



Agence de Promotion
de l'Industrie et de l'Innovation

Fiche professionnelle de projet

« Fabrication de bornes de recharge pour véhicules électriques »



Soutenu par



Mise en oeuvre par



Avril 2025

SOMMAIRE

1. FICHE SYNTHÉTIQUE DU PROJET	03
2. PRÉSENTATION DU PROJET	04
2.1. DESCRIPTION DU PROJET.....	04
2.2. DÉFINITIONS CLEFS.....	05
2.3. JUSTIFICATION DE L'OPPORTUNITÉ.....	06
3. ANALYSE DU MARCHÉ	08
3.1. SEGMENTATION DE LA DEMANDE.....	08
3.2. MARCHÉ LOCAL.....	09
3.3. MARCHÉ INTERNATIONAL.....	13
3.4. LES PERSPECTIVES DE LA DEMANDE.....	18
3.5. STRATÉGIE MARKETING.....	22
4. COMPOSANTES TECHNIQUES DU PROJET	25
4.1. PROCESS ET BESOINS EN ÉQUIPEMENTS.....	25
4.2. ACTIVITÉS CLEFS.....	28
4.3. INTRANTS ET MATIÈRES PREMIÈRES.....	31
4.4. BESOINS EN RESSOURCES HUMAINES.....	32
4.5. INNOVATION ET DIGITALISATION.....	33
5. RÉGLEMENTATION, DURABILITÉ ET CERTIFICATIONS	35
5.1. NORMES ET RÉGLEMENTATION NATIONALES.....	35
5.2. NORMES ET RÉGLEMENTATION INTERNATIONALES.....	35
5.3. CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES.....	36
5.4. CERTIFICATIONS.....	37
6. ANALYSE SWOT DU PROJET	38
7. INVESTISSEMENT ET RENTABILITÉ PRÉVISIONNELLE	40
7.1. BESOINS EN INVESTISSEMENT ET FINANCEMENT.....	40
7.2. PRÉVISIONS D'ACTIVITÉ.....	41
7.3. PRÉVISIONS DE CHARGE.....	42
7.4. RENTABILITÉ.....	43
7.5. GESTION DES RISQUES.....	44
8. ANNEXES	46
8.1. STATISTIQUES DÉTAILLÉES.....	46
8.2. ADRESSES UTILES.....	47
8.3. PROJECTIONS DE RENTABILITÉ.....	49

ACRONYMES

AC	Alternating Current (Courant Alternatif)
AIE	Agence Internationale de l'Energie
ANME	Agence National de Maîtrise de l'Energie
APII	Agence de Promotion de l'Industrie et de l'Innovation
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CCS	Combined Charging System
CEM	Champ Electromagnétique
CHAdemo	CHArge de MOve
CRM	Customer Relationship Mangement
DC	Direct Current (Courant Continu)
ERP	Entreprise Resource Planning
INNOPRI	Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle (INNORPI)
INS	Institut National de la Statistiques
mDT	mille Dinars Tunisiens
MES	Manufacturing Execution System
MDT	Millions de Dinars Tunisiens
PCI	Product Complexity Index
R&D	Recherche et Développement
SAV	Service Après-Vente
SH	Système Harmonisé
VAN	Valeur Actualisée Nette
VE	Véhicules Electriques
TCAC	Taux de Croissance Annuel Composé
TRI	Taux de Rentabilité Interne
UE	Union Européenne

1. Fiche synthétique du projet

DESCRIPTION

Le projet vise à établir une unité de production de bornes de recharge pour véhicules électriques en Tunisie, répondant aux besoins croissants du marché local et international

OPPORTUNITÉ

Ce projet s'inscrit dans la dynamique de transition énergétique mondiale et répond aux objectifs nationaux de développement de la mobilité électrique. Il capitalise sur l'absence actuelle de fabrication locale et le fort potentiel de croissance du marché.

■ Produits

- Bornes de recharge de faible puissance (3-22 kW en courant alternatif AC)
- Bornes de recharge rapide et ultra-rapide (50-150 kW en courant continu DC)
- Services associés : Installation, supervision, maintenance

■ Investissement

Investissement Total : 5,5 MDT

- Terrain et constructions : 1,5 MDT
- Agencement et installations : 0,750 MDT
- Equipements et outils industriels : 2,1 MDT
- Autres : 0,650 MDT
- FdR: 0,5 MDT

■ CA en régime de croisière

10 MDT

■ Financement

- Capital : 2,2 MDT
- Crédit : 3,3 MDT

■ Capacité

2000 bornes de recharge par an

■ Emplois

50 dont 34 cadres, techniciens et agents de maîtrise

■ Rentabilité

- TRI : 22%
- VAN : 1 542 mDT
- Retour sur investissement : 5 ans

2. Présentation du projet

2.1. DESCRIPTION DU PROJET

Le projet de fabrication de bornes de recharge pour véhicules électriques en Tunisie vise à établir une unité de production de pointe, capable de répondre aux besoins croissants du marché local et d'exporter vers les marchés internationaux, notamment africains et méditerranéens.

Cette initiative s'inscrit dans le cadre de la stratégie nationale de transition énergétique et de développement de la mobilité électrique. Elle vise à positionner la Tunisie comme un acteur clé dans la chaîne de valeur des infrastructures de recharge pour véhicules électriques.



Le projet comprend les éléments suivants :

- 1 Une unité de production moderne, dotée d'équipements performants pour la fabrication de bornes de recharge.
- 2 Un département R&D pour le développement continu des produits et l'adaptation aux normes internationales.
- 3 Une équipe d'ingénierie pour la conception de solutions sur mesure et l'intégration de technologies innovantes.
- 4 Un service d'installation et de maintenance pour assurer un support complet aux clients.
- 5 Une plateforme logicielle de gestion à distance des bornes de recharge.

Les produits principaux seront :

- Des bornes de recharge de faible puissance (3 à 22 kW en courant alternatif AC), destinées principalement aux installations résidentielles et aux parkings d'entreprises.
- Des bornes de recharge rapide et ultra-rapide (50 à 150 kW en courant continu DC), conçues pour les stations-service, les aires d'autoroute et les zones à fort trafic.

En plus de la fabrication, le projet inclut des services à forte valeur ajoutée portant sur :

- L'Installation et la mise en service des bornes
- La supervision et la maintenance préventive/curative
- La formation des utilisateurs et des techniciens
- Support technique et service après-vente.

2.2. DÉFINITIONS CLEFS

Dans le contexte de ce projet, il est important de clarifier certains termes techniques :

01.

Borne de recharge

Équipement fixe connecté à un réseau électrique, permettant la recharge des batteries des véhicules électriques. Elle peut être installée sur la voie publique, dans des parkings privés ou publics, ou chez des particuliers.

03.

Recharge rapide (DC)

Utilise du courant continu pour une recharge plus rapide, généralement sur les axes routiers ou dans les stations de service. La puissance varie généralement de 50 à 150 kW (et peut atteindre pour certains produits 350 kW), permettant une recharge à 80% en 20 à 40 minutes.

02.

