Sabati — Procédure d'essai au banc des régulateurs solaires (POS)

1. Objet, portée et règles

Cette procédure s'applique à **chaque échantillon de régulateur solaire MPPT** (suivi du point de puissance maximale) que Sabati évalue. Tous les échantillons passent **les mêmes essais, sur le même banc, avec les mêmes appareils, notés sur la même fiche**. Ainsi, les résultats de différents fournisseurs se comparent directement.

Qui l'applique : le représentant de Sabati à Abidjan, et les installateurs partenaires qui acceptent d'accueillir un essai **dans leur atelier**.

Règles :

1. **Atelier uniquement.** Aucun essai sur l'installation d'un client. Un échantillon n'est pas certifié et pourrait endommager du matériel. Si l'échantillon endommage le matériel de l'atelier d'accueil pendant l'essai, Sabati prend en charge la réparation ou le remplacement.
2. **Un échec sur un point « bloquant » écarte le modèle.** Un résultat « limite » donne droit à un seul nouvel essai, avec le deuxième multimètre.
3. **Ordre des essais :** 1, 1b, 2, 3, 4, 6, puis 5 (démontage) **en dernier**, car l'ouverture peut annuler la garantie de l'échantillon.
4. **Tout noter, tout photographier :** chaque écran, chaque lecture, chaque face de la carte électronique. Noter l'heure, le ciel (dégagé, voilé, nuageux) et la température de l'air à chaque lecture.
5. **Ne rien inventer.** Une mesure impossible s'écrit « non mesuré » avec la raison, jamais une estimation.

Ce que l'essai ne remplace pas : les certificats de la Commission électrotechnique internationale (IEC 62109, IEC 62509, IEC 60529) exigés pour l'exonération des droits de douane. Un bon résultat au banc prouve l'aptitude à l'usage à Abidjan, pas la conformité réglementaire.

Seuils : sauf mention contraire, les seuils de réussite sont **les seuils de Sabati** (hypothèses de travail), fondés sur la physique de conversion et sur les fiches techniques publiées de marques reconnues. Ils ne sont pas une norme officielle.

2. Sécurité (obligatoire)

Aucun essai ne commence si un seul point ci-dessous manque.

- [ ] **Tension des panneaux.** Lire l'étiquette de chaque panneau (tension à vide). Mesurer la tension à vide de la chaîne au multimètre **avant chaque branchement**. Elle doit rester sous la limite du régulateur, lue sur son étiquette ou sa fiche technique (120 volts pour l'échantillon actuel).
- [ ] **Jamais trois panneaux en série** sur un régulateur limité à 120 volts. Deux panneaux d'environ 50 volts à vide font déjà environ 100 volts, et le matin frais fait monter la tension.
- [ ] **Ordre de branchement du manuel.** En général : batterie d'abord, panneaux ensuite. Débrancher dans l'ordre inverse.
- [ ] **Fusible ou disjoncteur à courant continu** sur le positif de la batterie, au plus près de la batterie.
- [ ] **Câbles de la section indiquée par le manuel** pour le courant maximal.
- [ ] **Lieu ventilé**, loin de tout produit inflammable, avec un **extincteur pour feux électriques** à portée de main.
- [ ] **Couvrir les panneaux** pendant le câblage.
- [ ] **Ne jamais toucher le dissipateur thermique à la main** pendant l'essai de chaleur.
- [ ] **Arrêt immédiat** en cas d'odeur de brûlé, de fumée, de bruit anormal ou si le dissipateur dépasse 85 °C. Couper les panneaux, puis la batterie. Photographier et prévenir Sabati.

3. Matériel et banc d'essai

Un seul banc pour tous les fournisseurs : **même batterie, mêmes panneaux, mêmes câbles, mêmes appareils**. Décrire le banc en tête de chaque fiche de résultats.

