NOTE TECHNIQUE

Chargeurs de batteries multi-baies durcis sur mesure en 2026 : de la fiche technique aux échantillons d'ingénierie en 16 semaines

Un chargeur durci de catalogue convient rarement à une nouvelle batterie, et les fabricants de chargeurs sur mesure publient rarement leurs délais ou leurs prix. Voici une plateforme de chargeurs multi-baies étanche et sans ventilateur qui passe d'une spécification à des échantillons d'ingénierie fonctionnels en 16 semaines : comment elle est construite, comment on comble les lacunes d'une spécification, comment le développement est découpé et ce qu'il faut envoyer si vous en avez besoin.

Tan Shuai · tanshuai.com · i@tanshuai.com

23 novembre 2026

Résumé

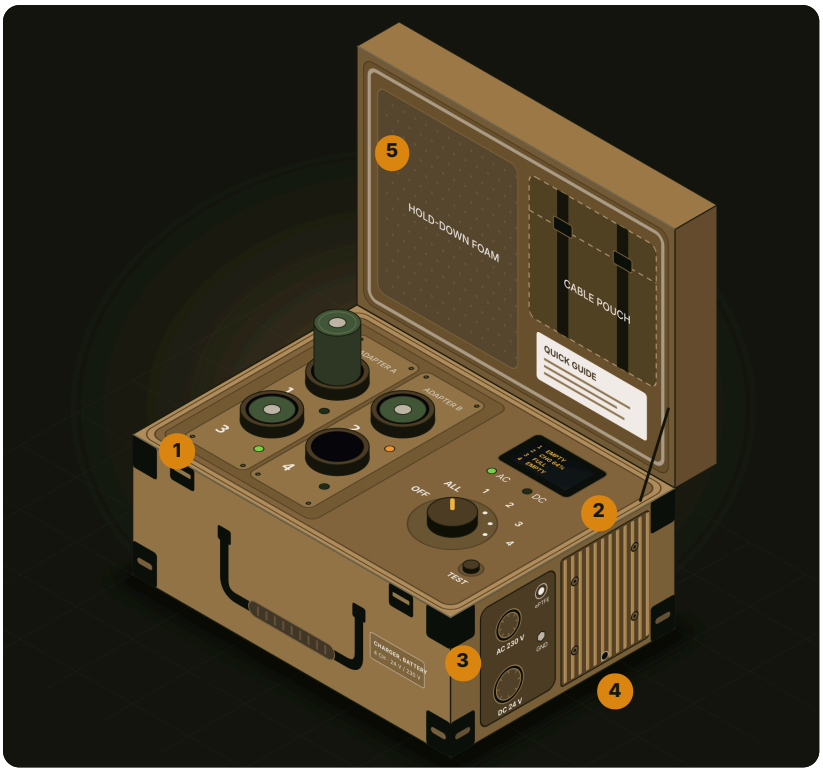
Un chargeur multi-baies durci est un produit de petite série construit autour de la batterie de quelqu'un d'autre, ce qui explique que la plupart finissent sur mesure. Cette note décrit une plateforme pour les construire rapidement. Il s'agit d'un boîtier en aluminium étanche et sans ventilateur, avec des plaques d'adaptation de batterie interchangeables, un canal de charge isolé par baie sur un bus commun de 48 V, des entrées secteur et 24 V véhicule avec priorité au secteur, et tous les paramètres propres à la batterie dans des tables du micrologiciel. L'exemple détaillé compte quatre baies, 120 W, 14,3 litres et environ 5 kg ; la même conception couvre de deux à huit baies. Une fois la spécification et les batteries d'échantillon reçues, une première phase à prix fixe livre trois échantillons d'ingénierie, un rapport d'essais et une matrice de conformité complète en 16 semaines ; une seconde phase gèle la conception et prépare la qualification, après quoi le dossier complet de conception est remis. Construire à Shenzhen, ville natale de deux des plus grands fabricants de batteries chinois et à courte distance de presque chaque composant, est ce qui rend ce calendrier et ce prix possibles.

Pourquoi j'ai écrit ceci

Toutes les quelques semaines, quelqu'un a besoin d'un chargeur pour une batterie que personne d'autre ne charge : une batterie radio avec sa propre ligne de données, un pack de drone avec un connecteur spécifique, un véhicule 24 V où le chargeur doit traverser les démarrages moteur. Les chargeurs de catalogue des grands fournisseurs de défense conviennent à leurs propres batteries. Les fabricants de chargeurs sur mesure que j'ai trouvés décrivent leurs capacités, mais pas leurs délais ni leurs prix. J'ai conçu cette plateforme pour qu'un chargeur sur mesure puisse être cadré en quelques jours et échantillonné en quelques semaines, et je la décris pour que quiconque possède une telle batterie sache quoi envoyer et à quoi s'attendre. Tous les chiffres ci-dessous datent de novembre 2026, et les montants sont en dollars américains.