Recharge lente (AC)

Utilise du courant alternatif, généralement pour des charges à domicile. La puissance varie de 3 à 22 kW, permettant une recharge complète en 4 à 12 heures selon la capacité de la batterie et de la puissance du chargeur.

04.

Protocole de communication

Ensemble de règles permettant la communication entre le véhicule et la borne de recharge. Les principaux standards sont CHAdeMO, CCS (Combined Charging System) et le protocole Tesla.

2.3. JUSTIFICATION DE L'OPPORTUNITÉ

Le projet de fabrication de bornes de recharge pour véhicules électriques en Tunisie représente une opportunité stratégique majeure, justifiée par plusieurs facteurs clés :

Croissance du marché des véhicules électriques

- Le marché des véhicules électriques connaît une expansion remarquable à l'échelle mondiale, avec une augmentation des ventes de 108% entre 2020 et 2021 et 55% entre 2021 et 2022, atteignant 10 millions d'unités en 2022 selon l'Agence Internationale de l'Énergie. Bien qu'encore émergent en Tunisie (environ 150 véhicules électriques immatriculés en Tunisie¹), ce marché présente un fort potentiel de croissance, soutenu par des politiques gouvernementales favorables, laissant présager une demande croissante pour les infrastructures de recharge dans les années à venir.
- En effet, le gouvernement tunisien a établi des objectifs ambitieux pour le déploiement de la mobilité électrique, visant 5000 voitures électriques et 500 stations de recharge d'ici 2025, puis 50 000 voitures et 5000 stations d'ici 2030. Ces objectifs créent une demande locale substantielle et prévisible pour les bornes de recharge, offrant un cadre propice au développement d'une industrie locale dans ce secteur.

Absence de fabrication locale

- L'absence actuelle de fabrication locale de bornes de recharge en Tunisie représente une opportunité unique pour ce projet. En tant que premier entrant sur le marché, l'entreprise pourrait bénéficier d'avantages significatifs, notamment en termes de compétitivité (réduction des délais de commande et flexibilité dans l'adaptation des produits aux exigences locales), de parts de marché, de reconnaissance de marque et de relations privilégiées avec les acteurs locaux du secteur de la mobilité électrique.

Produit à forte valeur ajoutée

- Avec un Product Complexity Index (PCI) de 0,912 en 2021², les bornes de recharge sont considérées comme un produit à forte valeur ajoutée. La fabrication locale de ces équipements permettra de développer des compétences techniques avancées et de créer des emplois qualifiés, contribuant ainsi à l'économie du savoir du pays.

¹ Selon l'Agence Nationale de Maîtrise de l'Énergie

² Indice publié par le Harvard Growth Lab, (En fonction du produit, le PCI a varié en 2021 entre -3,37 et 2,31)

Contribution à la transition énergétique

- Ce projet s'inscrit parfaitement dans les objectifs de transition énergétique et de réduction des émissions de CO₂ de la Tunisie. En facilitant l'adoption des véhicules électriques, il contribuera à la diminution de la dépendance aux énergies fossiles et à l'amélioration de la qualité de l'air, tout en favorisant le positionnement de la Tunisie comme un leader régional dans le domaine de la mobilité électrique.

Potentiel d'exportation

- Avec un objectif de 20% du chiffre d'affaires à l'export, le projet bénéficie de la position géographique stratégique de la Tunisie. Cette localisation offre un accès privilégié aux marchés africains et méditerranéens en pleine croissance, permettant à l'entreprise de se positionner comme un fournisseur clé de solutions de recharge électrique dans la région.

Synergie avec l'industrie locale

- Le projet pourra capitaliser sur l'expertise tunisienne existante dans les domaines de l'électronique et de la mécanique. Cette synergie renforcera l'écosystème industriel local, créant des opportunités pour les sous-traitants tunisiens et favorisant le développement d'une chaîne de valeur complète autour de la mobilité électrique dans le pays.

Opportunité de partenariat avec des acteurs internationaux

- Le projet de fabrication de bornes de recharge électriques en Tunisie offre une opportunité de collaboration avec des acteurs internationaux leaders dans ce domaine. Ces partenariats stratégiques pourraient se concrétiser dès la phase de conception du projet ou dans le cadre d'une extension future du projet, apportant un double avantage. D'une part, les partenaires internationaux pourraient contribuer leur expertise technologique avancée, permettant à la Tunisie d'accéder rapidement aux dernières innovations du secteur. D'autre part, ces acteurs pourraient également participer financièrement à l'investissement initial, réduisant ainsi le risque financier et renforçant la viabilité économique du projet. Cette approche collaborative positionnerait la Tunisie comme un hub régional dans la chaîne de valeur mondiale de la mobilité électrique, tout en accélérant le transfert de compétences et en stimulant l'innovation locale



En conclusion, ce projet représente non seulement une opportunité économique significative, mais aussi un levier stratégique pour positionner la Tunisie à l'avant-garde de la révolution de la mobilité électrique dans la région.

3. Analyse du marché

3.1. SEGMENTATION DE LA DEMANDE

Le marché des bornes de recharge pour véhicules électriques en Tunisie se caractérise par une diversité de segments, chacun ayant des spécificités en termes de besoins techniques (puissance de charge, type de connecteurs), de modèles économiques (paiement à l'usage, abonnement) et de services associés (réservation, maintenance).

Les principaux segments identifiés, ainsi que leurs spécificités sont récapitulés au tableau suivant :



SEGMENT	SPÉCIFICITÉS
<p>Particuliers : Propriétaires de véhicules électriques résidant en maisons individuelles, recherchant des solutions de recharge domestique pratiques et abordables.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Besoins techniques : Charge lente (3-7 kW) • Modèles économiques : Achat direct du matériel et forfait d'installation • Services associés : Installation à domicile et support technique
<p>Copropriétés et résidences collectives : Gestionnaires d'immeubles souhaitant équiper leurs parkings de bornes partagées pour satisfaire les résidents propriétaires de véhicules électriques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Besoins techniques : Charge semi-rapide (11-22 kW) ; Systèmes de partage de puissance ; Compatibilité multi-véhicules • Modèles économiques : Leasing ou achat groupé ; • Services associés : Gestion de l'accès et des utilisateurs; Maintenance régulière ; Système de répartition des coûts
<p>Entreprises : Sociétés offrant des solutions de recharge à leurs employés et visiteurs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Besoins spécifiques : Charge semi-rapide à rapide (22-50 kW) ; • Modèles économiques : Location longue durée ; Achat avec contrat de service • Services associés : Logiciel de gestion de flotte ; Rapports d'utilisation ; Maintenance préventive
<p>Zones commerciales et aires de stationnement : Centres commerciaux, parkings publics et aéroports cherchant à attirer une clientèle de plus en plus sensible à la mobilité électrique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Besoins techniques : Charge rapide (50+ kW) ; Variété de connecteurs ; Haute disponibilité • Modèles économiques : Location longue durée ou achat avec contrat de service ; Paiement à l'usage par les utilisateurs ; • Services associés : Réservation en ligne ; Intégration aux systèmes de parking ; Support client 24/7