Batterie. Une batterie lithium fer phosphate connue, avec sa fiche technique. Son système de gestion (BMS) doit accepter une charge continue au courant nominal du régulateur (40 ampères pour un 40 A). Sinon, c'est la batterie qui limite l'essai 2, pas le régulateur. Commencer chaque séance entre 30 et 50 % de charge et garder une charge branchée : une batterie pleine fait baisser le courant volontairement, ce qui ressemble à une panne.

Panneaux. Le système cible est en 24 volts.

Régulateur	Puissance de charge à 24 V (calcul)	Panneaux à prévoir (hypothèse × 1,3)	En 12 V
40 A	environ 1 100 W	environ 1 500 W (3 panneaux de 550 W)	environ la moitié

Régulateur	Puissance de charge à 24 V (calcul)	Panneaux à prévoir (hypothèse × 1,3)	En 12 V
60 A	environ 1 650 W	environ 2 200 W (4 panneaux de 550 W)	environ la moitié

Calcul : courant nominal × environ 27,5 volts pendant la charge d'une batterie lithium 24 V. Si le banc n'atteint pas le courant nominal en 24 V, faire les essais 2 et 3 sur une batterie 12 V (même courant, moitié des panneaux) et écrire « banc 12 V » sur la fiche. Le champ solaire existant d'un atelier d'installateur peut servir, sans achat.

Appareils et outillage

Appareil	Essais	Remarque
Pince ampèremétrique « DC » ou « AC/DC », au moins 100 A	1, 2, 3	Beaucoup de pinces bon marché ne lisent que l'alternatif et affichent zéro sur un câble solaire
Deux wattmètres continus en ligne, shunt 100 A (recommandé)	1, 2, 3	Un côté panneaux, un côté batterie : volts, ampères et watts au même instant
Deux multimètres numériques	1, 2, 4	Les comparer d'abord sur la même batterie
Thermomètre à thermocouple type K, deux voies	3, 6	Une sonde sur le dissipateur, une dans l'air à côté
Thermomètre infrarouge	3	Coller un carré de ruban électrique mat sur le métal brillant, sinon la lecture est faussée
Régulateur PWM (modulation de largeur d'impulsion) de référence, même calibre	1, 1b	Le modèle bon marché vendu à Abidjan, environ 25 000 F CFA
Charge pour empêcher la batterie de se remplir (onduleur + bouilloire ou radiateur, ou charge continue)	1, 2, 3	La brancher quand la batterie approche de la pleine charge
Caisson chauffant : bac plastique ou caisse en bois, tapis chauffant ou ampoule à incandescence, thermostat	3, 6	Maintient l'air autour du régulateur à 30, 40 puis 45 °C
Lampe ultraviolette 365 nanomètres	5	Fait briller le vernis de protection qui contient un traceur

Appareil	Essais	Remarque
Fusible ou disjoncteur continu, sectionneur, câbles	Tous	Sécurité, non négociable
Tournevis, téléphone (photo macro, chronomètre, application sonomètre), cette fiche	Tous	Photographier chaque lecture

À Abidjan, la chaleur et l'humidité sont réelles : l'essai 3 peut se faire en partie à l'air ambiant, mais le caisson reste nécessaire pour tenir 40 et 45 °C de façon stable. Si les appareils diffèrent de ceux utilisés au Texas, comparer leurs lectures sur une même batterie et noter l'écart.

4. Déroulé des essais

Ordre : **1 → 1b → 2 → 3 → 4 → 6 → 5**. Les essais 1 à 3 se font par ciel dégagé, dans les deux heures autour du midi solaire.

Essai 1 — Vrai MPPT ou faux MPPT ?

Un vrai MPPT transforme la tension élevée du panneau en courant supplémentaire vers la batterie. Un faux (en réalité un PWM) fait passer le courant du panneau tel quel et tire le panneau jusqu'à la tension de la batterie.

Montage : un panneau de 500 à 550 W (tension de puissance maximale d'environ 40 V sur l'étiquette) sur une batterie **12 V** à 30–50 %.

