

## EPREUVE PRATIQUE



### **Ce dossier contient les documents suivants :**

- Présentation générale : ..... page 2
- Cahier des charges : ..... page 2
- Travail demandé : ..... pages 3 à 10
- Document réponse : ..... page 11

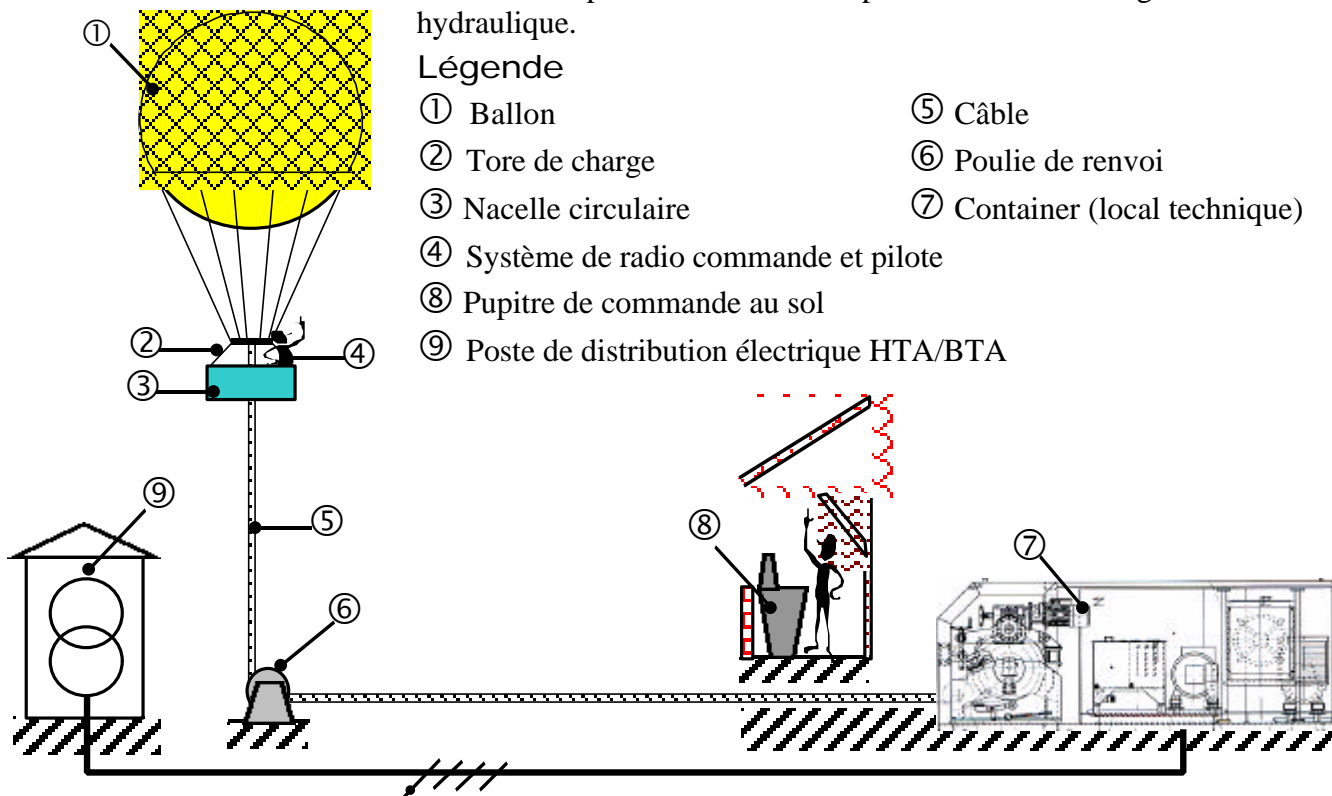
## PRESENTATION GENERALE

Le ballon captif de la société « AEROPHILE » est un ballon à gaz rempli d'hélium. Il permet d'emmener 32 passagers sans bruit, ni secousse à 150 mètres d'altitude.

Le ballon captif est relié au sol par un câble animé grâce à un treuil hydraulique.

