⚡ Variateur de vitesse — ALTIVAR 18

BTS Électrotechnique — 1ère année | Travaux Pratiques — Séance 1 / 3

SÉANCE 1

Groupe : _____

Binôme : _____

Date : _____

⚠️ **Spécificité ATV18 :** L'Altivar 18 est un variateur **triphasé ou monophasé** (selon calibre) avec une interface de commande **uniquement par bornier** — il n'y a pas de boutons RUN/STOP ni de potentiomètre intégré en face avant. La commande se fait obligatoirement par les entrées logiques LI1 à LI4.

🎯 Objectifs de la séance

À l'issue de cette séance, vous serez capables de :

- Rappeler le principe du moteur asynchrone et lire une plaque signalétique
- Identifier les bornes puissance et contrôle de l'ATV18 et les vérifier sur le matériel réel
- Choisir et justifier les protections électriques côté réseau et côté moteur
- Expliquer pourquoi le sens des phases réseau n'influence pas le sens de rotation
- Identifier les différents modes de commande disponibles sur l'ATV18
- Réaliser le schéma XRelais en commande par entrées logiques (2 sens de marche)
- Commencer le câblage réel de la partie puissance

📋 Sommaire

1	Rappels — Moteur asynchrone triphasé	Principe, plaque signalétique, couplage, vérification bornier
2	Présentation de l'ATV18	Structure interne, bornes, afficheur, configuration usine
3	Modes de commande	Découverte des différents modes disponibles
4	Protections électriques	Réseau, moteur, cos φ, sens des phases
5	Activité XRelais	Schéma puissance + commande 2 sens de marche
6	Câblage réel	Partie puissance — par binôme en rotation
★	Activité de repli	Exploration des paramètres + cohérence plaque/variateur

📖 PARTIE 1 — Rappels : Le moteur asynchrone triphasé

1.1 Principe de fonctionnement

Le moteur asynchrone triphasé fonctionne par **induction électromagnétique** :

- Le **stator** (partie fixe), alimenté en triphasé, crée un **champ magnétique tournant** à la vitesse de synchronisme *Ns*.
- Le **rotor** (partie mobile) tourne à une vitesse *Nr* légèrement inférieure à *Ns* : c'est le **glissement**.

Grandeur	Formule	Exemple (4 pôles, 50 Hz)
Vitesse de synchronisme	$Ns = 60 \times f / p$ (p = nb paires de pôles)	Ns = 60 × 50 / 2 = **1500 tr/min**
Glissement	$g = (Ns - Nr) / Ns$	g ≈ 3 à 5 % en charge nominale
Vitesse nominale	$Nr = Ns \times (1 - g)$	Nr ≈ 1450 tr/min (lue sur plaque)

❓ **Q1.1 —** Un moteur 4 pôles est alimenté à 50 Hz. Calculez sa vitesse de synchronisme. Sa plaque indique 1440 tr/min. Calculez son glissement nominal.

✅ **Corrigé Q1.1 —** p = 2 paires de pôles → Ns = 60 × 50 / 2 = **1500 tr/min**. Glissement : g = (1500 − 1440) / 1500 = **4 %**.

1.2 La plaque signalétique

❓ **Q1.2 —** Relevez les données de la plaque signalétique du moteur de votre poste :

Pn (kW)	Un (V) — △/Y	In (A)	fn (Hz)	cos φ	Nn (tr/min)

Calculez le glissement nominal de ce moteur :

✅ **Corrigé Q1.2 —** Calcul glissement : g = (Ns − Nn) / Ns. Exemple 1450 tr/min, 4 pôles, 50 Hz : g = (1500 − 1450)/1500 = **3,3 %**. Ce paramètre sera utilisé en S2 (paramètre SLP du menu niveau 2).