1. Faire tourner : régulateur testé (10 minutes), puis régulateur PWM de référence (10 minutes), puis régulateur testé à nouveau (10 minutes).
2. À la fin de chaque passage, noter : tension et courant du panneau (entrée), tension et courant de la batterie (sortie).
3. Calculer : puissance d'entrée = volts × ampères côté panneau ; puissance de sortie = volts × ampères côté batterie ; rendement = sortie ÷ entrée.

Contrôle	Réussi	Échec	Bloquant ?
Gain de courant	Courant de sortie ⩾ 0,7 × (tension panneau ÷ tension batterie) × courant d'entrée	Courant de sortie ≈ courant d'entrée	Oui

Contrôle	Réussi	Échec	Bloquant ?
Tension du panneau en charge	À ± 20 % de la tension de puissance maximale de l'étiquette	À moins de 2 V de la tension batterie	Oui
Puissance de sortie contre la référence PWM	⩾ 1,5 × la référence	< 1,5 ×	Oui
Rendement (30 à 70 % du courant nominal)	⩾ 92 %	< 88 % (88–92 % = limite : refaire avec le 2e multimètre)	Non

Essai 1b — Le cas réel d'Abidjan : un panneau d'environ 50 V sur 24 V

L'écart entre panneau et batterie est faible : un MPPT faible démarre tard le matin ou s'arrête tôt le soir.

1. Un panneau dont la tension à vide (étiquette) est proche de 50 V, sur la batterie **24 V** à 30–50 %.
2. Dès le lever du jour, noter l'heure et la tension du panneau quand la charge démarre. Le soir, noter quand elle s'arrête.
3. Vers midi solaire, faire les lectures de l'essai 1, puis le même panneau sur le PWM de référence 10 minutes avant et après.

Contrôle	Réussi	Échec	Bloquant ?
Démarrage de la charge	Charge dès que le panneau dépasse la batterie de quelques volts ; noter heure et tension	Attend que le panneau soit très au-dessus, ou ne démarre jamais	Non (à noter)
Gain de courant à midi	Comme l'essai 1	Courant de sortie ≈ courant d'entrée	Oui
Tension du panneau en charge	À ± 20 % de l'étiquette	À moins de 2 V de la batterie	Oui
Sortie contre la référence	Supérieure (gain faible attendu : noter le chiffre)	Inférieure	Non (à noter)

Essai 2 — Courant réel maximal

1. Brancher assez de panneaux pour dépasser le calibre (voir le tableau du banc), batterie à 30–50 %, charge prête.
2. Air à 30 °C ou moins (noter la température).
3. 15 minutes en plein soleil ; lire le courant côté batterie chaque minute.
4. Noter le courant stable le plus élevé (tenu au moins 1 minute) et si l'écran est d'accord avec la pince.

Contrôle	Réussi	Échec	Bloquant ?
Courant stable	⩾ 95 % du calibre pendant 10 minutes (38 A pour un 40 A ; 57 A pour un 60 A)	< 90 % alors que la source peut fournir plus	Oui
Limitation du courant	Jamais plus de 105 % du calibre (42 A pour un 40 A)	> 105 % : pas de vraie limite, composants surchargés	Oui
Précision de l'écran	À 5 % de la pince	Écart > 10 %	Non

Si les panneaux ou la batterie ne peuvent pas fournir le courant nominal, écrire « non atteint — limité par le banc ». Ce n'est pas un échec.

Essai 3 — Comportement à la chaleur

Les marques reconnues promettent la pleine puissance jusqu'à 40–45 °C d'air. Un régulateur pour un local technique à Abidjan doit tenir 80 % de son calibre à 40 °C sans réduire.