### Légende

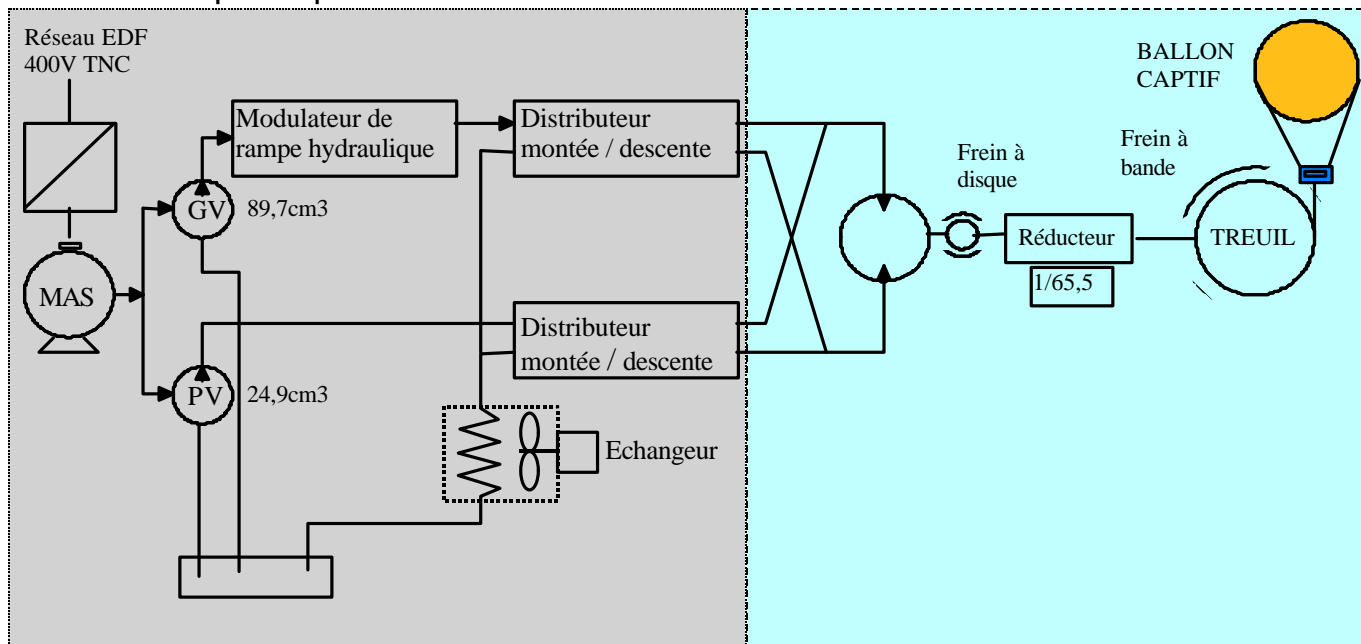
- ① Ballon
- ② Tore de charge
- ③ Nacelle circulaire
- ④ Système de radio commande et pilote
- ⑤ Câble
- ⑥ Poulie de renvoi
- ⑦ Container (local technique)
- ⑧ Pupitre de commande au sol
- ⑨ Poste de distribution électrique HTA/BTA



