# MELEC Photovoltaïque Enphase #4 : Contrôle du découplage

## I° PARTIE DU CHANTIER : PRÉPARER LES CONTRÔLES

**Durée :** 40'

**Objectif :** Comprendre le rôle de la protection de découplage et préparer les essais.

**Ressources à consulter dans la Dossier technique (Dossier 1)**

- Le coffret AC
- Les caractéristiques du module et du micro-onduleur
- Le relais Q (protection de découplage)

### I. Le rôle de la protection de découplage : C1

**Le rôle de la protection de découplage :** → p.14/20

a) ***Explique*** *pourquoi une installation de production doit se séparer du réseau quand celui-ci est coupé ou perturbé.*

b) ***Indique*** *les conducteurs coupés par le relais Q et l'état de ses contacts au repos.*

c) ***Relève*** *les plages de tension et de fréquence de fonctionnement de l'IQ 7.*

### II. Le mode opératoire des essais : C1

**Le mode opératoire des essais :** → p.14/20

a) ***Classe*** *les contrôles de la séance dans l'ordre : état des voyants, mesures sous tension, comparaison des mesures de production, essai TEST, essai de perte du réseau, vérification du profil.*

b) ***Pour*** *chaque contrôle, indique l'appareil ou l'outil utilisé et les précautions de sécurité.*

c) ***Indique*** *la condition météo nécessaire pour que les essais aient un sens. Justifie.*



**FAIRE VALIDER PAR LE PROFESSEUR**

| Signature professeur |
| --- |
| |

## II° PARTIE DU CHANTIER : CONTRÔLER LE FONCTIONNEMENT NORMAL

**Durée :** 1 h

**Objectif :** Relever l'état et les grandeurs de l'installation en fonctionnement normal.

**Ressources à consulter dans la Dossier technique (Dossier 1)**

- Le relais Q (protection de découplage)
- La passerelle Envoy-S Metered
- Le compteur d'énergie EM145PU
- L'interface locale de l'Envoy-S

### I. Les voyants et l'état du système : C5

**Les voyants et l'état du système :** → p.15/20

a) ***Relève*** *l'état des voyants du relais Q et de l'Envoy-S.*

b) ***Dans*** *Installer Toolkit, relève le nombre de micro-onduleurs détectés, qui communiquent et qui produisent.*



**FAIRE VALIDER PAR LE PROFESSEUR**

| Signature professeur |
| --- |
| |

### II. Les mesures sous tension : C5

**Les mesures sous tension :** → p.15/20

a) ***Équipe-toi*** *et prépare le multimètre en présence du professeur.*

b) ***Mesure*** *la tension et la fréquence aux bornes TO GRID, puis la tension aux bornes FROM PV du relais Q.*

c) ***Mesure*** *avec une pince ampèremétrique le courant dans la phase du circuit de production.*

d) ***Compare*** *chaque valeur aux plages et aux valeurs maximales de la documentation.*

## III. La cohérence des mesures de production : C5

La cohérence des mesures de production : → p.16/20

a) ***Relève*** *au même moment la puissance produite par 4 méthodes : impulsions du compteur EM145PU, pince de l'Envoy-S, production déclarée par les micro-onduleurs, calcul U × I avec tes mesures.*

b) ***Calcule*** *l'écart de chaque méthode par rapport au compteur EM145PU.*

c) ***Conclus*** *sur la cohérence des mesures et propose une explication aux écarts.*



**FAIRE VALIDER PAR LE PROFESSEUR**

| Signature professeur |
| --- |
| |

## III° PARTIE DU CHANTIER : RÉALISER LES ESSAIS DE DÉCOUPLAGE

**Durée :** 1 h 30

**Objectif :** Vérifier que le relais Q sépare bien les micro-onduleurs du réseau, puis les reconnecte.

**Ressources à consulter dans la Dossier technique (Dossier 1)**

- Le relais Q (protection de découplage)
- La passerelle Envoy-S Metered
- Le paramétrage avec l'application Installer Toolkit