1. Monter le régulateur droit dans le caisson, avec le dégagement demandé par le manuel. Sonde d'air à hauteur du régulateur, 10 cm sur le côté ; sonde du dissipateur sur son point le plus chaud. Repérer l'entrée et la sortie d'air du ventilateur.
2. Trois paliers d'air, dans l'ordre : **30 °C, 40 °C, 45 °C** (± 2 °C). Tenir chaque palier jusqu'à ce que le dissipateur varie de moins de 2 °C en 15 minutes.
3. À chaque palier : 45 minutes au courant nominal (40 A). Toutes les 5 minutes, noter : air, dessus du boîtier, dissipateur, courant de sortie, ventilateur marche/arrêt, messages à l'écran.
4. **À 40 °C uniquement**, faire aussi 2 heures à 80 % (32 A).
5. Noter l'heure, la température de l'air et du dissipateur au moment où le régulateur réduit le courant pour la première fois, et le courant auquel il se stabilise.

6. Après le dernier palier : 30 minutes de refroidissement, puis vérifier que la charge est normale et que les réglages sont conservés.

Palier	Réussi	Échec	Bloquant ?
30 °C, 100 %, 45 min	Tient ⩾ 95 % (38 A)	< 90 % : ne tient pas sa propre fiche	Oui
40 °C, 80 %, 2 h	Aucune réduction ; dissipateur stabilisé à 70 °C ou moins	Réduction ou arrêt, ou dissipateur > 75 °C ou qui monte encore	Oui
40 °C, 100 %, 45 min	Noter le courant tenu (sa vraie valeur à 40 °C). Une réduction progressive est permise	Coupe et redémarre en boucle, ou arrête de charger plus de 5 min	Oui
45 °C, 100 %, 45 min	Noter le courant tenu	Comme à 40 °C	Oui
Dégâts et reprise	Ni odeur, ni décoloration, ni fonte ; charge normale après refroidissement ; réglages conservés	L'un de ces défauts	Oui

La température à laquelle un régulateur réduit est aussi une donnée : elle devient sa valeur honnête sur la fiche publiée par Sabati.

Essai 4 — Réglages batterie et coupure basse tension

Utiliser les tensions de la fiche technique de la batterie d'essai.

1. Lister tous les types de batterie proposés (scellée, gel, ouverte, lithium, personnalisée) et toutes les tensions réglables.
2. **Profil lithium :** régler la tension de charge selon la fiche de la batterie. En fin de charge, à faible courant, mesurer la tension aux bornes de la batterie au multimètre. Surveiller toute montée au-dessus du réglage : un profil lithium ne doit jamais faire de charge d'égalisation. Vérifier que la compensation de température est désactivée en mode lithium.
3. **Coupure basse tension :** si le régulateur a une sortie « charge », y brancher une charge. Régler temporairement un seuil plus haut pour aller vite, noter la tension de coupure et de reconnexion, puis remettre le réglage d'origine.
4. **Mémoire :** débrancher la batterie 5 minutes, rebrancher. Les réglages sont-ils conservés ?

5. **Sonde de température** (seulement si elle existe) : la chauffer dans la main ou dans de l'eau à 40 °C. En mode plomb, la tension de charge doit baisser.

Contrôle	Réussi	Échec	Bloquant ?
Profil lithium avec tension réglable	Présent	Absent	Oui
Tension mesurée contre réglage	À ± 1 %	Écart > 2 %	Oui
Égalisation en mode lithium	Aucune	Toute tension au-dessus du réglage	Oui
Coupure et reconnexion contre réglages	À ± 0,2 V par tranche de 12 V	Écart > 0,4 V, ou la charge ne coupe jamais	Oui
Réglages conservés	Oui	Perdus	Non
Sens de la sonde (si présente)	La tension baisse quand la sonde chauffe	Monte ou ne bouge pas	Non

Essai 6 — Ventilateur (tout régulateur ventilé)

Un ventilateur est une pièce mobile dans un local humide et poussiéreux. S'il tombe en panne, le régulateur doit se protéger seul.