SEGMENT	SPÉCIFICITÉS
<p>Stations de services : Réseaux de distribution de carburant souhaitant diversifier leur offre pour s'adapter à l'évolution du marché automobile.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Besoins techniques : Charge rapide (50+kW) et ultra-rapide (150+ kW) ; Compatibilité tous véhicules • Modèles économiques : Location longue durée ou achat avec contrat de service ; Paiement à l'usage par les utilisateurs ; Intégration aux cartes carburant • Services associés : Mode de paiement facile (carte, en ligne)
<p>Collectivités locales Municipalités déployant des infrastructures de recharge publique dans le cadre de leurs politiques de mobilité durable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Besoins techniques : Mix de charges lentes et rapides ; Robustesse • Modèles économiques : Financement public ; Partenariats public-privé • Services associés : Maintenance régulière
<p>Gestionnaires de réseaux de recharge VE Entreprises spécialisées qui louent des espaces publics ou privés pour y installer et exploiter des réseaux de bornes de recharge, offrant leurs services aux automobilistes de véhicules électriques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Besoins techniques : Gamme complète de bornes (lentes, semi-rapides, rapides) ; Systèmes de gestion de réseau avancés ; Interopérabilité avec différents standards de recharge ; Solutions de télémaintenance • Modèles économiques : Achat en gros ou leasing de bornes ; Paiement à la charge par les utilisateurs ; Abonnements pour les utilisateurs fréquents • Services associés : Plateforme de gestion de réseau complète ; Application mobile pour les utilisateurs (localisation, réservation, paiement) ; Service client 24/7 ; Maintenance préventive et corrective ; Services de facturation et de gestion des abonnements

3.2.MARCHÉ LOCAL

Le marché local des bornes de recharge en Tunisie est encore émergent mais présente un fort potentiel de croissance, stimulé par les politiques gouvernementales en faveur de la mobilité électrique.

3.2.1 L'offre sur le marché local

Le marché tunisien des bornes de recharge pour véhicules électriques est encore en phase de développement, avec une offre limitée mais en croissance. Les caractéristiques principales de cette offre se présentent comme suit :

◆ Production locale :

La production locale de bornes de recharge en Tunisie est actuellement inexistante. Cette absence crée une opportunité significative pour le présent projet.

◆ Importations :

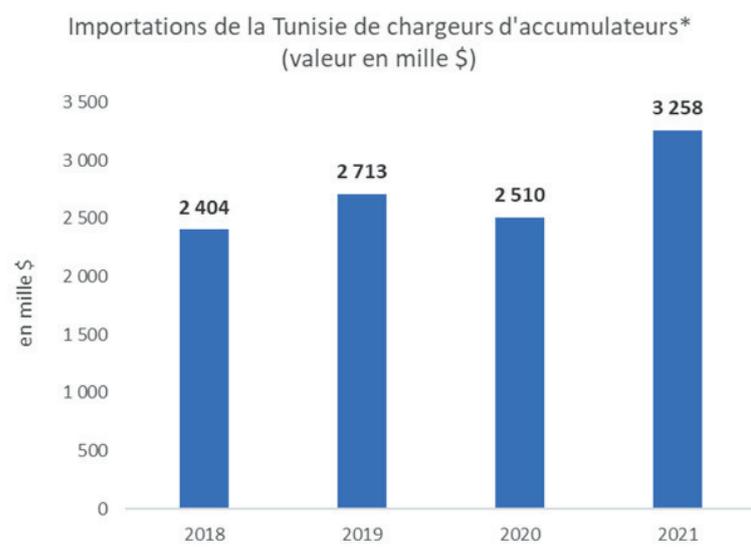
Le marché est dominé par des produits importés, principalement de Chine et d'Europe. Les marques les plus présentes en Tunisie sont :

- **Wallbox** : Entreprise espagnole fondée en 2015, spécialisée dans les solutions de recharge intelligentes pour véhicules électriques. Elle possède une usine en Chine depuis 2018, en joint-venture avec Changchun FAWSN.
- **ABB** : Multinationale suédo-suisse leader dans les technologies de l'énergie et de l'automatisation, offrant une gamme complète de solutions de recharge pour véhicules électriques.
- **BYD** : Entreprise chinoise majeure dans le secteur des véhicules électriques et des solutions énergétiques, proposant des bornes de recharge en complément de sa gamme de véhicules électriques.

D'autres marques comme Legrand et Schneider Electric ont la possibilité de distribuer à travers leurs réseaux de distributeurs électriques, mais leur présence effective sur le marché des bornes installées reste limitée.

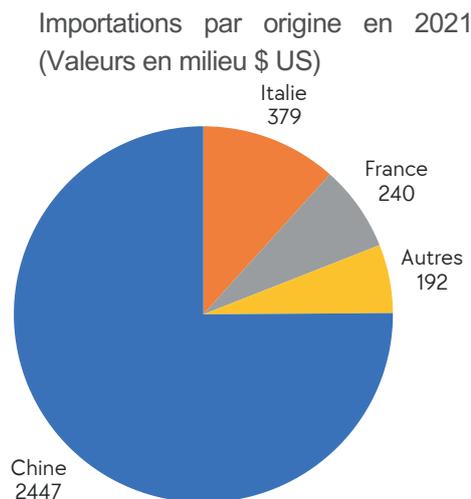
Comme le témoigne la figure suivante, les données de commerce international fournies par Trade Map révèlent une tendance en croissance des importations tunisiennes de bornes de recharge pour véhicules électriques. En 2021, ces importations ont atteint une valeur significative de 3,3 millions \$US, équivalant à environ 9 millions DT. Notons que cette tendance a connu une légère régression en 2020, due aux perturbations économiques et logistiques causées par la pandémie de COVID-19.

Figure 1 : Evolution des importations tunisiennes de bornes de recharge pour véhicules électriques
* CODE SH : 85044055003 / SOURCE : TRADE MAP



Les données du Trade Map montrent également que 3/4 des importations de l'année 2021 étaient originaires de la Chine et que près de 20% provenaient de l'Italie et de la France.

Figure 2 : Importations tunisiennes des bornes de recharge par pays d'origine
Source : Trade Map



◆ Distribution :

Le réseau de distribution des bornes de recharge en Tunisie est en développement, avec l'émergence de certains distributeurs spécialisés.

Parmi les distributeurs qui se sont positionnés sur le créneau des équipements pour la mobilité électrique, nous citons particulièrement :

- **Helios Tunisia**, filiale du groupe El Badr et représentant officiel de la marque BYD. Au-delà de la distribution de véhicules, Helios Tunisia a élargi son offre pour inclure la distribution et l'installation des bornes de recharge BYD.
- **SMS Electronics Distribution**, qui se concentre sur la distribution de la marque Wallbox.
- **Energika, filiale du groupe MPBS**, société spécialisée dans la distribution des équipements photovoltaïques et des solutions de recharge pour véhicules électriques. Elle distribue les bornes de recharge des marques ABB et Wallbox.

En complément de ces acteurs spécialisés, le marché bénéficie également de l'implication de sociétés traditionnelles de distribution de matériel électrique qui ont élargi leur offre pour inclure les bornes de recharge.