## CAHIER DES CHARGES

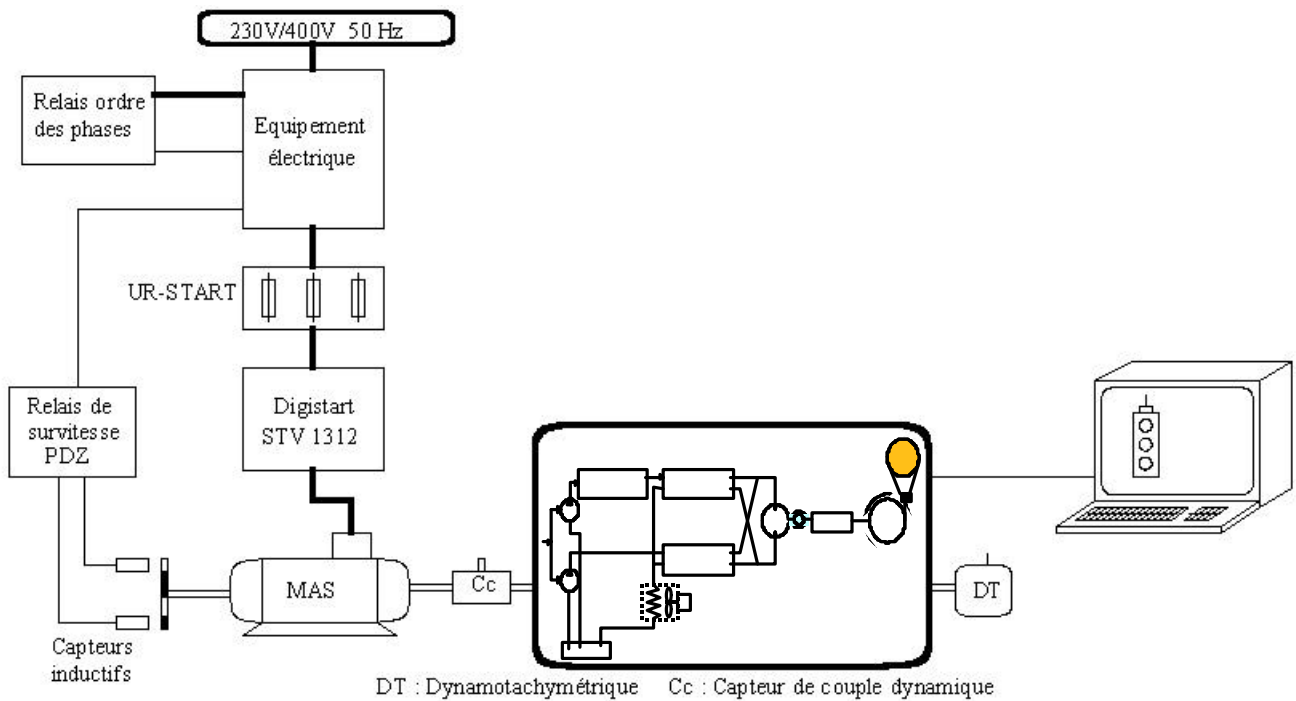
Le moteur hydraulique du treuil est actionné par deux pompes jumelées (petite et grande vitesse), accouplées à un moteur asynchrone à cage de 45kW (voir schéma de principe). Les deux pompes hydrauliques imposent un sens de rotation du moteur asynchrone : le sens horaire.

### Schéma de principe



Présentation du banc de simulation du ballon captif :

Le système « Ballon captif » est représenté par une platine démarreur progressif pour moteur asynchrone et un banc moteur (voir structure matérielle ci-dessous).



Données générales du système :

- Installation
  - ✓ Le réseau est en 230V/400V triphasé + neutre + PE.
  - ✓ Le schéma de liaison à la terre est de type TT.
  - ✓ Le banc moteur représentant la partie opérative est constituée d'un moteur asynchrone couplé à un moteur à courant continu, un capteur de couple dynamique et une dynamo-tachymétrie.
- Démarreur électronique :
  - ✓ Il est protégé contre les courts-circuits par des fusibles rapides.
  - ✓ Afin de permettre l'exploitation du ballon captif sur des réseaux de puissance réduite, la limite en courant est fixée à 7A.
  - ✓ Un relais de sortie indique si le démarreur est en défaut (tous les défauts sont pris en compte).
  - ✓ La durée du démarrage doit être comprise entre 2 et 3 secondes.

TRAVAIL DEMANDE

Durant toute l'épreuve pratique, vous êtes habilité BR, vous veillerez donc à respecter les règles de sécurité.

Q1 : Mise en service du banc de simulation

Q1.1 Relever sur le banc moteur les caractéristiques du moteur asynchrone.

Couplage	Y	$\Delta$	Puissance nominale	
Tension nominale			Fréquence	
Courant nominal			Vitesse nominale	
Cos $\varphi$			IP	

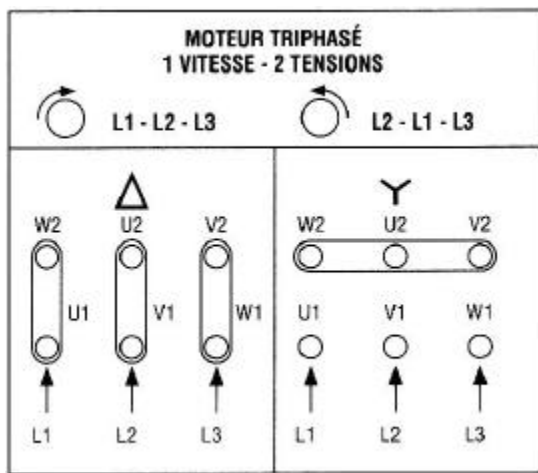
Q1.2 Le groupe hydraulique impose un sens de rotation du moteur asynchrone, celui-ci étant dans un container pouvant être disposé sur n'importe quel cite :

- ✓ Identifier l'ordre des phases sur le répartiteur modulaire installé sur la platine.
- ✓ Repérer, sur le schéma électrique du banc d'essai (doc. réponse page P11), l'ordre des phases.
- ✓ Donner deux solutions techniques, à partir des documents techniques mis à votre disposition, pour réaliser une sécurité « défaut ordre des phases ».