1.3 Couplage et vérification du bornier moteur

Un moteur peut être couplé en **étoile (Y)** ou en **triangle (△)** selon la tension réseau :

- Couplage **Y** : tension entre phases divisée par √3 → moteur 230/400 V sur réseau 400 V
- Couplage △ : tension pleine → moteur 230/400 V sur réseau 230 V

⚠️ **Avec un variateur :** Ne jamais mettre de relais thermique entre variateur et moteur. La protection thermique est assurée par le variateur (paramètre ItH).

❓ **Q1.3 —** Ouvrez le bornier du moteur de votre poste.

a) Quel couplage est actuellement réalisé ? (Observez les pontets de connexion) :

b) Ce couplage est-il correct pour votre réseau (230 V ou 400 V) ? Justifiez :

c) Dessinez dans le cadre ci-dessous le schéma du couplage observé (U1/V1/W1/U2/V2/W2) :

d) Si le couplage est incorrect, réalisez le bon couplage et faites-le vérifier par le professeur. ✓ ___

✅ **Corrigé Q1.3 —** ATV18 disponible en version monophasée (200-240V) ou triphasée (200-230V ou 380-460V). Pour un ATV18 triphasé 400V avec moteur 230/400V : couplage **Y** (U2-V2-W2 reliés). Pour un ATV18 monophasé 230V avec moteur 230/400V : couplage △. Vérifier la référence du variateur pour connaître la tension réseau.

🔍 PARTIE 2 — Présentation de l'Altivar 18

2.1 Structure interne d'un variateur de vitesse

Étage	Rôle	Composants
Redresseur	Convertit le courant alternatif réseau en courant continu	Pont de diodes
Bus continu	Filtre et stocke l'énergie	Condensateurs de filtrage
Onduleur	Reconstruit un courant alternatif à fréquence et tension variables	Transistors IGBT (MLI)

❓ **Q2.1 —** En vous appuyant sur la structure interne, expliquez pourquoi le sens des phases réseau (L1/L2/L3) n'a **aucune influence** sur le sens de rotation du moteur :

✅ **Corrigé Q2.1 —** Le redresseur convertit le courant alternatif en courant continu (bus DC). L'onduleur reconstruit ensuite une tension triphasée à partir de ce bus continu. Le sens de rotation dépend uniquement de l'ordre des phases **reconstituées** par l'onduleur — pas des phases réseau en entrée.

2.2 Caractéristiques de l'ATV18

Caractéristique	Valeur
Alimentation réseau	Monophasée 200-240V OU Triphasée 200-230V / 380-460V (selon calibre)
Puissances disponibles	0,37 kW à 15 kW
Afficheur	4 digits 7 segments + LED rouge (bus continu sous tension)
Commande locale intégrée	**Aucune** — pas de boutons RUN/STOP ni potentiomètre en face avant
Entrées logiques	LI1 (sens direct), LI2 (sens inverse), LI3, LI4 — alimentation interne +24V
Entrée analogique principale	AI1 — 0-10V (consigne vitesse)
Entrée analogique secondaire	AI2 (0-10V) ou AIC (0-20mA / 4-20mA) — sommatrice ou retour PI
Relais de sécurité	Contact SA/SC/SB — enclenché pour variateur sous tension sans défaut
Sortie logique	LO — consigne vitesse atteinte (configurable)
Configuration usine	LI1=sens direct, LI2=sens inverse, LI3/LI4=4 vitesses présélectionnées

2.3 Identification des bornes — À compléter sur le matériel réel

Localisez physiquement chaque borne sur le variateur et cochez la colonne "Trouvée ✓" :

Borne(s)	Fonction	Trouvée ✓
L1, L2 (L3)	Alimentation réseau (mono ou triphasée selon calibre)	
U, V, W	Sortie vers le moteur (triphasée reconstituée)	
PA, PB	Sortie vers résistance de freinage (ne pas court-circuiter !)	
SA, SC, SB	Contact relais de sécurité (enclenché si sous tension sans défaut)	
+10	Alimentation potentiomètre externe (1 à 10 kΩ) — 10V / 10mA max	
AI1	Entrée analogique consigne vitesse (0-10V)	
AI2 / AIC	Entrée analogique secondaire (sommatrice ou retour PI)	
COM	Commun pour entrées logiques et analogiques	
LI1 à LI4	Entrées logiques programmables (actives à +24V)	
+24	Alimentation interne entrées logiques (100 mA max)	