Résultats en bref

Figure 1. Une plateforme, configurée par programme : la version à quatre baies, avec le même boîtier en trois finitions.



1. **Swappable adapter plates**
   Two wells each; a new battery means a new plate, not a new case
2. **Display, selector, TEST**
   All bays at a glance or one bay in detail; built-in test on demand
3. **AC and vehicle inputs**
   AC takes priority; vehicle input built for MIL-STD-1275
4. **Finned end wall**
   The sealed, fanless electronics bay sheds heat through it
5. **Lid pad and cable pouch**
   Holds the batteries in place with the lid closed

FINISHES



Desert tan | Olive drab | Black

Source: The author's concept design, revision 2.1, November 2026.

	Gamme de la plateforme	Exemple à quatre baies
Baies	2 à 8, identiques et isolées galvaniquement	4
Puissance de charge	Environ 60 à 300 W au total	120 W, 9 A au total, toutes les baies à la fois
Batteries	Li-ion, Li-polymère et $LiFePO_4$, 1 à 14 cellules en série par baie	Quatre packs de 99 Wh en environ 4 heures
Données batterie	Port SMBus ou un fil isolé par baie : lecture de la capacité et du nombre de cycles, écriture avec le document d'interface de la batterie	Lecture et écriture
Entrées	90–264 VAC, 47–63 Hz ; 12 ou 24 V continu véhicule avec transitoires MIL-STD-1275 ; priorité au secteur, sans coupure	230 VAC et 24 VDC
Commandes	OLED jusqu'à −40 °C, une LED bicolore par baie, un sélecteur (OFF, ALL, une position par baie) et un bouton TEST étanche ; texte dans toute langue, y compris de droite à gauche	Six positions
Boîtier	Aluminium 5052 soudé, compartiment électronique IP67, sans ventilateur, couvercle fermé en mouvement ; vert olive, sable désert, noir ou couleur à la demande	340 × 240 × 175 mm, 14,3 L, environ 5,1 kg
Environnement	Fonctionnement de −20 à +55 °C, stockage de −40 à +71 °C	Idem
Conçu selon	MIL-STD-810H, 461G, 1275E et F, IEC 62368-1:2023 ; les rapports peuvent citer d'anciens numéros de méthode	Idem
Calendrier	16 semaines jusqu'à trois échantillons d'ingénierie, environ 30 semaines jusqu'aux unités de préqualification	Idem

À quoi elle sert

La plateforme vise les batteries portées, montées ou déployées en nombre, là où un chargeur doit vivre dans un véhicule, un abri ou une valise de terrain plutôt que sur un bureau :

- **Radios militaires et de sécurité.** Batteries de postes portés à dos et portatifs avec lignes de données, des packs de classe BB-2590 aux batteries de radios portatives, où le chargeur lit la mémoire de la batterie et tient son compteur de cycles.
- **Flottes de drones.** Valises de charge de terrain qui chargent quatre à huit packs à la fois depuis un véhicule, un groupe électrogène ou le réseau.
- **Flottes de radios professionnelles.** Sécurité publique, mines, services publics et intervention d'urgence, où les chargeurs multiples voyagent dans les camions et tombent.
- **Véhicules et bateaux.** Véhicules militaires et commerciaux 24 V, où l'entrée doit survivre aux démarrages moteur, aux surtensions et aux inversions de polarité.
- **Équipements industriels et de test.** Batteries d'instruments et d'outils qui ont besoin d'un chargeur étanche et reproductible avec journal.

