⚡ Variateur de vitesse — ALTIVAR 11

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

SÉANCE 1

Groupe : _____

Binôme : _____

Date : _____

🎯 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'ATV11 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'ATV11
- Réaliser le schéma XRelais en commande locale par potentiomètre
- Commencer le câblage réel de la partie puissance

📋 Sommaire

1	Rappels — Moteur asynchrone triphasé	Principe, plaque signalétique, couplage, vérification bornier
2	Présentation de l'ATV11	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 potentiomètre
6	Câblage réel	Partie puissance — par binôme en rotation
★	Activité de repli	Exploration des menus + 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 = 60/1500 = **0,04 soit 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 : nSL = FrS × (1 − Nn/Ns). Exemple pour 1450 tr/min, 50 Hz, 4 pôles : nSL = 50 × (1 − 1450/1500) = 50 × 0,033 = **1,67 Hz**. Ce paramètre sera utilisé en S2 (paramètre nSL du menu drC).

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 :** Le moteur est toujours couplé en **triangle (△)** si sa plaque indique 230/400 V et que le réseau est 230 V. Le variateur reconstruit lui-même la tension adaptée. Ne jamais mettre de relais thermique entre variateur et moteur.

❓ **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 ? 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 —** Pour un réseau 230 V monophasé (ATV11) alimentant un moteur 230/400 V : couplage △ obligatoire. En △ : U1-W2, V1-U2, W1-V2 sont reliés ensemble (3 pontets). En Y : U2-V2-W2 reliés ensemble (1 pontet étoile).

🔍 PARTIE 2 — Présentation de l'Altivar 11

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 (L/N) 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, commandé par le variateur — pas des phases réseau en entrée.

2.2 Caractéristiques de l'ATV11

Caractéristique	Valeur
Alimentation réseau	Monophasée 200/240 V — 50/60 Hz → Sortie triphasée reconstituée
Puissances disponibles (gamme Europe)	0,18 kW à 2,2 kW
Afficheur	3 digits 7 segments
Commande locale intégrée	Boutons RUN / STOP + potentiomètre en face avant
Entrées logiques	LI1, LI2, LI3, LI4 — alimentation interne +15 V
Entrée analogique	AI1 — 0-5V / 0-10V / 0-20mA / 4-20mA
Relais de défaut	Contact RA/RC — s'ouvre en cas de défaut ou hors tension
Configuration usine	Commande locale LOC (RUN/STOP + potentiomètre face avant)

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 ✓
L / N	Alimentation réseau monophasée 230 V	
U, V, W	Sortie vers le moteur (triphasée reconstituée)	
PA/+, PC-	Connexion module de freinage (ne pas court-circuiter !)	
RA, RC	Contact relais de défaut (ouvert si défaut ou hors tension)	
0V	Commun des entrées/sorties contrôle	
AI1	Entrée analogique consigne vitesse	
+5V	Alimentation potentiomètre externe (2,2 à 10 kΩ)	
LI1 à LI4	Entrées logiques programmables (actives à +15V)	
+15V	Alimentation interne entrées logiques (100 mA max)	
DO	Sortie analogique/logique configurable	

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

✅ **Corrigé Q2.2 —** Curseur → **AI1** | Extrémité haute → **+5V** | Extrémité basse → **0V**. Le paramètre ACE (menu Alt) doit être réglé sur **SU** (0-5V, alimentation interne). Si on utilise une source externe 0-10V, brancher sur AI1/0V et régler ACE = 10U.

🎛️ PARTIE 3 — Modes de commande de l'ATV11

3.1 Recherche documentaire

L'ATV11 propose plusieurs modes de commande. En vous aidant du guide d'exploitation (menu FUn, paramètre tCC), complétez le tableau suivant :

❓ **Q3.1 —** Complétez le tableau des modes de commande disponibles sur l'ATV11 :

Code	Nom du mode	Principe de fonctionnement	Exemple d'utilisation
LOC			
2C			
3C			

✅ **Corrigé Q3.1 —**

Code	Nom	Principe	Utilisation
LOC	Commande locale	Boutons RUN/STOP + potentiomètre intégrés en face avant du variateur	Mise en service, tests, réglages
2C	Commande 2 fils	L'état (ouvert/fermé) d'un contact sur LI1 commande la marche ou l'arrêt en continu	Commande par API, interrupteur, capteur
3C	Commande 3 fils	Une impulsion sur LI2 (avant) démarre, une impulsion sur LI1 (stop) arrête — comme un bouton poussoir	Commande par boutons-poussoirs industriels

❓ **Q3.2 —** En commande 2 fils, quel est le risque si on utilise le mode LEL (niveau) plutôt que trn (transition) après une coupure de réseau ? Quel mode est réglé en usine ?

✅ **Corrigé Q3.2 —** En mode **LEL** : si l'ordre de marche est maintenu lors du retour réseau, le moteur redémarre **automatiquement** → risque d'accident. En mode **trn** (réglage usine) : un changement d'état (front montant) est nécessaire → le moteur ne redémarre pas seul après une coupure réseau.

❓ **Q3.3 —** Pour la consigne de vitesse, quels sont les deux modes disponibles (paramètre LSr) ? Lequel est actif en configuration usine ?

✅ **Corrigé Q3.3 — LOC** : consigne par le potentiomètre intégré en face avant (réglage usine). **tEr** : consigne par l'entrée analogique AI1 (potentiomètre externe, signal 0-10V, 4-20mA...). La commutation entre LOC et tEr nécessite un appui prolongé (2s) sur ENT.

