⚡ Variateur de vitesse — ALTIVAR 31

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

SÉANCE 1

Groupe : _____

Binôme : _____

Date : _____

⚠️ **Spécificité ATV31 :** L'Altivar 31 est le variateur le plus évolué de la gamme. Il dispose de **6 entrées logiques**, de **3 entrées analogiques**, d'une communication **Modbus / CANopen**, et d'un niveau d'accès configurable (LAC = L1/L2/L3). La version **ATV31•••A** dispose en plus d'un clavier intégré avec boutons RUN/STOP et potentiomètre.

🎯 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'ATV31 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'ATV31 (bornier, local, Modbus...)
- Réaliser le schéma XRelais en commande 2 fils par bornier
- Commencer le câblage réel de la partie puissance

📋 Sommaire

1	Rappels — Moteur asynchrone triphasé	Principe, plaque signalétique, couplage, vérification bornier
2	Présentation de l'ATV31	Structure interne, bornes, afficheur, configuration usine
3	Modes de commande	Découverte des différents modes disponibles (bornier, local, bus)
4	Protections électriques	Réseau, moteur, cos φ, sens des phases
5	Activité XRelais	Schéma puissance + commande 2 fils par bornier
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 = **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 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 :** 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 (400 V triphasé) ? 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 —** L'ATV31 est un variateur triphasé 200-240V ou 380-460V. Pour un ATV31 400V avec moteur 230/400V : couplage **Y** obligatoire (U2-V2-W2 reliés ensemble). En Y : 1 pontet étoile. En △ : 3 pontets (U1-W2, V1-U2, W1-V2).

🔍 PARTIE 2 — Présentation de l'Altivar 31

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'ATV31

Caractéristique	Valeur
Alimentation réseau	Triphasée 200-240V ou 380-460V — 50/60 Hz
Puissances disponibles	0,18 kW à 15 kW
Afficheur	4 digits 7 segments (version standard) ou clavier complet (version A)
Commande locale intégrée	Version **ATV31•••A** uniquement : boutons RUN/STOP + potentiomètre intégré
Entrées logiques	LI1 à LI6 — alimentation interne +24V
Entrées analogiques	AI1 (0-10V), AI2 (±10V), AI3 (0-20mA / 4-20mA)
Sorties analogiques	AOC (0-20mA / 4-20mA) et AOV (0-10V)
Relais de défaut	Contact R1A/R1B/R1C — configurable
Communication	**Modbus RTU** et **CANopen** intégrés
Niveaux d'accès	LAC = L1 (basique), L2 (standard), L3 (avancé)
Configuration usine	tCC = 2C (commande 2 fils), Fr1 = AI1 (consigne analogique)

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 triphasée	
U, V, W	Sortie vers le moteur (triphasée reconstituée)	
PA/+, PC-	Connexion résistance de freinage (ne pas court-circuiter !)	
R1A, R1B, R1C	Contact relais de défaut configurable	
+10V	Alimentation potentiomètre externe (1 à 10 kΩ)	
AI1	Entrée analogique 1 — consigne vitesse (0-10V)	
AI2	Entrée analogique 2 — ±10V (peut être négative)	
AI3	Entrée analogique 3 — 0-20mA / 4-20mA	
COM	Commun pour entrées/sorties contrôle	

LI1 à LI6	Entrées logiques programmables (actives à +24V)	
+24V	Alimentation interne entrées logiques (200 mA max)	
AOC / AOV	Sorties analogiques (courant / tension)	

❓ **Q2.2 —** L'ATV31 dispose de 3 entrées analogiques (AI1, AI2, AI3). Quelle est la particularité de AI2 par rapport à AI1 et AI3 ? Quel avantage cela procure-t-il ?

✅ **Corrigé Q2.2 —** AI2 est une entrée **±10V** (bipolaire), alors que AI1 est 0-10V et AI3 est 0-20mA. L'avantage : AI2 peut recevoir un signal négatif, ce qui permet de réaliser une **soustraction** par sommation (entrées sommatrices SA2/SA3). Utile pour les régulations PI ou les corrections de consigne.