3.2.2 Demande locale

Selon l'Agence Nationale de Maîtrise de l'Energie (ANME), on compte actuellement environ 150 bornes de recharge installées. Bien qu'encore à ses débuts, la demande sur ces produits montre des signes prometteurs de croissance qui sont intrinsèquement liés au développement du marché des véhicules électriques (VE) dans le pays.

Toujours selon l'ANME, le nombre de véhicules électriques (équipés d'un moteur électrique seulement) immatriculés en Tunisie est d'environ 150. Pour stimuler ce marché, le gouvernement tunisien a fixé des objectifs ambitieux visant à atteindre 500 voitures électriques, 500 bornes de recharge et 5 MW de puissance installée d'ici 2025, puis 50 000 voitures, 5 000 bornes et 50 MW à l'horizon 2030.

Dans ce cadre, une série de mesures incitatives ont été mises en place pour soutenir ces objectifs. Ces mesures incluent :

- La réduction à 0% des droits de douane sur les véhicules électriques (loi de finances 2022).
- La réduction de la TVA de 19% à 7%, la Réduction de 50% de la taxe de circulation (vignette) et la baisse de 50% des droits d'immatriculation sur les véhicules électriques (loi de finances 2024).
- La réduction temporaire (jusqu'au 31 décembre 2023) des droits de douane à 10% et de la TVA à 7% sur les équipements de recharge des voitures électriques.

En parallèle de ces mesures fiscales, un travail important est en cours sur le cadre réglementaire et normatif. Un projet d'arrêté vise à organiser le service de recharge via un cahier des charges, tandis que la norme relative à la nomenclature d'activités tunisiennes est en cours d'actualisation pour inclure le service de recharge des batteries des VE. Une stratégie nationale sur la mobilité électrique est également en cours d'élaboration.

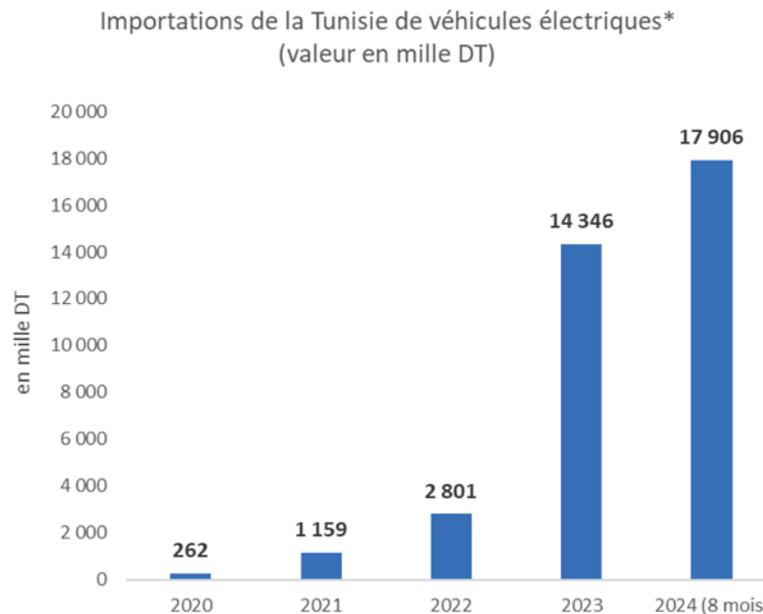
Sur le plan technique, plusieurs initiatives sont prévues ou en cours de réalisation. Elles comprennent un plan de renforcement des capacités des acteurs impliqués, l'élaboration de spécifications techniques et la création de guides pratiques. L'INNORPI, avec l'appui de l'ANME, travaille à la mise en place d'un cadre normatif spécifique, et des discussions sont en cours pour la création d'un laboratoire dédié à la vérification de la conformité des équipements.

Concernant la tarification du service de recharge, les autorités ont opté pour une politique non administrée, avec une obligation d'affichage des tarifs et l'adoption de tarifs spécifiques encourageant la recharge intelligente et nocturne.

Outre ces efforts déployés par l'Etat, d'autres facteurs ont favorisé la croissance du marché des véhicules électriques en Tunisie tels que le désir croissant des particuliers et des entreprises d'optimiser leurs coûts de transport face à l'augmentation du prix du carburant. Les exigences de décarbonisation, particulièrement pour les entreprises exportatrices, contribuent également à cette tendance positive. Cette dynamique de croissance s'affirme malgré certains freins persistants, notamment le coût d'acquisition encore élevé des véhicules électriques et le développement en cours des infrastructures de recharge.

Les statistiques de commerce extérieur de l'INS confirment cette tendance à la hausse de la demande des VE. En effet, les importations tunisiennes de VE ont connu une croissance spectaculaire, passant de 2,8 millions de dinars en 2022 à 14,3 millions en 2023. Cette progression s'est encore accentuée en 2024, atteignant 17,9 millions de dinars sur les huit premiers mois de l'année.

Figure 3 : Evolution des importations tunisiennes de véhicules électriques



* VÉHICULES ÉQUIPÉS DE MOTEUR ÉLECTRIQUE SEULEMENT ; CODE SH : 870380
SOURCE : INS

3.3. MARCHÉ INTERNATIONAL

Le marché mondial des bornes de recharge pour véhicules électriques connaît actuellement une croissance exponentielle, portée par une convergence de facteurs favorables. Cette expansion rapide est intimement liée à l'essor spectaculaire du marché des véhicules électriques, qui constitue le principal moteur de la demande en infrastructures de recharge.

Pour bien comprendre les dynamiques à l'œuvre dans le secteur des bornes de recharge, il est essentiel d'examiner d'abord l'évolution remarquable du marché des véhicules électriques.

3.3.1 Le marché mondial des véhicules électriques

Le marché des véhicules électriques (VE) connaît une expansion sans précédent à l'échelle mondiale. Selon le rapport « Global EV Outlook 2023 » de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), les ventes de voitures électriques ont franchi en 2022 un nouveau cap en dépassant les 10 millions d'unités. Cette performance représente 14% des ventes totales de voitures neuves, une progression spectaculaire par rapport aux 9% de 2021 et aux moins de 5% de 2020. Cette croissance rapide témoigne d'une accélération significative de l'adoption des VE dans le monde.

La Chine maintient sa position de leader incontesté, représentant environ 60% des ventes mondiales de voitures électriques. Le pays a déjà dépassé son objectif de ventes de véhicules à nouvelles énergies fixé pour 2025, démontrant la rapidité de sa transition vers la mobilité électrique.

L'Europe se positionne comme le deuxième marché le plus important. En 2022, plus d'une voiture sur cinq vendues en Europe était électrique, la part de marché des VE dépassant 20%. Cette performance reflète les politiques ambitieuses de l'Union Européenne en matière de réduction des émissions de CO2 dans le secteur des transports.

Les États-Unis, troisième marché mondial, ont connu une croissance remarquable avec une augmentation de 55% des ventes de VE en 2022, atteignant une part de marché de 8%. Cette progression rapide est soutenue par des initiatives fédérales et étatiques visant à promouvoir l'adoption des véhicules électriques.