### I. L'essai avec le bouton TEST : C5

L'essai avec le bouton TEST : → p.16/20

a) ***En** présence du professeur, appuie sur le bouton TEST du relais Q.*

b) ***Relève** l'état des voyants du relais Q, de la LED du compteur et du voyant de production de l'Envoy-S.*

c) ***Relâche** le bouton et chronomètre le temps de reprise de la production.*



**FAIRE VALIDER PAR LE PROFESSEUR**

| Signature professeur |
| --- |
| |

### II. L'essai de perte du réseau : C5 - C7

L'essai de perte du réseau : → p.17/20

a) ***Ouvre** Q2 pour simuler une coupure du réseau.*

b) ***Relève** l'état des voyants du relais Q.*

c) ***Mesure** la tension aux bornes FROM PV du relais Q. Conclus : les micro-onduleurs réalimentent-ils le circuit ?*

d) ***Referme** Q2. Relève l'évolution des voyants et chronomètre le temps de reprise de la production.*

e) ***Conclus** : la protection de découplage fonctionne-t-elle comme prévu ?*

## III. La vérification du profil réseau : C6

La vérification du profil réseau : → p.17/20

a) ***Dans*** *Installer Toolkit, relève le profil réseau appliqué au relais Q et aux micro-onduleurs.*

b) ***Compare-le*** *au profil attendu, donné par le professeur. Ne le modifie pas.*

c) ***Affiche*** *le rapport système et relève la date du dernier rapport de chaque micro-onduleur.*



**FAIRE VALIDER PAR LE PROFESSEUR**

| Signature professeur |
| --- |
| |

## IV° PARTIE DU CHANTIER : RENDRE COMPTE ET FIN DE CHANTIER

**Durée :** 50'

**Objectif :** Laisser une trace écrite des contrôles et expliquer le résultat au chef d'équipe.

### I. Le procès-verbal d'essais : C11

Le procès-verbal d'essais : → p.18/20

a) ***Complète*** *le procès-verbal d'essais avec tes relevés.*

b) ***Indique*** *pour chaque contrôle s'il est conforme et signe-le.*

### II. Le compte rendu au chef d'équipe : C12

Le compte rendu au chef d'équipe : → p.18/20

a) ***Explique*** *au chef d'équipe (le professeur) le résultat des essais de découplage.*

b) ***Explique-lui*** *les écarts entre les différentes mesures de production.*

### III. Rangement :

Rangement : → p.18/20

a) ***Vérifie*** *que Q2 est fermé et que la production a repris.*

b) ***Range*** *les appareils de mesure, les EPI et la tablette.*

### IV. Auto-évaluation CPro :

a) ***Effectue*** *l'auto-évaluation CPro.*

b) ***Remets*** *ton document réponses au professeur.*



**FAIRE VALIDER PAR LE PROFESSEUR**

| Signature professeur |
| --- |
| |

## Dossier N°1 : Dossier technique

Documentation Enphase (fiches techniques, guides et manuels)

https://osec.fr/bacpromelec-lptarnos/systemes-220.html

## I. L'installation photovoltaïque Enphase

| Désignation | Quantité | Référence |
|---|---|---|
| Module photovoltaïque 315 Wc | 2 | CSUN315-60M-FB |
| Micro-onduleur Enphase IQ 7 | 2 | IQ7 |
| Câble Enphase IQ (câble « Engage ») pour IQ 7, 2 connecteurs | 1 | IQ230_2 |
| Relais Q monophasé (protection de découplage) | 1 | Enphase Q-Relay mono |
| Passerelle de communication Envoy-S Metered | 1 | ENV-S-WM-230 |
| Compteur d'énergie monophasé 45 A (départ PV) | 1 | Zélec EM145PU |
| Supports de micro-onduleur sur cadre de module | 2 | Support Enphase cadre 35 mm |

- Les 2 modules sont installés dehors, sur des supports au sol lestés. Chaque module est raccordé à son propre micro-onduleur IQ 7, fixé sous le module.
- Chaque micro-onduleur transforme le courant continu (DC) de son module en courant alternatif (AC) 230 V. Les micro-onduleurs sont raccordés en parallèle sur le câble Engage, qui revient au coffret AC de l'atelier.
- Installation monophasée 230 V.