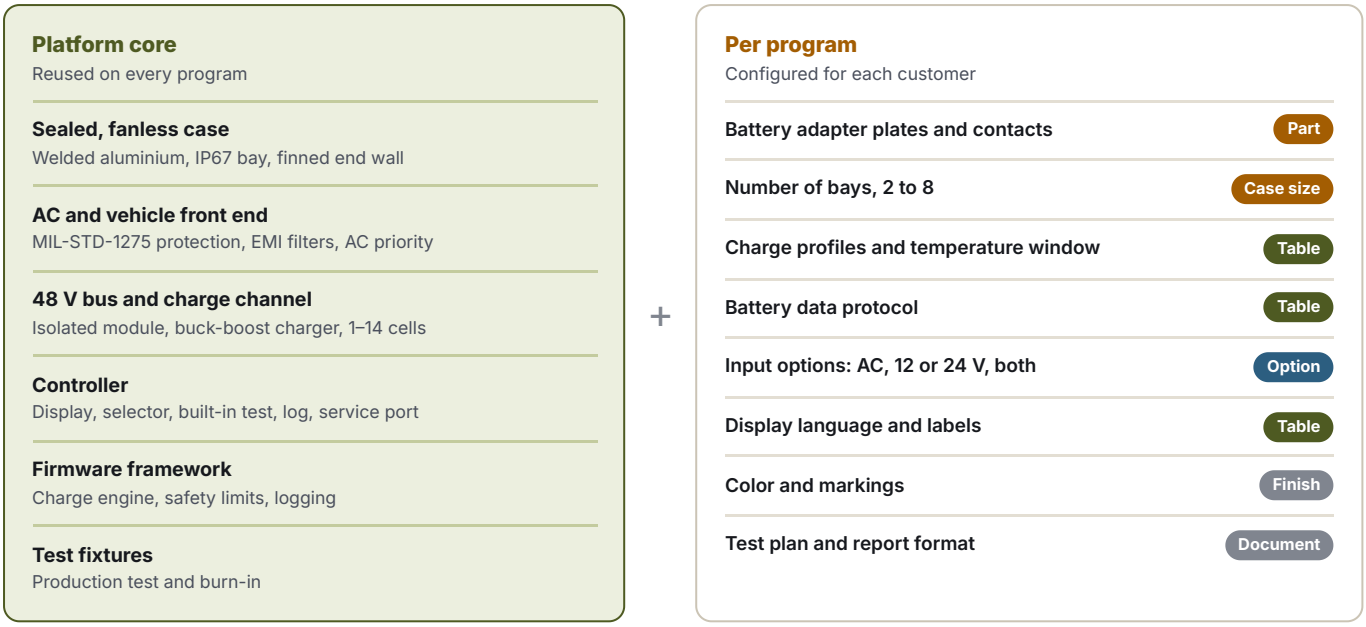
Les chargeurs de catalogue échouent ici de manière prévisible : les contacts et le verrou de la batterie lui sont propres, le protocole de données diffère, l'entrée ne correspond pas au véhicule, le boîtier est trop grand ou les normes ne sont pas couvertes. Un chargeur sur mesure corrige tout cela, mais seulement s'il peut être conçu sans repartir d'une page blanche à chaque fois. C'est tout l'objet de la plateforme.

Étape 1 : transformer la fiche technique en enveloppe de conception

Les spécifications de chargeurs durcis sont rarement complètes. Les lacunes habituelles sont le modèle exact de batterie, et avec lui la tension, la capacité, la chimie et les contacts ; si « quatre heures » signifie une batterie ou quatre à la fois ; si « 120 W » est en entrée ou en sortie ; quelle révision de chaque norme s'applique ; ce que signifie « protection IEM » ; et comment la mémoire de la batterie est lue et écrite. Attendre chaque réponse bloquerait le projet pendant des mois.

À la place, je comble chaque lacune avec sa valeur la plus probable, un niveau de confiance et la marge dont la conception a besoin si l'hypothèse est fausse, puis je conçois une enveloppe qui couvre toutes les réponses plausibles. Dans l'exemple à quatre baies, trois batteries différentes correspondaient à la spécification ; une seule enveloppe de conception les couvre toutes les trois. Tout ce qui risque d'être confirmé tard vit dans des tables du micrologiciel : profils de charge, protocoles de batterie, positions du sélecteur et chaque texte affiché. Une réponse tardive modifie alors un fichier de configuration, pas le matériel.

Figure 2. Ce qui est réutilisé sur chaque programme, et ce qui est configuré pour chacun.