Les prévisions pour 2023 sont extrêmement positives. L'AIE anticipe des ventes de 14 millions d'unités, ce qui représenterait une augmentation de 35% par rapport à 2022. Si ces projections se concrétisent, les voitures électriques pourraient représenter 18% des ventes totales de voitures en 2023, marquant une nouvelle étape dans la transition vers la mobilité électrique.

À plus long terme, selon le scénario des politiques annoncées (STEPS) de l'AIE, la part des ventes de voitures électriques pourrait atteindre 35% au niveau mondial d'ici 2030. Les projections par région sont encore plus ambitieuses :

- En Chine, cette part pourrait atteindre 40%.
- Aux États-Unis, elle pourrait doubler pour atteindre 20%
- En Europe, elle pourrait se maintenir autour de 25%

Le succès des véhicules électriques est largement attribué aux politiques gouvernementales ambitieuses mises en place dans de nombreux pays.

En Europe, l'Union Européenne a adopté de nouvelles normes de CO₂ pour les voitures et les camionnettes, alignées sur les objectifs 2030 du paquet "Fit for 55". Ces réglementations strictes poussent les constructeurs à électrifier rapidement leurs gammes.

Aux États-Unis, l'Inflation Reduction Act (IRA), combiné à l'adoption par plusieurs États de la règle "Advanced Clean Cars II" de la Californie, pourrait permettre d'atteindre une part de marché de 50% pour les voitures électriques en 2030, conformément à l'objectif national. La mise en œuvre des normes d'émissions récemment proposées par l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) devrait encore augmenter cette part.

En Chine, les politiques de soutien à long terme, comprenant des subventions, des incitations fiscales et des restrictions sur les véhicules à combustion interne dans certaines villes, ont contribué à la croissance rapide du marché des VE.

La transition électrique s'étend également à d'autres segments de véhicules :

- Les deux et trois-roues électriques sont déjà très répandus, notamment dans les pays en développement. En Inde, plus de la moitié des immatriculations de trois-roues en 2022 étaient électriques.
- Les ventes de véhicules utilitaires légers électriques ont augmenté de 90% en 2022, atteignant plus de 310 000 unités.
- En 2022, près de 66 000 bus électriques et 60 000 camions moyens et lourds électriques ont été vendus dans le monde, représentant environ 4,5% des ventes totales de bus et 1,2% des ventes de camions.

3.3.2 Le marché mondial des bornes de recharge pour VE

■ Estimation du marché et perspectives d'évolution

Le marché mondial des bornes de recharge pour véhicules électriques connaît une croissance remarquable, comme en témoignent plusieurs études récentes de cabinets d'analyse reconnus :

- Fortune Business Insights estime, dans son rapport de 2023, que le marché représentait 23,2 milliards de dollars en 2022 et projette une expansion considérable pour atteindre 217 milliards de dollars d'ici 2030, avec un taux de croissance annuel composé (TCAC) impressionnant de 32,1% sur la période 2023-2030.
- Precedence Research offre une perspective encore plus optimiste dans son analyse de 2023. Selon leurs estimations, le marché, évalué à 19,27 milliards de dollars en 2022, pourrait atteindre 304,41 milliards de dollars d'ici 2030, suggérant un TCAC exceptionnel de 41,5% entre 2023 et 2030.
- De son côté, Mordor Intelligence présente des chiffres légèrement différents mais tout aussi prometteurs dans son rapport de 2023. L'entreprise évalue la taille du marché à 25,56 milliards de dollars en 2023 et prévoit une croissance jusqu'à 149,91 milliards de dollars d'ici 2028, ce qui se traduit par un TCAC de 42,49% sur cette période de cinq ans.
- BloombergNEF adopte une approche différente en se concentrant sur les investissements cumulés. Leur rapport de 2023 prévoit un investissement total de 1 100 milliards de dollars dans les infrastructures de recharge publiques d'ici 2040, avec une estimation d'environ 200 milliards de dollars atteints vers 2030.

Bien que ces projections varient considérablement, reflétant l'incertitude inhérente aux prévisions à long terme dans un marché en évolution rapide, elles convergent toutes vers une croissance substantielle du secteur. En synthétisant ces différentes sources, on peut raisonnablement estimer que la taille actuelle du marché se situe entre **20 et 25 milliards \$**, avec des projections pour 2030 oscillant entre **200 et 250 milliards \$**. Le taux de croissance annuel composé pourrait se situer entre **30% et 35% sur la période 2023-2030**.

Il est important de noter que ces projections restent sujettes à de nombreux facteurs externes, tels que l'évolution des politiques gouvernementales, les avancées technologiques, les conditions économiques mondiales et le rythme d'adoption des véhicules électriques par les consommateurs. Néanmoins, le consensus général parmi ces analyses de marché pointe vers une croissance exceptionnelle du secteur des bornes de recharge pour VE dans les années à venir.

■ Principaux marchés

Le marché mondial des bornes de recharge pour véhicules électriques est dominé par trois régions principales : la Chine, l'Europe et les États-Unis, chacune présentant des caractéristiques et des dynamiques de croissance distinctes.

La Chine s'affirme comme le leader incontesté de ce marché. Selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), le pays comptait environ 1,15 million de chargeurs publics installés fin 2021. La croissance du marché chinois ne montre aucun signe de ralentissement. Selon la China Electric Vehicle Charging Infrastructure Promotion Alliance, les ventes domestiques de bornes de recharge ont atteint 3,52 millions d'unités en 2022, marquant une hausse spectaculaire de 109,7% par rapport à 2021. La domination chinoise s'étend également aux exportations, avec des ventes de "stations de recharge pour véhicules électriques" atteignant 3,5 milliards de dollars en 2021, soit une augmentation de 45% par rapport à l'année précédente, comme le rapporte l'Organisation Mondiale du Commerce.

L'Europe se positionne comme le deuxième marché mondial des bornes de recharge. L'Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (ACEA) rapporte une croissance significative du nombre de points de recharge publics dans l'Union Européenne, passant de 307 000 en 2020 à 462 000 en 2022, soit une augmentation de 50% en seulement deux ans. Au sein de l'Europe, les Pays-Bas se distinguent avec le plus grand nombre de points de recharge en 2022, totalisant 111 821 unités. L'Allemagne suit de près avec 84 784 points, tandis que la France en compte 83 317. L'engagement européen dans ce secteur se reflète également dans les investissements massifs, comme en témoigne l'annonce du gouvernement allemand d'un plan de 5,5 milliards d'euros pour le développement des infrastructures de recharge d'ici 2025. Le Royaume-Uni, bien que ne faisant plus partie de l'UE, poursuit également des objectifs ambitieux, visant 300 000 points de charge publics d'ici 2030.

Les États-Unis, troisième acteur majeur de ce marché, affichent une croissance soutenue. Selon le Département de l'Énergie américain, le pays comptait plus de 140 000 points de recharge publics fin 2022. L'ambition américaine dans ce domaine est illustrée par l'objectif fixé par le gouvernement de déployer 500 000 bornes d'ici 2030. Le marché américain de la fabrication de bornes de recharge devrait connaître une expansion significative, avec des projections atteignant 2,5 milliards de dollars d'ici 2027, selon un rapport d'IBISWorld.