LO+, LO	Sortie logique (consigne atteinte par défaut)	

❓ **Q2.2 —** Pour câbler un potentiomètre externe (10 kΩ) comme consigne de vitesse, sur quelles bornes le connectez-vous ? (curseur, extrémité haute, extrémité basse) :

Quelle différence avec l'ATV11 pour l'alimentation du potentiomètre ?

✅ **Corrigé Q2.2 —** Curseur → **AI1** | Extrémité haute → **+10** | Extrémité basse → **COM**. Différence avec ATV11 : l'ATV18 fournit **+10V** (au lieu de +5V sur l'ATV11) pour le potentiomètre. Le potentiomètre doit être de 1 à 10 kΩ (au lieu de 2,2 à 10 kΩ sur l'ATV11).

🎛️ PARTIE 3 — Modes de commande de l'ATV18

3.1 Particularité de l'ATV18

⚠️ **Différence majeure avec l'ATV11 :** L'ATV18 ne dispose pas de commande locale (LOC) par boutons en face avant. La commande se fait **obligatoirement par les entrées logiques LI1 à LI4**. Il n'y a pas de paramètre tCC sur l'ATV18.

❓ **Q3.1 —** En vous aidant du guide d'exploitation (schéma de raccordement et tableau des bornes), complétez le tableau des modes de commande de l'ATV18 :

Entrée	Fonction en configuration usine	Niveau actif
LI1		
LI2		
LI3		
LI4		

✅ **Corrigé Q3.1 —**

Entrée	Fonction usine	Niveau actif
LI1	Sens de rotation direct (marche avant)	État 1 (>11V)
LI2	Sens de rotation inverse (marche arrière)	État 1 (>11V)
LI3	Vitesses présélectionnées (PS2)	État 1 (>11V)
LI4	Vitesses présélectionnées (PS4)	État 1 (>11V)

❓ **Q3.2 —** Comparez le mode de commande de l'ATV18 avec celui de l'ATV11 (commande LOC). Quels sont les avantages et inconvénients de chaque approche ?

Variateur	Mode de commande	Avantages	Inconvénients
ATV11 (LOC)	Face avant		
ATV18	Bornier LI		

✅ **Corrigé Q3.2 —** ATV11 LOC : simple pour les tests/réglages, mais pas adapté à une installation industrielle (opérateur doit être devant le variateur). ATV18 par bornier : adapté à l'intégration dans une armoire avec commande déportée (boutons-poussoirs, API), mais nécessite un câblage de commande.

❓ **Q3.3 —** Sur l'ATV18, LI2 est réaffectable (paramètre LI2 au niveau 2). Quelles fonctions peut-on lui affecter à la place du sens inverse ? Citez-en 3 :

✅ **Corrigé Q3.3 —** LI2 peut être réaffectée à : **r-S** (sens inverse), **dC1** (freinage par injection de courant continu), **FSE** (arrêt rapide), **JOG** (marche pas à pas), **PS2** (2 vitesses présélectionnées), **PS4** (4 vitesses présélectionnées). Idem pour LI3 et LI4.