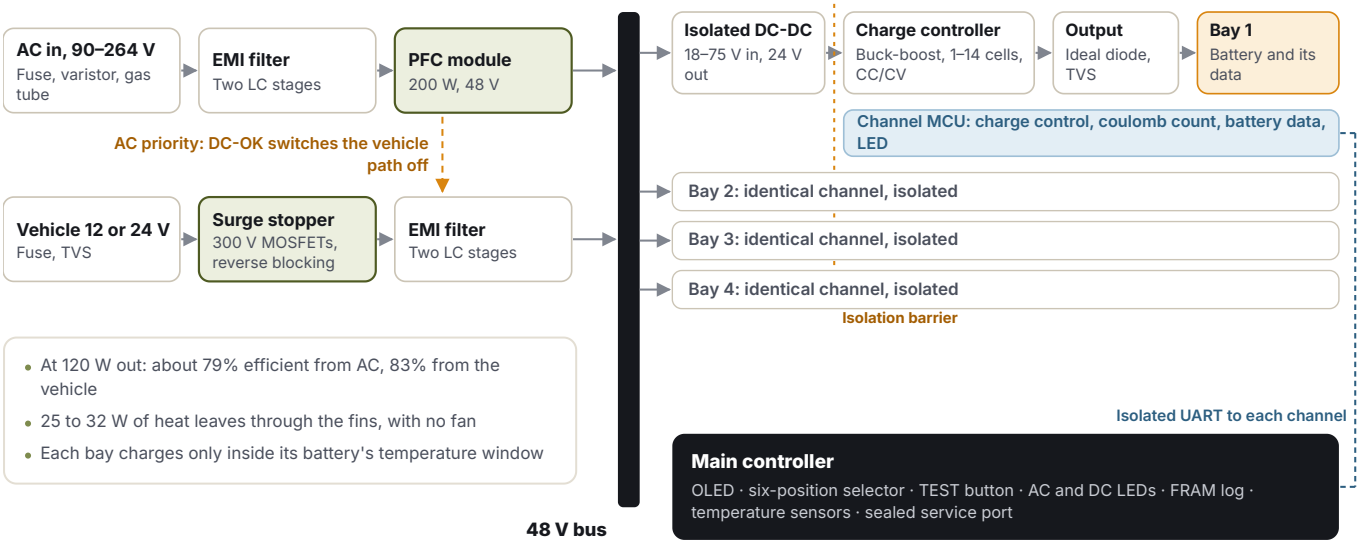


A late answer from the customer changes a table or a plate, not the hardware.

Source: The author's platform design.

Étape 2 : l'architecture électrique

Figure 3. Deux entrées, un bus 48 V, quatre canaux isolés et un contrôleur qui dialogue avec chacun via une liaison isolée.



Source: The author's design.

Le chemin secteur passe par un fusible, une varistance et un éclateur à gaz, un filtre LC à deux étages et un module de 200 W en 48 V à correction du facteur de puissance monté sur la paroi du boîtier, puis une diode idéale vers un bus de 48 V. Le chemin véhicule passe par un fusible, une diode TVS et un limiteur de surtension à MOSFET 300 V avec blocage tête-bêche de l'inversion de polarité, puis par son propre filtre vers le même bus. Quand le secteur est présent, le signal DC-OK du module secteur coupe le chemin véhicule : la priorité au secteur ne demande aucun relais et la commutation se fait sans coupure.

Chaque baie a un module DC-DC isolé (18–75 V en entrée, 24 V en sortie), un contrôleur de charge abaisseur-élévateur de TI qui gère 1 à 14 cellules avec une régulation matérielle à courant constant et tension constante, une diode idéale de sortie et une diode TVS. Un petit microcontrôleur du côté isolé de chaque canal pilote le contrôleur

de charge, compte les coulombs, dialogue avec la mémoire de la batterie et commande la LED de la baie ; il rend compte au contrôleur principal par un UART isolé. Le contrôleur principal gère l'écran, lit le sélecteur et le bouton TEST, tient le journal en FRAM, surveille les capteurs de température et dispose d'un port de maintenance étanche.

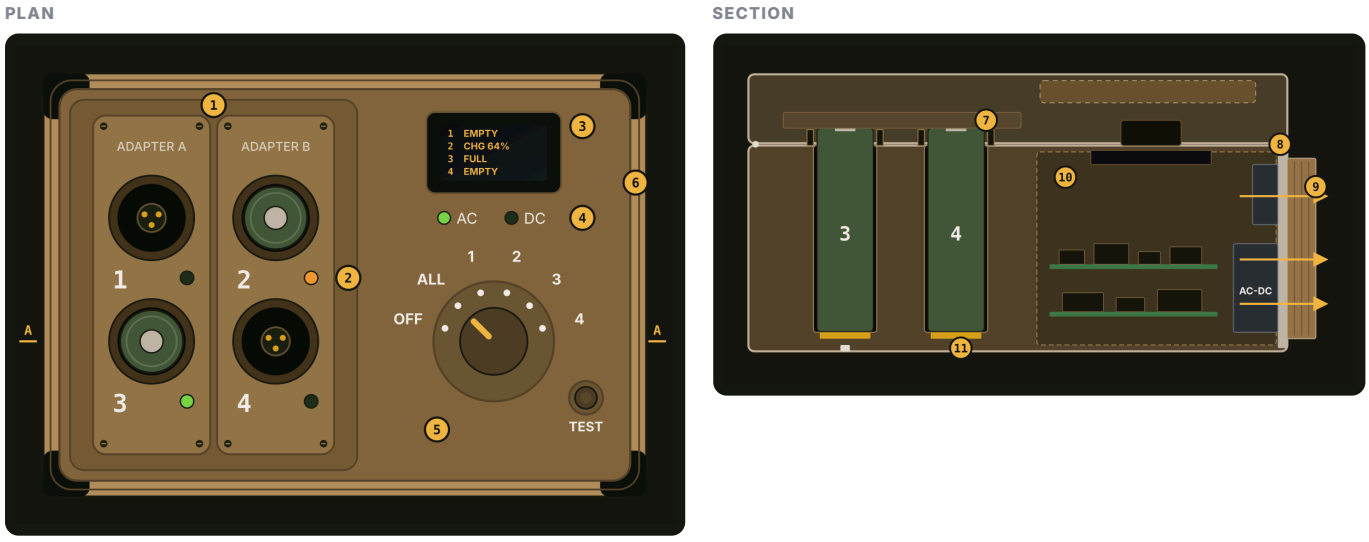
Les choix sont délibérés :