🛡️ PARTIE 4 — Protections électriques

4.1 Protections côté réseau (en amont du variateur)

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
Contacteur de ligne	Commande à distance	Optionnel — éviter cycles < 5 min

⚠️ **Fusibles aM ou gG ?** Les fusibles **aM** (accompagnement moteur) supportent les pointes de courant transitoires du variateur. Les fusibles **gG** (usage général) peuvent déclencher intempestivement.

❓ **Q4.1 —** L'ATV11 de votre poste est un ATV11HU18M2E (0,75 kW). D'après le tableau des caractéristiques, quel est le courant réseau nominal ? Quel calibre de fusible aM choisissez-vous ?
Courant réseau nominal : _____ A | Calibre fusible aM choisi : _____ A
Justification :

✅ **Corrigé Q4.1 —** D'après le tableau (gamme Europe, 0,75 kW) : courant réseau = **8,6 A**. On choisit un fusible aM de calibre **10 A** (valeur normalisée immédiatement supérieure). Ne pas prendre 16 A car la protection serait trop lâche.

4.2 Protection du moteur

❓ **Q4.2 —** Le variateur intègre une protection thermique moteur via le paramètre **ItH**. Faut-il ajouter un relais thermique externe entre le variateur et le moteur ? Justifiez.

✅ **Corrigé Q4.2 — Non**, il ne faut pas de relais thermique externe. Le variateur intègre une protection thermique électronique (paramètre ItH = courant nominal moteur). De plus, un relais thermique en sortie variateur ne fonctionnerait pas correctement car la fréquence de la tension est variable — il déclencherait de façon aléatoire.

❓ **Q4.3 —** Comparez fusibles aM + sectionneur vs disjoncteur moteur GV en amont du variateur :

Solution	Avantages	Inconvénients
Fusibles aM + sectionneur		
Disjoncteur moteur GV		

✅ **Corrigé Q4.3 —** Fusibles aM : bon pouvoir de coupure, économique, mais remplacement après déclenchement. Disjoncteur GV : réarmable, mais son déclenchement thermique peut être perturbé par les harmoniques du variateur → préférer les fusibles aM ou un disjoncteur de branchement (courbe D) dimensionné sur le courant réseau du variateur.

4.3 Le variateur corrige-t-il le cos φ ?

❓ **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 car le moteur fonctionne toujours proche de sa charge nominale (fréquence adaptée à la charge). Côté réseau : le variateur **dégrade** le cos φ apparent car le redresseur absorbe un courant non sinusoïdal (harmoniques 5, 7, 11...) → cos φ réseau ≈ 0,7 à 0,8. 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'ATV11 en commande locale par potentiomètre (configuration usine). Votre schéma doit comporter :

- **Circuit puissance :** réseau 230V monophasé → sectionneur porte-fusibles (fusibles aM) → ATV11 (bornes L/N) → moteur (bornes U/V/W)
- **Circuit de commande :** potentiomètre externe relié aux bornes +5V, AI1, 0V
- **Relais de défaut :** contact RA/RC câblé sur un voyant de signalisation
- **Repérage des conducteurs** et des bornes

❓ **Q5.1 —** En configuration usine (tCC = LOC), à quoi servent LI1/LI2 et LI3/LI4 ?
LI1, LI2 :

LI3, LI4 :

✅ **Corrigé Q5.1 —** En configuration usine LOC : LI1 et LI2 sont **non affectées**. LI3 et LI4 sont affectées aux **4 vitesses présélectionnées** (LI3=LIA, LI4=LIb) : SP1=consigne, SP2=10Hz, SP3=25Hz, SP4=50Hz.

[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 — Faire vérifier par le professeur avant mise sous tension.

6.1 Procédure

1. Fixer le variateur (dégagement min. 50 mm en haut et en bas pour la ventilation)
2. Câbler l'alimentation réseau monophasée sur les bornes **L / N** (via sectionneur + fusibles aM)
3. Câbler le moteur sur les bornes **U / V / W**
4. Vérifier le couplage du moteur (△ pour réseau 230 V)
5. Vérifier le serrage de toutes les bornes (couple : 0,75 Nm)
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 ?

_____

_____

✅ **Corrigé Q6.1 —** Inverser U et V en sortie → le moteur tourne dans le **sens inverse**. Pour inverser le sens sans toucher au câblage : utiliser le paramètre **rrS** (sens arrière) en affectant une entrée logique, ou en commande LOC, utiliser le paramètre tCC pour activer la commande arrière.

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 L/N correct (réseau monophasé)	
Câblage U/V/W correct (vers moteur)	
Couplage moteur vérifié (△)	
Bornes PA/PC- 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 menus de l'ATV11 et en vérifiant la cohérence avec la plaque signalétique du moteur.

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

Paramètre	Code	Valeur lue variateur	Valeur plaque moteur	À modifier ?
Fréquence nominale	bFr			
Tension nominale moteur	UnS (drC)			
Courant thermique moteur	ItH			
Cosinus φ moteur	COS (drC)			
Courant nominal moteur	nCr (drC)			

Rampe accélération	ACC		—	
Grande vitesse HSP	HSP		—	

❓ **Question repli —** Pourquoi est-il important de régler ItH à la valeur nominale du moteur (et non du variateur) ?

✅ **Corrigé repli —** ItH réglé à la valeur du variateur protège le variateur mais pas forcément le moteur. Si le moteur a un courant nominal inférieur à celui du variateur (ex : moteur 3,6 A, variateur 5,4 A), le moteur peut surchauffer sans que la protection ne déclenche. Il faut toujours régler ItH = In moteur (lu sur la plaque signalétique).

📝 Bilan de séance

Tâche	✓	En cours	Non fait
Questions théoriques moteur (Q1.1 à Q1.3)			
Identification et vérification des bornes ATV11 (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 nSL de votre moteur — Relire les paramètres du menu drC (UnS, FrS, nCr, COS, nSL).