🛡️ PARTIE 4 — Protections électriques

4.1 Protections côté réseau

Élément	Rôle	Type recommandé
Sectionneur porte-fusibles	Isolement visible du circuit	Sectionneur avec fusibles aM
Fusibles	Protection contre les courts-circuits	Type **aM** — calibre selon courant réseau variateur
Inductance de ligne	Réduction des harmoniques réseau	Optionnelle — recommandée si réseau perturbé

❓ **Q4.1 —** L'ATV18 de votre poste est un ATV18U41N4 (2,2 kW, triphasé 400V). D'après le tableau des caractéristiques, quel est le courant de ligne nominal ? Quel calibre de fusible aM choisissez-vous ?
Courant de ligne nominal : _____ A | Calibre fusible aM choisi : _____ A
Justification :

✅ **Corrigé Q4.1 —** D'après le tableau (ATV18U41N4, 2,2 kW, 380-460V) : courant de ligne = **6,8 A**. On choisit un fusible aM de calibre **10 A** (valeur normalisée immédiatement supérieure à 6,8 A).

4.2 Protection du moteur et relais de sécurité

❓ **Q4.2 —** L'ATV18 possède un **relais de sécurité** (SA/SC/SB) différent du relais de défaut de l'ATV11 (RA/RC). Quelle est la différence de comportement entre ces deux types de relais ?

✅ **Corrigé Q4.2 —** ATV11 (relais de défaut RA/RC) : contact **ouvert** en cas de défaut ou hors tension → contact normalement fermé (NF). ATV18 (relais de sécurité SA/SC/SB) : contact **enclenché** (fermé) quand le variateur est sous tension sans défaut → contact normalement ouvert (NO) qui se ferme au démarrage. L'ATV18 permet ainsi de signaler que le variateur est opérationnel (et non seulement qu'il est en défaut).

❓ **Q4.3 —** Faut-il ajouter un relais thermique externe entre l'ATV18 et le moteur ? Justifiez. Quel paramètre assure la protection thermique du moteur ?

✅ **Corrigé Q4.3 — Non** — le variateur intègre une protection thermique électronique. Le paramètre **ItH** (courant thermique moteur, niveau 1) doit être réglé à la valeur nominale du moteur lue sur la plaque signalétique. Un relais thermique en sortie variateur ne fonctionnerait pas correctement (fréquence variable).

❓ **Q4.4 —** Complétez le tableau sur l'effet du variateur sur le cos φ :

Côté	Effet du variateur sur le cos φ	Explication
Côté moteur (sortie)		

Côté réseau (entrée)		

✅ **Corrigé Q4.4 —** Côté moteur : le variateur **améliore** le cos φ (moteur toujours proche de sa charge nominale). Côté réseau : le variateur **dégrade** le cos φ apparent (harmoniques générés par le redresseur). Une inductance de ligne peut être ajoutée pour limiter les harmoniques.

💻 PARTIE 5 — Activité XRelais

5.1 Consigne

Réalisez sur **XRelais** le schéma complet de câblage de l'ATV18 en commande par bornier (configuration usine : 2 sens de marche + potentiomètre). Votre schéma doit comporter :

- **Circuit puissance :** réseau triphasé 400V → sectionneur porte-fusibles (fusibles aM) → ATV18 (bornes L1/L2/L3) → moteur (bornes U/V/W)
- **Circuit de commande :** potentiomètre externe relié aux bornes +10, AI1, COM
- **Commande marche :** bouton-poussoir sur LI1 (sens direct) et LI2 (sens inverse), alimentés par +24V interne
- **Relais de sécurité :** contact SA/SC câblé sur un voyant de signalisation
- **Repérage des conducteurs** et des bornes

❓ **Q5.1 —** En configuration usine, que se passe-t-il si LI1 et LI2 sont activées simultanément ?

✅ **Corrigé Q5.1 —** Si LI1 (sens direct) et LI2 (sens inverse) sont activées simultanément, le variateur **s'arrête** (priorité à l'arrêt). Il ne peut pas tourner dans les deux sens en même temps. Dans un schéma industriel, on ajoute un verrouillage électrique (contacts NF croisés) pour éviter cette situation.