- **L'isolation entre baies est presque gratuite,** car les modules isolés sont là de toute façon ; les isolateurs numériques coûtent bien moins d'un dollar par canal.
- **Un défaut reste dans sa baie.** Une batterie en court-circuit ou un défaut du micrologiciel dans un canal laisse les trois autres charger.
- **L'essentiel du risque CEM et sécurité repose sur des modules certifiés** avec un long historique terrain, si bien que l'effort de développement va à l'intégration, au micrologiciel et à la mécanique plutôt qu'à réinventer des alimentations.
- **Un seul étage de protection contre les surtensions suffit,** car les modules de canal tolèrent 100 V pendant une seconde. Le calcul complet de l'étage d'entrée figure dans ma check-list MIL-STD-1275, 810 et 461 pour chargeurs de batteries.

À 120 W en sortie, le rendement est d'environ 79 % depuis le secteur et 83 % depuis le véhicule ; le boîtier doit donc évacuer 25 à 32 W sans ventilateur. Le module secteur réduit sa puissance au-dessus de 50 °C, donc à +55 °C en plein soleil le micrologiciel réduit la puissance de charge, ou un module plus gros est installé là où la pleine puissance est exigée à cette température. Chaque canal mesure aussi la température de sa batterie et ne charge que dans la plage du fabricant de la batterie, typiquement 0 à 45 °C : en dehors, la baie se met en pause, clignote en rouge et en indique la raison, puis reprend d'elle-même. Des tapis chauffants dans les logements sont proposés en option aux clients qui doivent charger à −10 °C.

Étape 3 : le boîtier

Figure 4. Plan et coupe : les batteries à gauche, le compartiment électronique étanche à droite, la chaleur sortant par la paroi d'extrémité à ailettes.



1. **Two swappable adapter plates** — 2 × 2 battery wells at 70 mm pitch
2. **Two-color LED per bay** — Green full, amber charging, red fault
3. **2.42-inch OLED, −40 °C grade** — Capacity, cycle count, status, any language
4. **AC and DC indicators** — AC priority; DC takes over seamlessly
5. **Six-position selector, TEST button** — OFF, ALL or one bay; all bays always charge
6. **Gasket land** — The lid seals the full perimeter
7. **Lid foam pad** — Holds the batteries in their wells
8. **D-section silicone gasket** — Continuous; dust-tight and rain-tight
9. **Vertical fins** — Natural convection; fan-ready bosses
10. **Sealed electronics bay** — ePTFE vent; heat out through the fins
11. **Battery wells sized per battery** — Contact block at the base, drain valve