## II. Le coffret AC

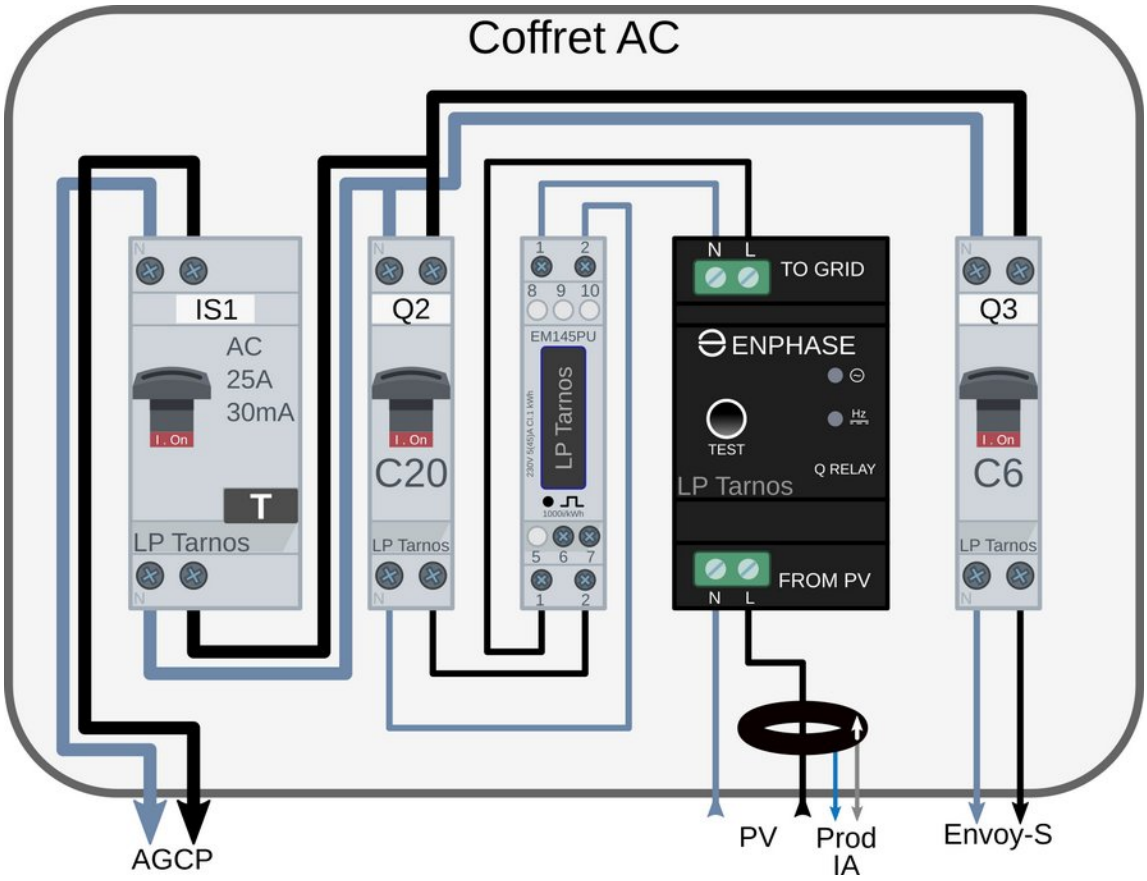



Schéma de câblage du coffret AC (LP Tarnos).