🎛️ PARTIE 3 — Modes de commande de l'ATV31

3.1 Richesse des modes de commande

L'ATV31 est le variateur le plus riche en modes de commande. En vous aidant du guide d'exploitation (menus I-O et CtL), complétez les tableaux suivants.

❓ **Q3.1 —** Complétez le tableau des modes de commande disponibles sur l'ATV31 (paramètre tCC, menu I-O) :

Code tCC	Nom du mode	Principe	Disponible sur ATV11 ?
2C			
3C			
LOC			

✅ **Corrigé Q3.1 —**

Code	Nom	Principe	ATV11 ?
2C	Commande 2 fils	L'état (ouvert/fermé) du contact sur LI1 commande la marche/arrêt en continu. Réglage usine.	✅ Oui
3C	Commande 3 fils	Impulsion sur LI2 (avant) démarre, impulsion sur LI1 (stop) arrête — comme boutons-poussoirs.	✅ Oui
LOC	Commande locale	Boutons RUN/STOP + potentiomètre intégrés — version ATV31•••A uniquement.	✅ Oui (toujours)

❓ **Q3.2 —** L'ATV31 dispose de modes de commande supplémentaires non disponibles sur l'ATV11 et l'ATV18. En vous aidant du menu CtL (paramètres Cd1, Cd2), complétez le tableau :

Mode	Description	Condition d'accès
tEr		
LCC		
Mdb		
CAn		

✅ **Corrigé Q3.2 —**

Mode	Description	Condition
tEr	Commande par le bornier (entrées logiques LI)	Toujours disponible
LCC	Commande par terminal déporté optionnel	Terminal déporté connecté
Mdb	Commande via bus Modbus RTU	LAC = L3, câble RS485
CAn	Commande via bus CANopen	LAC = L3, câble CAN

❓ **Q3.3 —** Qu'est-ce que le paramètre **LAC** (niveau d'accès) ? Quelles sont les 3 valeurs possibles et que permettent-elles ?

✅ **Corrigé Q3.3 —** LAC (Level ACcess) définit le niveau de fonctionnalités accessibles : **L1** = accès basique (paramètres essentiels seulement, pas de canaux de commande séparés) ; **L2** = accès standard (fonctions avancées : +vite/-vite, commutation de consigne) ; **L3** = accès complet (canaux de commande séparés Cd1/Cd2, Modbus, CANopen, forçage local). En réglage usine : LAC = L1.

❓ **Q3.4 —** Qu'est-ce que la fonction **forçage local** (paramètre FLO) ? Dans quel contexte industriel est-elle utile ?

✅ **Corrigé Q3.4 —** Le forçage local (FLO) permet, via une entrée logique, de **reprendre le contrôle du variateur par le bornier et le terminal**, même si la commande normale est par Modbus ou CANopen. Utile en maintenance : un technicien peut forcer le variateur en local pour des tests, sans modifier la programmation du bus de terrain.

🛡️ 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	Recommandée si réseau perturbé ou alimentation > 7,5 kW

❓ **Q4.1 —** L'ATV31 de votre poste est un ATV31HU22N4 (2,2 kW, triphasé 400V). 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 —** Pour un ATV31 2,2 kW / 400V : courant réseau ≈ **5,5 A**. On choisit un fusible aM de calibre **10 A** (valeur normalisée immédiatement supérieure). Ne pas prendre 6 A car trop proche du courant nominal (risque de déclenchement intempestif sur les transitoires).

4.2 Protection du moteur

❓ **Q4.2 —** Faut-il ajouter un relais thermique externe entre l'ATV31 et le moteur ? Quel paramètre assure la protection thermique du moteur sur l'ATV31 ?

✅ **Corrigé Q4.2 — Non** — le variateur intègre une protection thermique électronique. Le paramètre **ItH** (menu SEt) 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).