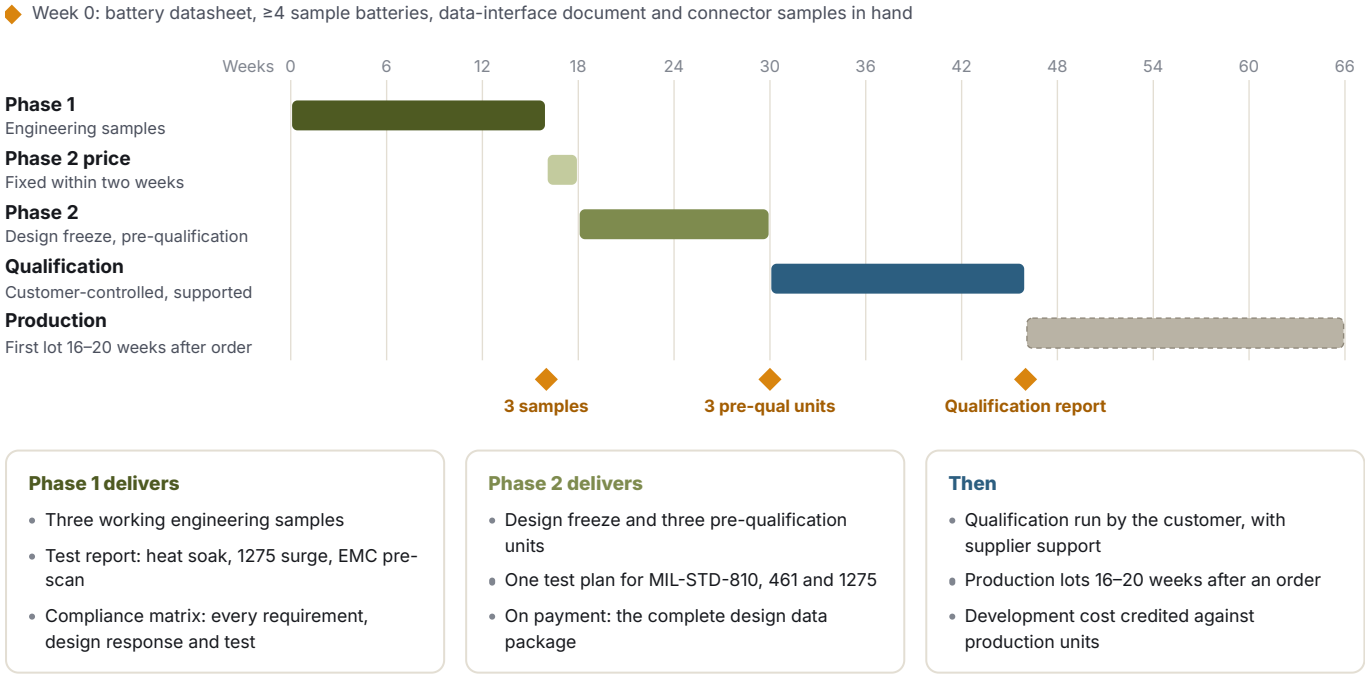
Source: The author's concept design, revision 2.1.

Le boîtier est en aluminium 5052 soudé, avec un compartiment électronique étanche à une extrémité et le plateau des batteries à l'autre. Chaque pièce chaude conduit sa chaleur vers une paroi d'extrémité à ailettes, qui l'évacue par convection naturelle ; des bossages de fixation pour un ventilateur externe étanche sont prévus pour les programmes qui exigent plus de puissance à haute température. Un évent ePTFE laisse respirer le compartiment en altitude sans laisser entrer l'eau, et les logements de batterie se purgent par leurs propres vannes. Le plateau porte deux plaques d'adaptation interchangeables à deux logements chacune : une nouvelle batterie signifie une nouvelle plaque et de nouveaux contacts, pas un nouveau boîtier. Un joint silicone continu en D assure l'étanchéité du couvercle, et un coussin de mousse dans le couvercle maintient les batteries dans leurs logements, si bien que le chargeur peut fonctionner couvercle fermé dans un véhicule en mouvement. Des pare-chocs d'angle en polymère avec fentes de sangle encaissent les chutes, et la poignée est dimensionnée pour des gants.

Les commandes suivent la même logique que l'électronique. Les quatre baies chargent en permanence : insérer une batterie démarre sa baie, la retirer l'arrête, et chaque baie a sa LED. Le sélecteur à six positions met l'appareil sous tension et choisit la vue : OFF, ALL pour un résumé de toutes les baies, ou une baie à la fois avec sa capacité en mAh et son nombre de cycles. L'autotest s'exécute à chaque mise sous tension et à la demande via un bouton TEST étanche, et ses résultats vont dans le journal. Un client qui veut arrêter une seule baie l'obtient par le micrologiciel, sans ajouter un interrupteur et un joint par baie.

Étape 4 : le développement en deux phases à prix fixe

Figure 5. Seize semaines jusqu'aux échantillons d'ingénierie, environ trente jusqu'aux unités de préqualification.



Phase 1 delivers

- Three working engineering samples
- Test report: heat soak, 1275 surge, EMC pre-scan
- Compliance matrix: every requirement, design response and test

Phase 2 delivers

- Design freeze and three pre-qualification units
- One test plan for MIL-STD-810, 461 and 1275
- On payment: the complete design data package

Then

- Qualification run by the customer, with supplier support
- Production lots 16–20 weeks after an order
- Development cost credited against production units

Source: The author's development plan.

Le développement est découpé pour qu'aucune des deux parties ne mise tout le budget avant d'avoir vu du matériel.