1. **Démarrage et arrêt :** pendant l'essai 3, noter la température du dissipateur, de l'air et le courant quand le ventilateur démarre, puis quand il s'arrête.
2. **Bruit :** ventilateur en marche, mesurer à 1 mètre dans une pièce calme avec une application sonomètre (pondération A). Toujours le même téléphone. Noter tout cliquetis ou sifflement.
3. **Circuit d'air :** boîtier ouvert, noter par où l'air entre et sort, et s'il souffle sur la carte électronique ou seulement dans un tunnel fermé autour du dissipateur. Noter tout filtre. Photographier.
4. **Étiquette du ventilateur :** marque, tension, type de roulement (lisse ou à billes), indice de protection s'il est imprimé.
5. **Ventilateur débranché :** couper l'alimentation, débrancher le connecteur du ventilateur. Faire 30 minutes au plus à 80 % (32 A) dans l'air à 40 °C en surveillant le dissipateur. **Arrêter immédiatement s'il dépasse 85 °C.** Rebrancher le ventilateur après.

Contrôle	Réussi	Échec	Bloquant ?
Démarrage du ventilateur	Avant que le dissipateur atteigne 60 °C	Ne démarre jamais, ou seulement après une réduction de courant	Oui
Bruit à 1 m	50 dB(A) ou moins, sans cliquetis	> 55 dB(A), ou cliquetis ou sifflement	Non (à noter)
Circuit d'air	Tunnel fermé, carte protégée ou vernie	Souffle directement sur une carte non vernie	Oui, pour Abidjan
Roulement	À billes, ou durée de vie publiée	Non marqué	Non (demander au fournisseur)
Ventilateur débranché	Le régulateur réduit ou s'arrête seul avant 85 °C au dissipateur	Garde le plein courant pendant que le dissipateur continue de monter	Oui

Essai 5 — Qualité de fabrication (démontage, en dernier)

L'air humide et salé d'Abidjan corrode les cartes nues.

1. Photographier l'étiquette, ouvrir le boîtier, photographier les deux faces de la carte.
2. **Vernis de protection :** dans une pièce sombre, éclairer la carte à la lampe ultraviolette. Un vernis avec traceur brille. L'absence de lueur ne prouve pas l'absence de vernis : chercher aussi un film brillant sur les soudures et autour des composants de puissance.
3. **Condensateurs :** lire sur les gros condensateurs chimiques la marque, la série, la température (85 °C ou 105 °C) et, si imprimée, la durée de vie en heures. Photographier chacun.
4. **Bornes :** acceptent-elles la section de câble du manuel, serrent-elles fermement, sans fissure, et sont-elles plaquées (pas en cuivre nu) ?
5. **Chemin thermique :** les composants de puissance sont-ils vissés sur le dissipateur avec pâte ou pad thermique ?
6. **Étiquette :** comparer les valeurs imprimées avec la fiche technique et la boîte.

Contrôle	Réussi	Échec	Bloquant ?
Vernis	Visible sur toute la carte, partie puissance comprise	Carte nue	Oui, pour Abidjan

Contrôle	Réussi	Échec	Bloquant ?
Température des condensateurs	105 °C sur tous les gros condensateurs	Un seul à 85 °C (la durée de vie double tous les 10 °C de moins)	Oui
Marque et série des condensateurs	Identifiables, fiche technique publiée	Sans marquage ou inconnues	Non (demander au fournisseur)
Bornes	Section du manuel, plaquées, fermes	Trop petites, fissurées ou nues	Oui
Chemin thermique	Pâte ou pad, composants vissés	Espace d'air ou pièces libres	Oui
Étiquette contre fiche technique	Concordantes	Valeurs différentes	Oui

5. Fiche de résultats

Une fiche par échantillon. Copier cette section pour chaque nouvel appareil. Points bloquants en **gras**.

