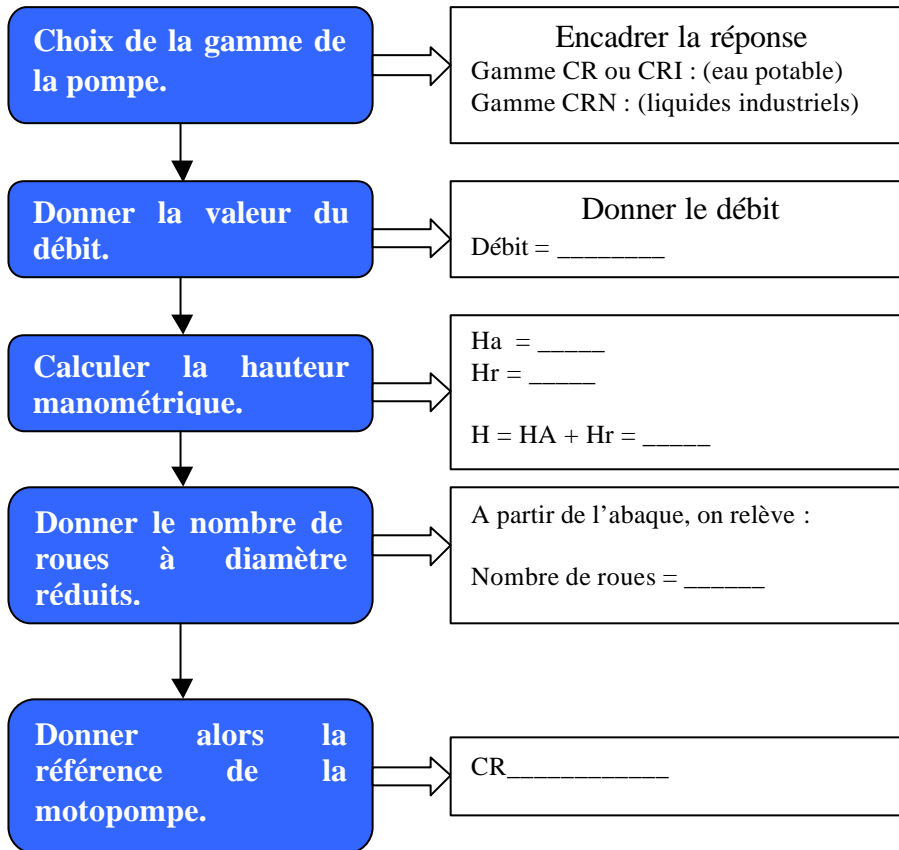
**TP étudié:** TP 14 Etude de la station de pompage.

**Cours de technologie:** Pompe centrifuge verticale multicellulaire.

**Système étudié:** La station de pompage.

**Classe:** Terminale STI GE.

## Procédure de détermination



## Données:

<b>Expression de la hauteur</b>
$H = H_a + H_r$ (mCE)
$H_a = 10.2 - NPSH - HF - H_v - 0.5$ (mCE)

<b>Pertes en charges.</b>
$? P_{lin} ? \frac{?}{D} ?? \frac{?}{2} ?? ? w^2 ? ? l$

Caractéristiques électriques de la gamme (CRI 3).								
Type de moteur.	Tensions		Moteur P2[kW]	Intensité à pleine charge. I <sub>ln</sub> [A]		Facteur de puissance. cos φ <sub>ln</sub>	Rendement moteur η [%]	Id/I <sub>ln</sub>
	Mono	Tri		1x220/240v	3x400v			
CRI 3-2	x	x	0.37	2.95/2.70	0.96	0.84-0.76	77.5-77.5	4.8-5.2
CRI 3-3	x	x	0.37	2.95/2.70	0.96	0.84-0.76	77.5-77.5	4.8-5.2
CRI 3-4	x	x	0.37	2.95/2.70	0.96	0.84-0.76	77.5-77.5	4.8-5.2
CRI 3-5	x	x	0.37	2.95/2.70	0.96	0.84-0.76	77.5-77.5	4.8-5.2
CRI 3-6	x	x	0.55	4.00/3.65	1.44	0.84-0.76	79.0-79.0	4.8-5.2
CRI 3-7	x	x	0.55	4.00/3.65	1.44	0.84-0.76	79.0-79.0	4.8-5.2
CRI 3-8	x	x	0.75	5.10/4.75	1.86	0.84-0.78	80.0-80.0	5.0-5.5
CRI 3-9	x	x	0.75	5.10/4.75	1.86	0.84-0.78	80.0-80.0	5.0-5.5
CRI 3-10	x	x	0.75	5.10/4.75	1.86	0.84-0.78	80.0-80.0	5.0-5.5
CRI 3-11	x	x	1.1	7.50/6.75	2.65	0.87-0.79	081.0-81.1	5.2-5.7
CRI 3-12	x	x	1.1	7.50/6.75	2.65	0.87-0.79	81.0-81.0	5.2-5.7
CRI 3-13	x	x	1.1	7.50/6.75	2.65	0.87-0.79	81.0-81.0	5.2-5.7
CRI 3-15	x	x	1.1	7.50/6.75	2.65	0.87-0.79	81.0-81.0	5.2-5.7
CRI 3-17	x	x	1.5	9.55/8.80	3.40	0.85-0.79	82.0-82.0	6.3-6.9
CRI 3-19	x	x	1.5	9.55/8.80	3.40	0.85-0.79	82.0-82.0	6.3-6.9
CRI 3-21	x	x	2.2		4.70	0.87-0.82	84.0-84.0	7.0-7.6

# Référence bibliographique

✍️ Espaces technologies collections dirigées par A Bianciotto et P. Boye.  
Titre « L'Electrotechnique et ses systèmes » Tome1 STI Génie électrique classe de première.

✍️ Catalogue Grundfos Eau froide Edition 2001