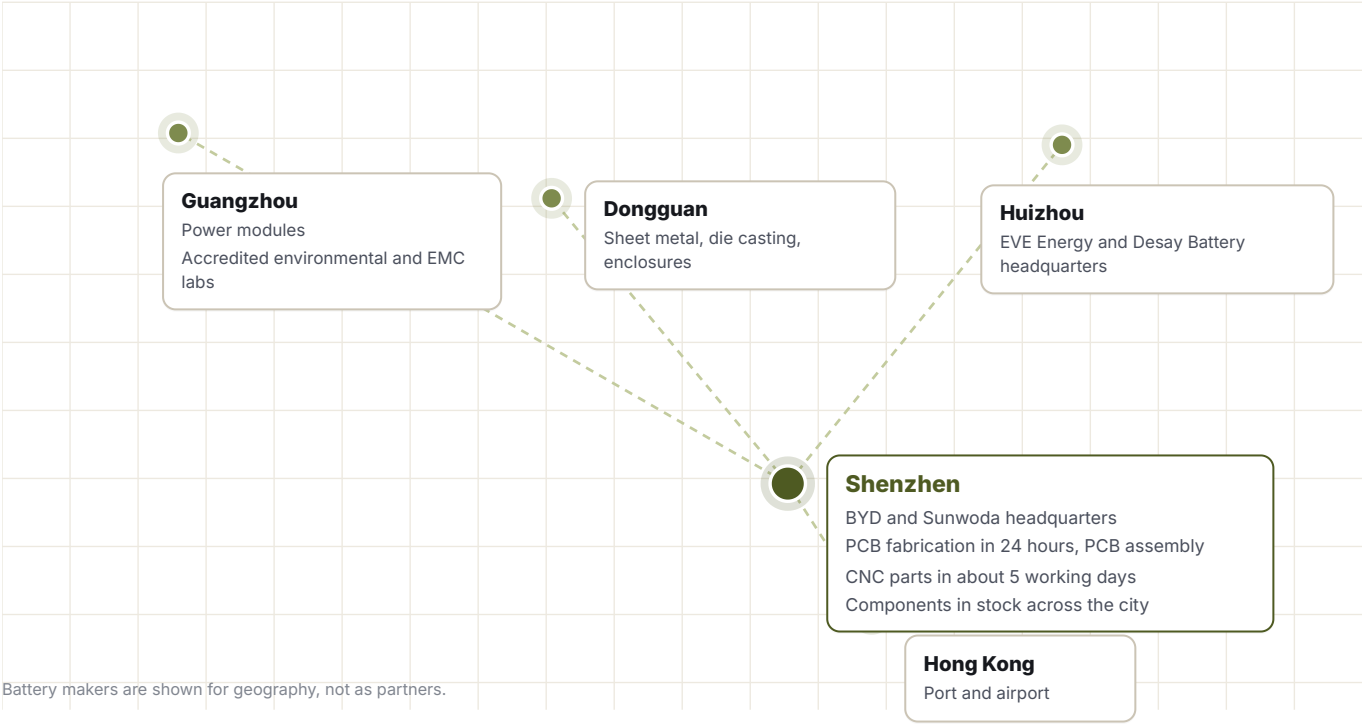
Phase 1, 16 semaines, prix fixe. Le compteur démarre à réception de la fiche technique de la batterie, d'au moins quatre batteries d'échantillon, du document d'interface de données de la batterie et d'échantillons de connecteurs, normalement dans les deux semaines suivant la commande. La phase 1 livre trois échantillons d'ingénierie fonctionnels, un rapport d'essais couvrant les points à risque (palier thermique, surtension MIL-STD-1275, pré-scan CEM) et une matrice de conformité qui répond à chaque ligne de la spécification par une réponse de conception et une méthode de vérification.

Phase 2, prix fixe établi dans les deux semaines suivant la phase 1. Gel de la conception, unités de préqualification vers la semaine 30 et un plan d'essais couvrant MIL-STD-810, 461 et 1275 en un seul document. Au paiement de la phase 2, le dossier complet de conception change de mains : schémas, fichiers de circuits imprimés, code source du micrologiciel, CAO mécanique, procédures d'essai et nomenclature avec sources d'approvisionnement. Le client peut alors faire fabriquer le chargeur n'importe où.

Qualification et production. La qualification revient au client, avec notre plan d'essais, nos données de pré-conformité et nos actions correctives en appui. Les lots de production suivent 16 à 20 semaines après commande, et le coût de développement peut être déduit des unités de série. Ce que coûtent les chargeurs militaires comparables, et où se situe une fabrication sur mesure par rapport à eux, est détaillé dans Prix des chargeurs de batteries militaires multi-baies en 2026.