■ Principaux fabricants

Parmi les principaux fabricants mondiaux de bornes de recharge pour VE, nous pouvons citer:

- ABB (Suisse/ Suède): Leader reconnu pour ses solutions de recharge rapide et ultra-rapide, avec un chiffre d'affaires de 1,4 milliard de dollars dans son segment E-mobility en 2022.
- ChargePoint (États-Unis): Plus grand réseau de recharge en Amérique du Nord, avec des revenus de 468 millions \$ en 2023.
- Tesla (États-Unis): Bien que principalement connu pour ses véhicules électriques, Tesla a déployé plus de 45 000 Superchargeurs dans le monde fin 2022.
- Schneider Electric (France): Offre une gamme complète de solutions de recharge et est présent dans plus de 100 pays.
- Siemens (Allemagne): Son segment Smart Infrastructure, qui inclut les solutions de recharge, a généré des revenus de 15,9 milliards d'euros en 2022.
- TELD New Energy (Chine): Plus grand opérateur de bornes de recharge en Chine avec plus de 300 000 bornes installées.
- Star Charge (Chine): Un des leaders chinois avec une capacité de production annuelle de 500 000 bornes.
- EVBox (Pays-Bas): A installé plus de 500 000 points de recharge dans plus de 70 pays.
- BYD (Chine): Grand fabricant de VE qui produit également des bornes de recharge.
- Wallbox (Espagne): Entreprise en forte croissance, avec un chiffre d'affaires de 164 millions d'euros en 2022, en hausse de 93% par rapport à 2021.

Cette liste reflète un mélange d'entreprises établies et de nouveaux entrants, avec une forte représentation des entreprises chinoises, européennes et américaines. Il est important de noter que le classement peut varier selon les critères utilisés (chiffre d'affaires, nombre de bornes installées, présence géographique, etc.) et que le marché évolue rapidement, avec de nouveaux acteurs émergeant régulièrement.

■ Echanges mondiaux

Le commerce international des bornes de recharge est en pleine expansion, bien que les données précises soient difficiles à obtenir en raison de la classification douanière variée de ces produits.

- **La Chine** est le plus grand exportateur, avec des exportations de "stations de recharge pour véhicules électriques" atteignant 3,5 milliards de dollars en 2021, en hausse de 45% par rapport à 2020.
- **L'Europe** est un important importateur et exportateur. L'Allemagne, par exemple, a exporté pour 1,1 milliard d'euros d'équipements de recharge en 2021 (Destatis).
- **Les États-Unis** ont importé pour environ 1,2 milliard de dollars d'équipements de recharge en 2021, principalement de Chine et d'Europe (US International Trade Commission).

- **Le Japon et la Corée du Sud** sont également des acteurs importants, avec des entreprises comme Panasonic et Hyundai qui exportent des technologies de recharge sur le marché mondial.

Ces échanges reflètent la mondialisation de la chaîne d'approvisionnement des bornes de recharge, avec une tendance croissante à la localisation de la production dans les grands marchés consommateurs pour réduire les coûts logistiques et répondre aux exigences de contenu local.

3.4 LES PERSPECTIVES DE LA DEMANDE

Les perspectives de la demande internationale et locale pour les bornes de recharge de véhicules électriques sont extrêmement prometteuses, reflétant la croissance rapide du marché des véhicules électriques et les politiques gouvernementales favorables à l'échelle mondiale.

3.4.1 Perspectives sur le marché international

Sur le plan international, le marché des bornes de recharge connaît une expansion spectaculaire. Selon diverses études de marché, la taille actuelle du marché se situe entre 20 et 25 milliards de dollars, avec des projections pour 2030 oscillant entre 200 et 250 milliards de dollars. Le taux de croissance annuel composé pourrait atteindre 30% à 35% sur la période 2023-2030. Cette croissance est principalement tirée par trois marchés clés : la Chine, l'Europe et les États-Unis.

Au niveau qualitatif, les principales tendances observées sur le marché international portent sur :

1 La diversification des types de bornes

Le marché connaît une segmentation croissante des offres de bornes de recharge, répondant à divers besoins et contextes d'utilisation. Outre les bornes de recharge lente (3-7 kW) utilisées pour les installations résidentielles et les lieux de travail et les bornes de recharge semi-rapide (22-50 kW) adaptées aux parkings publics et centres commerciaux, on observe une demande accrue pour les bornes rapide et ultra-rapides (jusqu'à 350 kW) essentielles pour les stations-service sur autoroutes et les hubs de recharge urbains.

2 Intégration croissante de technologies intelligentes

Parmi les innovations notables :

- **Systèmes de gestion dynamique de la charge** : Ces systèmes permettent d'équilibrer la demande d'énergie entre plusieurs bornes, optimisant l'utilisation de la puissance disponible et réduisant les coûts d'infrastructure.
- **Recharge bidirectionnelle (V2G - Vehicle-to-Grid)** : Cette technologie permet aux véhicules de non seulement consommer, mais aussi de restituer de l'énergie au réseau, ouvrant la voie à de nouveaux modèles économiques et à une meilleure stabilité du réseau électrique.
- **Intelligence artificielle et apprentissage automatique** : Ces technologies sont utilisées pour prédire les habitudes de recharge, optimiser les tarifs et améliorer l'expérience utilisateur.
- **Connectivité avancée** : L'intégration de protocoles de communication comme OCPP (Open Charge Point Protocol) permet une meilleure interopérabilité entre les bornes de différents fabricants et une gestion plus efficace des réseaux de recharge.
- **Systèmes de paiement innovants** : L'adoption de technologies comme la recharge automatique (Plug & Charge) simplifie le processus de paiement et améliore l'expérience utilisateur.

3

Localisation de la production

On observe une tendance croissante à la localisation de la production des bornes de recharge, motivée par plusieurs facteurs :

- **Exigences de contenu local** : De nombreux pays mettent en place des politiques favorisant la production locale, incitant les fabricants à établir des unités de production dans leurs marchés cibles.
- **Réduction des coûts logistiques** : La production locale permet de réduire les coûts de transport et les délais de livraison, particulièrement importants dans un marché en croissance rapide.
- **Adaptation aux spécificités locales** : La production sur place facilite l'adaptation des produits aux normes locales, aux conditions climatiques spécifiques et aux préférences des consommateurs de chaque marché.

4

Accent sur la durabilité

La demande croissante pour des solutions de recharge plus durables se traduit par :

- L'utilisation de matériaux recyclés et recyclables dans la fabrication des bornes.
- L'intégration de fonctionnalités permettant une meilleure synergie avec les sources d'énergie renouvelable.
- Le développement de bornes à faible consommation d'énergie en veille.

5

Amélioration de l'expérience utilisateur

Les fabricants mettent de plus en plus l'accent sur

- Des interfaces utilisateur intuitives et multilingues.
- Des applications mobiles permettant de localiser les bornes, de réserver des créneaux de recharge et de suivre la consommation.
- L'intégration de services additionnels comme le Wi-Fi gratuit ou des écrans d'information pendant la recharge.