[Coller ici une capture d'écran de votre schéma XRelais validé]

🔧 PARTIE 6 — Câblage réel (partie puissance)

⚠️ **SÉCURITÉ OBLIGATOIRE avant tout câblage :** Sectionneur ouvert et cadenassé — Vérification absence de tension (VAT) — Ne jamais brancher/débrancher les bornes U/V/W sous tension — Attendre 1 minute après mise hors tension (décharge condensateurs — LED rouge éteinte) — Faire vérifier par le professeur avant mise sous tension.

6.1 Procédure

1. Fixer le variateur sur la platine métallique (équipotentialité des masses)

2. Câbler l'alimentation réseau triphasée sur les bornes **L1 / L2 / L3** (via sectionneur + fusibles aM)
3. Câbler le moteur sur les bornes **U / V / W**
4. Vérifier le couplage du moteur (Y pour réseau 400V avec moteur 230/400V)
5. Vérifier le serrage de toutes les bornes (couple selon calibre)
6. Faire vérifier par le professeur ✓ ___

❓ **Q6.1 —** Vous inversez deux fils à la sortie du variateur (U et V vers le moteur). Que se passe-t-il ? Comment inverser le sens de rotation sans toucher au câblage puissance ?

✅ **Corrigé Q6.1 —** Inverser U et V en sortie → le moteur tourne dans le **sens inverse**. Pour inverser sans toucher au câblage puissance : activer l'entrée **LI2** (sens inverse) au lieu de LI1 — c'est l'avantage de la commande par entrées logiques sur l'ATV18.

6.2 Check-list avant mise sous tension

Vérification	OK ✓
Sectionneur ouvert — absence de tension vérifiée	
Fusibles aM en place et de bon calibre	
Câblage L1/L2/L3 correct (réseau triphasé)	
Câblage U/V/W correct (vers moteur)	
Couplage moteur vérifié (Y pour 400V)	
Bornes PA/PB non court-circuitées	
Serrage de toutes les bornes vérifié	
Validation professeur	

🚀 ACTIVITÉ DE REPLI — Binômes ayant terminé en avance

Objectif : Préparer la programmation de S2 en explorant les paramètres de l'ATV18 et en vérifiant la cohérence avec la plaque signalétique du moteur.

Consigne : Mettez le variateur sous tension (sans ordre de marche). Naviguez dans les paramètres **sans modifier aucune valeur**. Relevez les valeurs par défaut et comparez avec la plaque moteur :

Paramètre	Code	Valeur lue variateur	Valeur plaque moteur	À modifier ?
Fréquence réseau	bFr			
Courant thermique moteur	ItH			
Rampe accélération	ACC		—	
Rampe décélération	dEC		—	
Petite vitesse	LSP		—	
Grande vitesse	HSP		—	
Tension nominale moteur	UnS (niv.2)			

❓ **Question repli —** L'ATV18 dispose d'une fonction d'**autoréglage** (paramètre tUn). À quoi sert-elle et dans quelles conditions peut-on l'utiliser ?

✅ **Corrigé repli —** L'autoréglage (tUn = YES) permet au variateur de mesurer automatiquement les paramètres électriques du moteur (résistance statorique, inductance...) pour optimiser le contrôle vectoriel de flux. Il est disponible uniquement pour les lois V/F de type **n** (contrôle vectoriel) et **nLd** (économie d'énergie). Il faut que le moteur soit connecté mais **à l'arrêt** (sans charge si possible). Après autoréglage, l'affichage passe à "donE".

📝 Bilan de séance

Tâche	✓	En cours	Non fait
Questions théoriques moteur (Q1.1 à Q1.3)			
Identification et vérification des bornes ATV18 (Q2.2)			
Modes de commande identifiés (Q3.1 à Q3.3)			
Questions protections (Q4.1 à Q4.4)			
Schéma XRelais réalisé et validé			
Câblage puissance réel commencé			

📌 **À préparer pour S2 :** Finir le câblage puissance si non terminé — Calculer le glissement nominal de votre moteur — Relire les paramètres de niveau 2 (UnS, FrS, SLP).