Pourquoi Shenzhen

Figure 6. Fabricants de batteries, cartes, usinage et laboratoires d'essais à courte distance les uns des autres.



Source: Company headquarters from public company information; supply-chain lead times are typical Shenzhen figures, November 2026.

La vitesse et le coût viennent de la géographie. Shenzhen accueille les sièges de BYD et de Sunwoda, et EVE Energy et Desay Battery ont leur siège dans la ville voisine de Huizhou : les ingénieurs qui connaissent les cellules lithium, la gestion des batteries et leurs modes de défaillance ne sont jamais loin. Une carte prototype revient en 24 heures, une pièce usinée en environ cinq jours ouvrés, et presque chaque composant est en stock quelque part dans la ville. Les laboratoires d'essais environnementaux et CEM disposant des accréditations qu'exige un rapport d'essais se trouvent à Shenzhen et à Guangzhou. En pratique, une itération de conception passe de plusieurs semaines à quelques jours, et c'est une grande partie de la raison pour laquelle la plateforme peut être proposée bien en dessous des prix des fournisseurs établis. Les fabricants de batteries sont cités pour la géographie, non comme partenaires.

Ce qu'il faut envoyer pour un devis

Un premier e-mail utile répond à la plupart de ces points, le reste peut suivre :

- **La batterie :** modèle et fiche technique ; les batteries d'échantillon viennent plus tard.
- **Baies :** combien, et combien doivent charger simultanément.

- **Puissance :** sources d'entrée (secteur, véhicule 12 ou 24 V, les deux) et le temps de charge nécessaire.
- **Données :** ce qu'il faut lire dans la mémoire de la batterie ou y écrire.
- **Environnement et normes,** avec révisions : températures, étanchéité, MIL-STD-810, 461, 1275, sécurité.
- **Contraintes :** taille, poids, couleur et marquage.
- **Quantités et dates :** prototypes, premier lot, volume annuel et date à laquelle il vous faut les échantillons.

Envoyez-le à i@tanshuai.com. Je réponds avec les questions qui décident de la conception et, une fois la batterie claire, un prix fixe pour la phase 1. Si vous rédigez encore votre propre spécification, ma check-list de conception MIL-STD-1275, 810 et 461 montre quelles clauses font les coûts.

Sources

1. Tan Shuai, MIL-STD-1275, 810 and 461 for Battery Chargers: A Design Checklist (companion note). https://tanshuai.com/blog/mil-std-1275-810-461-battery-charger-design-checklist
2. Texas Instruments, BQ25756 bidirectional buck-boost charge controller. https://www.ti.com/product/BQ25756
3. Mornsun, LMF200 series AC-DC module datasheet (thermal derating). https://www.mornsun-power.com/public/uploads/pdf/LMF200-23BxxUH.pdf
4. Mean Well UHP-200-48 (Octopart listing). https://octopart.com/part/mean-well/UHP-200-48
5. MIL-STD-1275E (2013). https://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-1100-1299/MIL-STD-1275E_45886/
6. MIL-STD-461G (2015). https://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0300-0499/MIL-STD-461G_53571/
7. MIL-STD-810E (1989) and 810H (2019) method equivalents. https://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0800-0899/MIL-STD-810E_13775/
8. Battery University, BU-410: Charging at high and low temperatures. https://batteryuniversity.com/article/bu-410-charging-at-high-and-low-temperatures
9. BYD Company (headquarters: Shenzhen). https://en.wikipedia.org/wiki/BYD_Company
10. Sunwoda Electronic (headquarters: Shenzhen). https://en.wikipedia.org/wiki/Sunwoda
11. EVE Energy (headquarters: Huizhou). https://en.wikipedia.org/wiki/EVE_Energy
12. Huizhou Desay Battery Co., Ltd. (Huizhou). https://ees-europe.com/exhibitorlist/huizhou-desay-battery-coltd
13. JLCPCB, PCB prototype service (24-hour builds). https://jlcpcb.com/

À propos de l'auteur

Tan Shuai est un technologue et fondateur avec plus de vingt ans de travail dans les puces, le matériel et les logiciels système, et 20 brevets délivrés. Son travail l'a mené à travers la Silicon Valley, New York, Chicago, Taïwan, la Grande Baie (Shenzhen et Hong Kong), le Vietnam et la Malaisie, avec un long intérêt pour la fabrication avancée et les chaînes d'approvisionnement. Aujourd'hui, il travaille comme chercheur et développeur en IA, et construit de l'électronique durcie sur mesure avec des partenaires de fabrication à Shenzhen.

Projets de chargeurs sur mesure et échanges techniques : i@tanshuai.com.