Solution 1

Solution 2

- ✓ Appeler l'examineur afin de valider les solutions.
- ✓ Compléter le schéma électrique du banc de simulation (document réponse) à partir de la solution retenue par l'examineur.



- ✓ Préciser, sur le schéma électrique (document réponse page P11), le couplage du moteur.

**Q1.3** Procéder à la consignation du banc de simulation pour réaliser le câblage proposé aux questions précédentes.

2000 GET

Q1.4 Réaliser le câblage :

- ✓ Répartiteur modulaire    ⇨    Sectionneur
- ✓ Sectionneur                    ⇨    Relais d'ordre des phases.
- ✓ Couplage des enroulements du moteur asynchrones.

Q1.5 Procéder à la déconsignation du banc de simulation pour réaliser les essais de vérification.

## Q2.1 PARAMETRAGE DU MODULATEUR D'ENERGIE : DIGISTART

Q2.1.1 Proposer un paramétrage du modulateur d'énergie conforme au cahier des charges (pages 2 et 3) et le moteur du banc d'essai. Compléter pour cela les codes manquants dans le tableau ci dessous.

Adresse	Code	Justification
A1		
A2	<b>2</b>	
A3		
A4		
A5	<b>0</b>	
A6	<b>1</b>	
A7	<b>1</b>	
A8	<b>0</b>	
A9	<b>0</b>	
AC	<b>0</b>	
AE	<b>0</b>	
AF	<b>0</b>	
AH	<b>0</b>	
AL	<b>0</b>	
AO	<b>0</b>	
AP	<b>0</b>	
AU	<b>0</b>	

2000 GET

Q2.1.2 Placer, en présence des examinateurs, le banc de simulation sous tension et effectuer le paramétrage complet du modulateur d'énergie.

Q2.1.3 Choisir et installer les appareils de mesures (parmi ceux mis à votre disposition) afin de vérifier la conformité des réglages avec le cahier des charges.

Q2.1.4 Réaliser un essai de vérification, noter les mesures, imprimer les relevés, puis valider la conformité des réglages avec le cahier des charges. Si les résultats ne sont pas conformes, modifier le paramétrage du modulateur d'énergie et effectuer à nouveau un essai de vérification.

--

## Q.2.2 ETUDE DES QUADRANTS DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE ASYNCHRONE

Q2.2.1 Choisir et installer les appareils de mesures (parmi ceux mis à votre disposition) afin de compléter le tableau ci-dessous.

	Arrêt du ballon	Montée du ballon en vitesse lente	Montée du ballon en vitesse rapide	Descente du ballon en vitesse rapide	Descente du ballon en vitesse lente
Couple (Nm)					
Vitesse ( $\text{tr.mn}^{-1}$ )					

Q2.2.2 Effectuer les mesures pour les cinq phases suivantes :

- Arrêt du ballon.
- Montée du ballon en vitesse lente.
- Montée du ballon en vitesse rapide.
- Descente du ballon en vitesse rapide.
- Descente du ballon en vitesse lente.

**IMPORTANT** : Le ballon peut accueillir 31 voyageurs + 1 pilote. Effectuer les mesures pour les contraintes maximales sur le câble.

Q2.2.3 Déterminer les quadrants de fonctionnement de la machine asynchrone pour les cinq phases de la question précédente.

--

Q2.2.4 Dans quelle(s) phase(s) de fonctionnement du ballon y a-t-il réversibilité de la machine asynchrone ? Justifier !

--

2000 GET

Q2.2.5 Quels sont les éléments du schéma de principe page 2 qui permettent d'assurer l'inversion du sens de rotation du treuil ?

Q2.2.6 Quel est le comportement énergétique du système pour la phase de montée ?

Q2.2.7 Quel est le comportement énergétique du système pour la phase de descente ?