| Repère | Matériel | Rôle |
|---|---|---|
| IS1 | Interrupteur différentiel 25 A 30 mA | Protection des personnes contre les contacts indirects, en tête du coffret |
| Q2 | Disjoncteur 1P+N C20 | Protection du départ photovoltaïque (organe de déconnexion du système PV) |
| EM145PU | Compteur d'énergie 45 A | Comptage de l'énergie produite par les micro-onduleurs |
| Q-RELAY | Relais Q (TO GRID côté réseau, FROM PV côté micro-onduleurs) | Protection de découplage : sépare les micro-onduleurs du réseau en cas d'anomalie |
| Prod IA | Pince (transformateur de courant) de production | Mesure du courant produit, pour l'Envoy-S |
| Q3 | Disjoncteur 1P+N C6 | Protection de l'alimentation de l'Envoy-S |

- L'Envoy-S récupère la mesure de 2 pinces. La pince de production est dessinée sous le Q-Relay. La pince de consommation n'est pas représentée : elle est placée en aval de l'AGCP, flèche orientée vers l'installation.

- Remarque : les liaisons équipotentielles ne sont pas représentées.

## III. Les caractéristiques du module et du micro-onduleur

| Module CSP315-60M-BF (bifacial, 60 cellules), conditions STC : 1 000 W/m², 25 °C | Valeur |
|---|---|
| Puissance maximale Pmax | 315 W |
| Tension à vide Voc | 40,75 V |
| Courant de court-circuit Isc | 9,87 A |
| Tension à puissance maximale Vmpp | 34,43 V |
| Courant à puissance maximale Impp | 9,15 A |
| Coefficient de température de la tension | - 0,30 %/°C |
| Coefficient de température de la puissance | - 0,38 %/°C |
| Dimensions – masse | 1 658 × 992 × 5 mm – 19,6 kg |
| Connecteurs | MC4, câble 4 mm² |

| Micro-onduleur IQ 7 (IQ7-60-2-INT) | Valeur |
|---|---|
| Puissance de module recommandée | 235 W à 350 W, modules 60 cellules uniquement |
| Tension d'entrée DC max. | 48 V |
| Plage de tension MPP | 27 V à 37 V |
| Tension de démarrage min. / max. | 22 V / 48 V |
| Courant de court-circuit DC max. | 15 A |
| Puissance de sortie AC max. / nominale | 250 VA / 240 VA |
| Tension nominale AC (plage) | 230 V (184 V à 276 V) |
| Courant de sortie AC max. | 1,04 A |
| Fréquence nominale (plage) | 50 Hz (45 Hz à 55 Hz) |
| Nombre maximal de micro-onduleurs par branche protégée en 20 A | 15 |
| Rendement européen | 96,5 % |
| Communication avec l'Envoy-S | Courant porteur en ligne (CPL) sur le câble AC |
| Enveloppe | Classe II, IP67 |

- La fiche du module fournie porte la référence CSP315-60M-BF ; la liste de matériel indique CSUN315-60M-FB.

## IV. Le relais Q (protection de découplage)

- Le relais Q sépare les micro-onduleurs du réseau AC lorsque la tension ou la fréquence du réseau sort des plages autorisées. Il coupe la phase ET le neutre (contacts normalement ouverts L et N). Il reconnecte les micro-onduleurs quand le réseau revient dans les plages.

• Il fonctionne avec l'Envoy-S : le profil réseau est envoyé au relais Q et aux micro-onduleurs avec l'application Installer Toolkit.

• Bornes FROM PV : côté micro-onduleurs. Bornes TO GRID : côté réseau, vers un disjoncteur de 20 A maximum. Couple de serrage : 0,85 N·m. Un relais Q accepte au maximum 16 micro-onduleurs IQ 7.