❓ **Q4.3 —** L'ATV31 dispose d'un relais R1 configurable (R1A/R1B/R1C). Quelle est la différence avec le relais de défaut de l'ATV11 (RA/RC) ? Quelles informations peut-on affecter à ce relais ?

✅ **Corrigé Q4.3 —** L'ATV11 a un relais de défaut fixe (ouvert si défaut). L'ATV31 a un relais **configurable** : on peut lui affecter différentes informations (défaut, variateur en marche, consigne atteinte, seuil de fréquence, seuil de courant...). Cela permet une signalisation plus riche dans l'armoire de commande.

❓ **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'ATV31 en commande 2 fils par bornier (configuration usine). Votre schéma doit comporter :

- **Circuit puissance :** réseau triphasé 400V → sectionneur porte-fusibles (fusibles aM) → ATV31 (bornes L1/L2/L3) → moteur (bornes U/V/W)
- **Circuit de commande :** potentiomètre externe relié aux bornes +10V, AI1, COM
- **Commande 2 fils :** contact sur LI1 (sens direct) et LI2 (sens inverse), alimentés par +24V interne
- **Relais R1 :** contact R1A/R1C câblé sur un voyant de signalisation
- **Repérage des conducteurs** et des bornes

❓ **Q5.1 —** En commande 2 fils (tCC = 2C), quel est le réglage usine du paramètre tCt ? Quel risque évite-t-il ?

✅ **Corrigé Q5.1 —** Réglage usine : tCt = **trn** (transition). Ce mode exige un changement d'état (front montant) pour démarrer → le moteur ne redémarre pas automatiquement après une coupure réseau si l'ordre de marche est maintenu. Cela évite un redémarrage intempestif dangereux.

❓ **Q5.2 —** En configuration usine (tCC = 2C), à quoi servent LI1 et LI2 ? Et LI3 à LI6 ?

LI1 :

LI2 :

LI3 à LI6 :

✅ **Corrigé Q5.2 —** LI1 : **sens direct** (marche avant). LI2 : **sens inverse** (marche arrière). LI3 : **PS2** (2 vitesses présélectionnées). LI4 : **PS4** (4 vitesses présélectionnées). LI5 et LI6 : **non affectées** en usine (nO).

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

6.1 Procédure

1. Fixer le variateur sur la platine métallique (dégagement min. 50 mm en haut et en bas)
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
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, ou modifier le paramètre **rrS** (marche 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 L1/L2/L3 correct (réseau triphasé)	
Câblage U/V/W correct (vers moteur)	
Couplage moteur vérifié (Y pour 400V)	
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'ATV31 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 / Menu	Valeur lue variateur	Valeur plaque moteur	À modifier ?
Fréquence nominale	bFr			
Tension nominale moteur	UnS (drC)			
Courant thermique moteur	ItH (SEt)			
Courant nominal moteur	nCr (drC)			
Cosinus φ moteur	COS (drC)			
Rampe accélération	ACC (SEt)		—	
Grande vitesse HSP	HSP (SEt)		—	
Niveau d'accès	LAC (drC)		—	

❓ **Question repli —** L'ATV31 dispose d'une fonction d'**autoréglage** (paramètre tUn dans le menu drC). À quoi sert-elle ? Quelle précaution faut-il prendre avant de la lancer ?

✅ **Corrigé repli —** L'autoréglage (tUn = YES) mesure automatiquement les paramètres électriques du moteur (résistance statorique, inductance de fuite...) pour optimiser le contrôle vectoriel. Précautions : le moteur doit être **connecté et à l'arrêt**, découplé de la charge si possible. L'autoréglage injecte un courant dans le moteur sans le faire tourner. 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 ATV31 (Q2.2)			
Modes de commande identifiés (Q3.1 à Q3.4)			
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) — Réfléchir à l'utilité du niveau d'accès LAC = L2 ou L3.