## Q2.3 PARAMETRAGE DE LA PROTECTION SURPUISSANCE

*Le modulateur d'énergie "Digistart" intègre une fonction protection contre les surpuissances. Cette protection permet de détecter tout problème mécanique tel que poulies coincées, blocage du treuil, défaut enroulement du câble... afin de couper l'installation pour éviter tout danger.*

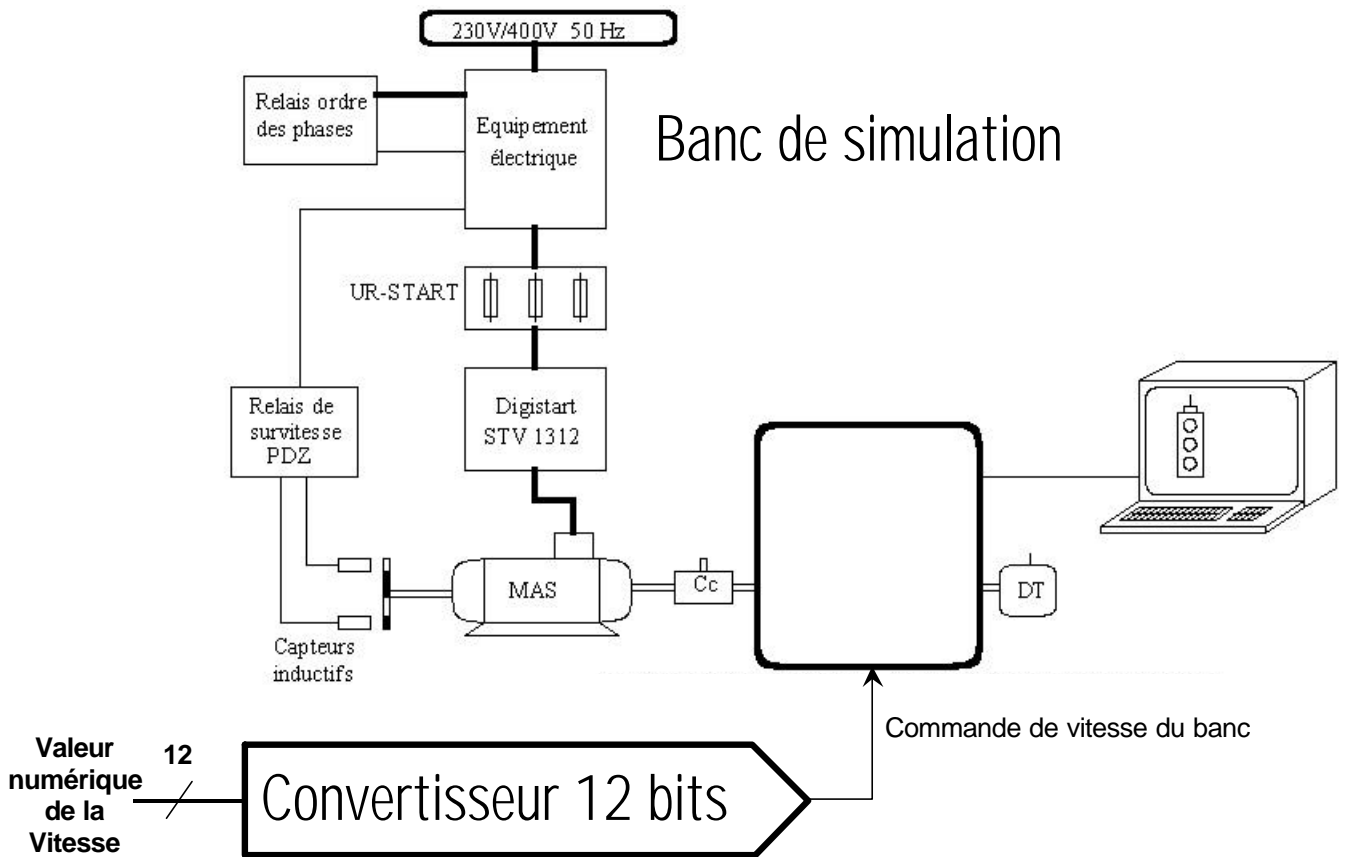
Q2.3.1 Proposer un mode opératoire permettant de paramétrer la protection surpuissance du modulateur d'énergie.

Q2.3.2 Effectuer les réglages de la protection surpuissance en suivant la mode opératoire décrit à la question précédente.

Q2.3.3 Réaliser un essai de vérification en simulant un défaut d'enroulement du câble (défaut surpuissance) à partir du logiciel de conduite.

### Q3 GESTION DE LA SURVITESSE DU TREUIL

Un relais de surveillance de la vitesse du treuil permet de détecter toute survitesse lors des mouvements ascendants et descendants du ballon. Le but de notre étude est de configurer le relais spécialisé et de valider son fonctionnement lors de la survitesse du treuil. La phase de survitesse sera pilotée par un programme.



Vue de principe du banc de simulation

La vitesse de rotation du banc de simulation du ballon est commandée par un convertisseur numérique analogique (CNA).