• Sortie 230 V, 20 A, 4,8 kVA. Consommation propre : 10 VA. Temps d'acquisition de la tension et de la fréquence : 100 ms.

| Voyant 1 (tension) | Voyant 2 (Hz) | Signification | Contacts du relais |
|---|---|---|---|
| Éteint | Éteint | Tension AC trop faible aux bornes, relais non alimenté | Ouverts |
| Vert fixe | Vert fixe | Tension et fréquence dans les plages : fonctionnement normal | Fermés |
| Rouge fixe | - | Défaut de tension : délai dépassé ou valeur de reconnexion pas encore atteinte | Ouverts |
| - | Rouge fixe | Défaut de fréquence : délai dépassé ou valeur de reconnexion pas encore atteinte | Ouverts |
| Rouge clignotant | Rouge clignotant | Aucun profil réseau défini : relais non configuré | Ouverts |
| Rouge fixe | Rouge fixe | Bouton TEST en cours d'utilisation | Contacteur de test, basculement |

## V. La passerelle Envoy-S Metered




Voyants et boutons de l'Envoy-S (guide d'installation rapide Enphase).

| Voyant | État | Signification |
|---|---|---|
| Communication réseau | Vert fixe | En communication avec Enlighten (Internet) |
| Communication réseau | Vert clignotant | Connexion WPS ou tentative de connexion à Enlighten en cours |
| Communication réseau | Orange fixe | Connexion au réseau local uniquement |
| Communication réseau | Éteint | Aucune connexion réseau |
| Mode AP | Vert fixe / éteint | Réseau Wi-Fi de l'Envoy-S disponible / indisponible |
| Production d'énergie | Vert fixe | Tous les micro-onduleurs produisent |
| Production d'énergie | Vert clignotant | Mise à niveau des micro-onduleurs en cours |
| Production d'énergie | Orange fixe | Au moins un micro-onduleur ne produit pas |
| Production d'énergie | Éteint | Les micro-onduleurs ne produisent pas (faible luminosité ou nuit) |
| Communication des périphériques | Vert fixe | Tous les périphériques communiquent |
| Communication des périphériques | Vert clignotant | Recherche de périphériques en cours |
| Communication des périphériques | Orange fixe | Au moins un périphérique ne communique pas |
| Tous les voyants | Orange clignotant | Démarrage de l'Envoy-S (environ 2 minutes) |

- Ne mets jamais l'Envoy-S hors tension quand ses voyants clignotent en vert : une mise à jour est en cours.

- L'Envoy-S communique avec les micro-onduleurs par courant porteur en ligne, à travers les conducteurs AC.

## VI. Le compteur d'énergie EM145PU

| Caractéristique | Valeur |
|---|---|
| Type | Compteur monophasé à mesure directe, classe 1 |
| Courant nominal – courant de démarrage | 45 A – 20 mA |
| Tension nominale | 230 V (– 10 % à + 20 %), 50 Hz |
| Bornes | 1 et 2 : phase – 3 et 4 : neutre |
| Affichage | Écran LCD 7 chiffres, énergie en kWh |
| LED métrologique | 1 000 impulsions par kWh, soit 1 impulsion = 1 Wh |

- Puissance moyenne à partir de la LED : compte n impulsions pendant t secondes, puis P (W) = 3 600 × n / t.

- Exemple : 9 impulsions en 60 s donnent P = 3 600 × 9 / 60 = 540 W.

## VII. L'interface locale de l'Envoy-S

- Connecte un ordinateur ou une tablette au même réseau local que l'Envoy-S (Wi-Fi de l'Envoy ou câble Ethernet), puis saisis http://envoy.local dans le navigateur. Les identifiants de connexion te sont donnés par le professeur.

- En haut de l'écran d'accueil : la production du jour et la production totale cumulée depuis la mise en service.

- L'Envoy-S Metered affiche la production mesurée par la pince de production. La flèche à gauche de « Production des micro-onduleurs » affiche la production déclarée par les micro-onduleurs eux-mêmes.

- Le menu Surveillance affiche l'état de la communication (Wi-Fi, Ethernet, Cellular, Outils de diagnostic).