➔ Ces tendances qualitatives reflètent un marché en pleine maturation, où l'innovation technologique et l'adaptabilité aux besoins locaux jouent un rôle crucial dans le succès des fabricants de bornes de recharge. Elles soulignent également l'importance croissante de l'intégration des bornes de recharge dans l'écosystème plus large de la mobilité électrique et des réseaux électriques intelligents.

3.4.2 Perspectives sur le marché national

Au niveau local, le marché tunisien des bornes de recharge, bien qu'encore à ses débuts, montre des signes prometteurs de croissance. Actuellement, on compte environ 150 bornes de recharge installées en Tunisie, correspondant à environ 150 véhicules électriques immatriculés. Le gouvernement tunisien a fixé des objectifs ambitieux, visant 500 voitures électriques et 500 bornes de recharge d'ici 2025, puis 50 000 voitures et 5 000 bornes à l'horizon 2030. Ces objectifs sont soutenus par diverses mesures incitatives, notamment des réductions fiscales sur les véhicules électriques.

Les tendances qualitatives sur le marché local incluent une prise de conscience croissante des avantages environnementaux et économiques des véhicules électriques, un intérêt grandissant des entreprises pour l'optimisation de leurs coûts de transport, et une adaptation progressive du cadre réglementaire et normatif pour soutenir le déploiement des infrastructures de recharge.



3.5. STRATÉGIE MARKETING

La stratégie marketing proposée vise à positionner le projet comme un acteur incontournable du marché des bornes de recharge en Tunisie et dans la région. Elle s'articule autour des quatre composantes suivantes :

3.5.1 Positionnement produit / service

Le projet se positionnera comme un acteur innovant dans la fabrication de bornes de recharge pour véhicules électriques, offrant une "Solution innovante et fiable pour la mobilité électrique" tant sur le marché tunisien qu'à l'international. La gamme de produits couvrira l'ensemble des besoins du marché, des bornes de faible puissance (3 à 22 kW en courant alternatif AC) aux bornes de recharge rapide et ultra-rapide (50 à 150 kW en DC).

L'offre se distinguera par plusieurs caractéristiques clés :

- Adaptation aux spécificités des marchés locaux et régionaux (climat, infrastructure électrique)
- Support technique réactif et local
- Intégration de technologies intelligentes pour l'optimisation de la recharge telles que : Système de gestion dynamique de la charge ; Interfaces utilisateur intuitives avec applications mobiles pour le contrôle et le suivi à distance ; Intégration de systèmes de paiement sécurisés ; etc.

- Compatibilité avec les énergies renouvelables, notamment solaire

En complément des bornes, une gamme complète de services associés sera proposée, comprenant :

- L'installation ;
- La supervision,
- La maintenance

3.5.2 Stratégie de prix

La stratégie de prix visera à offrir un excellent rapport qualité-prix, tout en assurant la rentabilité de l'entreprise. Une approche différenciée sera adoptée selon les segments de clientèle et les marchés.

Sur le marché local, la stratégie de prix se basera sur les éléments suivants :

- Positionnement de prix compétitif par rapport aux produits importés (10-15% moins cher que les produits importés haut de gamme)
- Offres groupées (borne + installation + maintenance) pour augmenter la valeur perçue
- Tarification différenciée selon les segments (particuliers, entreprises, collectivités)
- Options de financement flexibles pour faciliter l'adoption (Leasing, paiement échelonné, Abonnement tout compris pour les particuliers, ...)

Pour les marchés d'export, qui représenteront 20% du chiffre d'affaires prévisionnel, la stratégie sera adaptée :

- Ajustement des prix en fonction des coûts logistiques et des spécificités de chaque marché cible
- Stratégie de pénétration de marché avec des prix attractifs pour les nouveaux marchés
- Partenariats avec des institutions financières locales pour des solutions de financement adaptées

3.5.3 Canaux de distribution

La stratégie de distribution reposera sur une approche multicanale, visant à maximiser la couverture du marché tout en optimisant les coûts.

Sur le marché local, les canaux suivants seront développés :

- Vente directe B2B et B2C pour les grands comptes et projets importants.
- Partenariats avec des concessionnaires automobiles, des installateurs agréés et des revendeurs de matériel électrique.
- Mise en place d'une plateforme e-commerce pour les particuliers et petites entreprises.

Pour les marchés d'export, l'entreprise mettra en œuvre les stratégies suivantes :

- Identification et partenariats avec des distributeurs locaux et des entreprises d'installation électrique reconnues dans les pays cibles
- Participation à des salons internationaux spécialisés
- Utilisation de plateformes de commerce en ligne B2B pour une audience internationale

3.5.4 Stratégie de communication

La stratégie de communication visera à positionner la marque comme une référence dans le domaine des bornes de recharge en Tunisie et dans la région. Les cibles principales seront les entreprises, les collectivités locales, les copropriétés, les chaînes hôtelières et les centres commerciaux, avec une attention secondaire portée aux particuliers propriétaires de véhicules électriques.

Les messages clés mettront en avant :

- La fiabilité et la qualité "Made in Tunisia"
- L'expertise technique et le service après-vente de proximité
- L'innovation et l'adaptation aux besoins spécifiques des marchés locaux et régionaux
- La contribution à la transition énergétique et à l'économie locale

Divers canaux de communication seront utilisés, incluant :

- Un site web optimisé multilingue
- Une présence active sur les réseaux sociaux
- La participation à des salons professionnels nationaux et internationaux
- Des partenariats avec des concessionnaires automobiles.
- Des campagnes de marketing digital ciblées

Des actions spécifiques seront également mises en place, telles que :

- L'organisation de "journées portes ouvertes",
- La mise en place d'un programme de formation pour les installateurs et les utilisateurs, et
- La collaboration avec des universités et centres de recherche.



Pour soutenir la stratégie d'exportation, la communication sera adaptée aux marchés cibles, en mettant en avant l'expertise de l'entreprise dans les conditions climatiques et infrastructurelles similaires à celles de la Tunisie, sa capacité à fournir des solutions sur mesure, ainsi que son service après-vente de proximité assuré par un réseau de partenaires locaux.

4. Composantes techniques du projet

4.1 PROCESS ET BESOINS EN ÉQUIPEMENTS

Le processus est conçu pour répondre aux normes internationales strictes tout en permettant une flexibilité pour s'adapter aux évolutions technologiques rapides du secteur. La modularité du design et du processus de fabrication offre également la possibilité de produire différents modèles de bornes (AC lent, DC rapide) sur la même ligne de production.

Les étapes clés de ce process se présentent comme suit :

01 Conception et ingénierie

La phase de conception utilise des logiciels de CAO avancés tels que SolidWorks pour les modèles 3D mécaniques et Altium Designer pour les schémas électroniques. Des simulations thermiques et électromagnétiques sont réalisées pour optimiser la dissipation thermique et réduire les interférences. Parallèlement, le firmware et les logiciels embarqués sont développés avec un accent particulier sur la cybersécurité, essentielle pour ces dispositifs connectés.



02 Assemblage des composants électroniques

Dans la phase initiale du projet, cette étape cruciale sera sous-traitée à un partenaire tunisien spécialisé dans l'assemblage électronique. Ce choix stratégique permet de bénéficier d'une expertise établie tout en réduisant l'investissement initial.