### Travail demandé

Q3.1 Déterminer les valeurs de programmation nécessaires des mots **Coefficient**  $F=[F_4F_3F_2F_1]$  et **Fréquence**  $D=[D_4D_3D_2D_1]$  du relais de surveillance de la vitesse **PDZ** lors d'une survitesse du treuil. On précise que la vitesse du banc de simulation du ballon doit toujours est inférieure à  $1495 \text{ tr.min}^{-1}$  et que les capteurs inductifs sont placés devant un disque à 5 encoches. La documentation technique précise la méthode de configuration du relais **PDZ**. Représenter les straps nécessaires sur le schéma électrique.

F4	F3	F2	F1

Mot Coefficient

D4	D3	D2	D1

Mot Fréquence

2000 GET

Q3.2 Réaliser la configuration du relais PDZ en respectant les procédures de consignation et déconsignation de l'armoire.

### On veut générer un profil de vitesse pour valider le fonctionnement du relais PDZ

Q3.3 Donner la résolution en  $\text{tour.min}^{-1}$  de la commande de vitesse du banc de simulation. On précise que la résolution d'un CNA est égale à l'amplitude d'un bit de poids faible (LSB) et que la valeur de sortie pleine échelle correspond à  $1500 \text{ tour.min}^{-1}$

**Valeur numérique pour  $1500 \text{tr.min}^{-1}$  :**

**Résolution :**

Q3.4 Coder la génération du profil de vitesse du banc de simulation en langage Pascal à partir de la représentation littérale structurée suivante :

**Début procédure profil**

vitesse =  $1400 \text{ tr.min}^{-1}$

Commander vitesse

Répéter

Vitesse = vitesse + pas

Commander vitesse

Afficher à l'écran la valeur de la vitesse dans une case d'édition

Attendre 0.1seconde

Jusqu'à vitesse  $\geq 1495 \text{ tr.min}^{-1}$

Répéter

Vitesse = vitesse - pas

Commander vitesse

Afficher à l'écran la valeur de la vitesse dans une case d'édition

Attendre 0.1seconde

Jusqu'à vitesse  $\leq 1300 \text{ tr.min}^{-1}$

**Fin procédure profil**

Rmq : Le pas d'évolution de la vitesse est fixé à 2 LSB

L'annexe Q1.4 donne un jeu réduit d'instructions et décrit quelques exemples de procédure en représentation littérale structurée avec le codage en langage Pascal.

Q3.5 Valider le fonctionnement du PDZ.

Q3.6 Installer les appareils de mesure pertinents de manière à visualiser pendant l'exécution de la procédure "**Profil**" les courbes  $n(t)$  et  $\text{Speed}(t)$ .

Réaliser un essai de façon à valider le fonctionnement du relais **PDZ**.

Q3.7 Tracer à partir des mesures précédentes la courbe de transfert  $\text{Speed}(n)$ .

## Annexe Q1.4

## JEU REDUIT D'INSTRUCTIONS

**Représentation littérale structurée** → **Langage PASCAL**Commander vitesse → Cmd\_vitesse(*valeur CNA associée*);Afficher une valeur dans une case d'édition → Edit1.text:=inttostr(*valeur à afficher*);

Attendre 0.5seconde → Attendre;

**Répéter**

Action

**Jusqu'à** condition remplieRepeat  
    *Action*;  
Until *condition*;**Si** condition remplie **Alors**

action1

**Sinon**

action2

If condition Then  
    begin  
        action1;  
    end  
Else  
    Begin  
        action2;  
    end;

## Exemple de Procédure

Déclaration procédure *exemple1*Définition variable *vitesse* (entier)

Début procédure exemple1

Vitesse=2000

Commander vitesse = vitesse

Fin procédure exemple1

procedure TForm5.exemple1(Sender: Tobjet);  
var vitesse:integer;  
begin  
    vitesse:=2000;  
    cmd\_vitesse(vitesse);  
end;Déclaration procédure *exemple2*Définition variable *valeur* (entier)

Début procédure exemple2

Valeur=0

Répéter

Afficher valeur dans une case d'édition

Valeur=valeur+1

Jusqu'à valeur=101

Fin procédure exemple2

procedure TForm5.exemple2(Sender: Tobjet);  
var valeur:integer;  
begin  
    valeur:=0;  
    repeat  
        Edit1.text:=inttostr(*valeur*);  
        Valeur:=valeur+1;  
    until valeur=101;  
end;