## VIII. Le paramétrage avec l'application Installer Toolkit

| Étape | Ce qu'il faut faire |
|---|---|
| 1. Mode AP | Si le voyant Mode AP est éteint, appuie sur le bouton Mode AP de l'Envoy-S. Sur la tablette, rejoins le réseau Wi-Fi « Envoy_nnnnnn » (6 derniers chiffres du numéro de série). |
| 2. Connexion | Dans Installer Toolkit, ouvre le système, puis « Se connecter à un Envoy ». |
| 3. Aperçu | Contrôle que tous les périphériques attendus sont détectés et communiquent, et que le profil réseau est défini pour tous les périphériques (jusqu'à 5 minutes). |
| 4. Compteurs | Appuie sur « Compteurs ». Une coche indique un compteur activé ; une roue dentée indique un compteur à activer. |
| 5. Compteur de production | Appuie sur « Compteur de production électrique » et suis les instructions pour l'activer. |
| 6. Compteur de consommation | Appuie sur « Compteur de consommation électrique ». Indique si le circuit qui passe dans la pince comprend la charge ET la production PV (« nette ») ou uniquement la charge (« totale » ou « brute »). |
| 7. Contrôle | Reviens à l'écran Aperçu et consulte les relevés des compteurs. |
| 8. Wi-Fi du site | Menu Réseau, Wi-Fi : choisis le réseau et saisis son mot de passe (ou utilise le bouton WPS du routeur). Le voyant de communication réseau passe au vert fixe en moins de 3 minutes. |
| 9. Rapport | Touche « Terminé », puis « Afficher rapport » : numéros de série, derniers relevés de production et profil réseau appliqué. |

## IX. Les calculs utiles

| Grandeur | Calcul |
|---|---|
| Puissance au compteur EM145PU | P (W) = 3 600 × n / t (n impulsions en t secondes) |
| Puissance à partir des mesures | P ≈ U × I (facteur de puissance de l'IQ 7 réglé à 1,0) |
| Écart par rapport au compteur | Écart (%) = (P méthode − P compteur) / P compteur × 100 |
| Courant AC maximal du départ PV | 2 micro-onduleurs × 1,04 A |

## Dossier N°3 : Dossier santé sécurité au travail et protection de l'environnement

**Les risques :**

- Le coffret AC, le relais Q, l'Envoy-S et le câble Engage sont en 230 V alternatif.
- Les modules produisent une tension continue dès qu'ils sont éclairés : environ 41 V à vide par module, avec un courant de court-circuit proche de 10 A. Débrancher un connecteur DC en charge peut provoquer un arc électrique.
- Tant que le réseau est présent, les micro-onduleurs injectent du courant sur le câble Engage.
- Travail en extérieur près des modules : un module pèse près de 20 kg et ses supports sont lestés ; attention aux chutes et aux pincements.
- Les mesures de tension sous tension exposent au risque de court-circuit et d'arc : pointes de touche protégées, appareil de catégorie adaptée.

**Ton rôle :**

- Tu es habilité BR : tu consignes pour ton propre compte, tu fais les mesures et les essais sous tension en présence du professeur.
- Tu vérifies l'absence de tension (VAT) avant toute intervention hors tension, avec un DDT vérifié avant et après.
- Tu ne manipules un connecteur AC du câble Engage qu'après consignation du départ PV.
- Tu signales au professeur toute anomalie côté DC : tu n'y interviens pas.

**!!! AUCUNE MANIPULATION DES CONNECTEURS DC (MC4) DES MODULES !!!**

**Environnement :**

- Un module cassé, un micro-onduleur ou un déchet d'équipement électrique se recycle dans une filière dédiée (DEEE).
- Une installation photovoltaïque produit une énergie renouvelable : chaque kWh autoconsommé est un kWh de moins acheté au réseau.

# CONSIGNES DE SÉCURITÉ SUR POSTE DE TRAVAIL

## Panneaux photovoltaïques - Micro-onduleurs