Informations	Saisie
Référence de l'échantillon (attribuée par Sabati)	
Modèle et calibre	
Numéro de série	
Version de la fiche technique	
Testeur et lieu (atelier, ville)	
Dates des essais	
Batterie (marque, chimie, volts, ampères-heures, courant de charge maximal)	
Panneaux (nombre × watts ; tension de puissance maximale et tension à vide de l'étiquette)	
Appareils de mesure utilisés	
Banc 12 V ou 24 V	

Essai	Contrôle	Seuil de réussite	Mesuré	Résultat (Réussi / Limite / Échec)	Photo ou note
1	**Gain de courant**	⩾ 0,7 × (V panneau ÷ V batterie) × A entrée			
1	**Tension du panneau en charge**	± 20 % de l'étiquette			
1	**Puissance contre PWM**	⩾ 1,5 × (12 V, un panneau)			
1	Rendement	⩾ 92 %			
1b	Début et fin de charge (heure, V panneau)	À noter			
1b	**Gain de courant, un panneau sur 24 V**	⩾ 0,7 × (V panneau ÷ V batterie) × A entrée			
1b	**Tension du panneau en charge**	± 20 % de l'étiquette			
2	**Courant stable**	⩾ 95 % du calibre pendant 10 min			
2	**Limitation du courant**	⩽ 105 % du calibre			
2	Précision de l'écran	À 5 % de la pince			
3	**30 °C, 100 %**	⩾ 38 A pendant 45 min (pour un 40 A)			
3	**40 °C, 80 %, 2 h**	Aucune réduction ; dissipateur ⩽ 70 °C			
3	**40 °C, 100 %**	Progressif ; noter les ampères tenus			
3	**45 °C, 100 %**	Progressif ; noter les ampères tenus			
3	**Dégâts et reprise**	Aucun ; charge normale après refroidissement			
4	**Profil lithium réglable**	Présent			
4	**Tension contre réglage**	± 1 %			
4	**Pas d'égalisation en lithium**	Aucune			
4	**Coupure et reconnexion**	± 0,2 V par 12 V			
4	Réglages conservés	Conservés			
4	Sens de la sonde (si présente)	La tension baisse à chaud			
6	**Démarrage du ventilateur**	Avant 60 °C au dissipateur			
6	Bruit à 1 m	⩽ 50 dB(A)			

Essai	Contrôle	Seuil de réussite	Mesuré	Résultat (Réussi / Limite / Échec)	Photo ou note
6	**Circuit d'air**	Tunnel fermé, carte protégée ou vernie			
6	Roulement et étiquette	À billes ou durée publiée			
6	**Ventilateur débranché, 80 %, 40 °C**	Se protège avant 85 °C au dissipateur			
5	**Vernis**	Visible sur toute la carte			
5	**Condensateurs à 105 °C**	Tous les gros condensateurs			
5	Marque et série des condensateurs	Identifiables			
5	**Bornes**	Section du manuel, plaquées, fermes			
5	**Chemin thermique**	Pâte ou pad, vissés			
5	**Étiquette contre fiche technique**	Concordantes			

Décision pour ce modèle : nombre d'échecs sur points bloquants ____ ; température de réduction ____ °C ; courant stable maximal ____ A ; rendement ____ %. Retenu / Écarté (entourer).

6. Transmission des résultats et contacts

1. **Le jour même :** envoyer la fiche remplie (photo lisible ou fichier) et toutes les photos sur WhatsApp ou par e-mail à Sabati.
2. **Nommer les photos** : référence de l'échantillon, numéro d'essai, heure (exemple : `ECH-01_essai3_40C_14h05`).
3. **Garder l'échantillon** dans son carton, au sec, jusqu'à instruction de Sabati. Ne pas le revendre, ne pas l'installer chez un client.
4. **Incident** (fumée, brûlure, dégât) : couper, photographier, prévenir Sabati immédiatement.

Contact	Coordonnées
Sabati (WhatsApp)	+1 (832) 895-7646
Sabati (e-mail)	hello@sabati.net
Représentant Sabati à Abidjan	Sur demande, via Sabati

Sabati remercie les installateurs qui accueillent ces essais. Les résultats servent à choisir des régulateurs qui tiennent vraiment dans le climat ivoirien.