Chaque borne de recharge nécessite généralement trois cartes électroniques principales : une carte de contrôle principale, une carte de puissance, et une carte de communication. La carte de contrôle principale coordonne toutes les fonctions de la borne, y compris la gestion des sessions de charge et l'interface utilisateur. La carte de puissance régule le flux d'électricité vers le véhicule, assurant une charge sûre et efficace. La carte de communication gère les interfaces réseau et les protocoles de communication, permettant à la borne d'interagir avec les systèmes de paiement et les plateformes de gestion à distance.

L'entreprise maintiendra un contrôle strict sur la conception de ces cartes et la qualité des composants utilisés. Une équipe interne travaillera en étroite collaboration avec le sous-traitant pour assurer le respect des spécifications techniques rigoureuses et des normes de qualité élevées. Cette approche permettra également une plus grande flexibilité dans les volumes de production pendant la phase de lancement du produit, tout en garantissant la qualité et la performance essentielles à la fiabilité des bornes de recharge.

03 Intégration des systèmes et câblage

Cette étape implique l'assemblage de divers composants et sous-ensembles dans le châssis principal de la borne, mais pas encore dans le boîtier extérieur final. Les éléments principaux à intégrer comprennent le transformateur et/ou le convertisseur de puissance, les disjoncteurs et protections électriques, les connecteurs de charge (qui peuvent varier selon les modèles), les systèmes de refroidissement, les compteurs d'énergie, les modules de communication, ainsi que les écrans et interfaces utilisateur.

L'assemblage modulaire est privilégié pour faciliter la maintenance future et permettre des mises à niveau. Cette approche utilise des harnais de câbles préfabriqués et pré-testés pour réduire les erreurs de câblage et accélérer l'assemblage.

Le processus d'assemblage est principalement manuel, avec l'aide d'outils semi-automatisés pour certaines tâches répétitives, offrant la flexibilité nécessaire pour une production de 2000 unités par an.

L'intégration se fait sur des postes de travail ergonomiques équipés d'outils spécialisés et de gabarits d'assemblage pour assurer la cohérence et la qualité. Des outils de câblage semi-automatisés sont employés pour la préparation des harnais, tandis que des testeurs spécifiques vérifient l'intégrité des connexions et des câblages à chaque étape de l'assemblage.

04 Montage final et programmation

Le montage final et la programmation constituent l'étape ultime de la production, où la borne prend sa forme définitive et devient fonctionnelle. Cette phase débute par l'installation de l'ensemble des composants et sous-systèmes préalablement assemblés dans le boîtier ou l'armoire extérieur(e) de la borne. Cela inclut le montage des panneaux d'accès, des éléments esthétiques, et l'installation finale des interfaces utilisateur telles que les écrans tactiles et les lecteurs RFID. Tous les câblages externes sont soigneusement connectés et vérifiés à ce stade.

La programmation, aspect crucial de cette étape, commence par le chargement du firmware sur le microcontrôleur principal, généralement basé sur une architecture ARM Cortex-M4. Les ingénieurs procèdent ensuite à la configuration détaillée des paramètres de communication (Ethernet, 4G/5G, Wi-Fi) et des protocoles de charge standard comme OCPP et ISO 15118. Pour les bornes équipées de systèmes de paiement, une attention particulière est portée à l'intégration et au test de ces modules sensibles.

Le processus de montage final et de programmation se déroule sur des postes de travail spécialement équipés, comprenant des stations de programmation avec équipement de diagnostic. Chaque borne assemblée passe par une zone de test fonctionnel complète avant d'être validée pour l'expédition.

05 Tests qualité et calibration

Cette phase critique combine des tests en laboratoire rigoureux avec des validations pratiques sur véhicules réels, assurant ainsi la fiabilité et la performance des bornes de recharge dans des conditions d'utilisation réelles.

Le processus débute par des tests de sécurité électrique conformes aux normes IEC 61851 et IEC 62196, suivis de tests de compatibilité électromagnétique (CEM) selon la norme IEC 61000. Les bornes sont ensuite soumises à des tests environnementaux dans des chambres climatiques, simulant diverses conditions de température, d'humidité et de vibrations.

La calibration des mesures de puissance et d'énergie vise une précision typique de $\pm 1\%$ ou meilleure, essentielle pour une facturation précise. Des tests d'interopérabilité et de communication sont effectués pour assurer la compatibilité avec différents protocoles et systèmes de gestion.

Une étape cruciale consiste à réaliser des tests réels sur un parc diversifié de véhicules électriques. Ces tests comprennent des cycles de charge complets pour vérifier les temps de charge annoncés, des charges répétées pour simuler l'utilisation à long terme, et la vérification de la stabilité de la charge sous différentes conditions, y compris la charge simultanée de plusieurs véhicules. Les fonctionnalités spéciales, comme la charge bidirectionnelle (V2G) si applicable, sont également testées dans des conditions réelles.

Des tests de durabilité, simulant des milliers de cycles de charge, sont menés pour évaluer la longévité du produit.

Enfin, des scénarios de défaillance sont simulés pour vérifier les mécanismes de sécurité et la gestion des pannes, assurant une réponse appropriée du système dans toutes les situations.

06 Emballage et préparation à l'expédition

La dernière étape du processus consiste à emballer soigneusement chaque borne dans des caisses sur mesure, conçues pour offrir une protection optimale contre les chocs pendant le transport. La documentation technique complète et les guides d'installation sont inclus dans chaque emballage. Chaque borne reçoit un étiquetage avec un QR code unique, permettant une traçabilité totale et un accès rapide aux informations produit pour les installateurs et les utilisateurs finaux.

Les principaux équipements à prévoir, pour une capacité de production de 2000 bornes par an, sont les suivants :

ETAPE DU PROCÉDÉ	PRINCIPAUX ÉQUIPEMENTS MATÉRIELS ET IMMATÉRIELS
Conception et ingénierie	<ul style="list-style-type: none"> • Stations de travail CAO haute performance (3 unités) • Logiciels de CAO et de simulation • Logiciels spécialisés pour la programmation des bornes
Intégration des systèmes et assemblage	<ul style="list-style-type: none"> • Ligne d'assemblage semi-automatisée • Outils et gabarit d'assemblage • Outils de câblage • Chariots de manutention des sous-ensembles
Montage final et programmation	<ul style="list-style-type: none"> • Stations de montage final avec outillage spécifique • Stations et outils de programmation • Équipement de diagnostic pour microcontrôleurs
Tests qualité et calibration	<ul style="list-style-type: none"> • Testeur fonctionnel pour cartes assemblées sous-traitées • Chambre climatique • Équipement de test de sécurité électrique • Système de test CEM (Compatibilité Électromagnétique) • Équipement de test de communication • Outils de calibration pour systèmes de mesure d'énergie • Banc de test polyvalent pour validation finale, incluant : <ul style="list-style-type: none"> • Tests de charge et simulation de véhicules électriques • Vérification des différents types de connecteurs • Tests de communication intégrés • Validation fonctionnelle complète
Emballage	<ul style="list-style-type: none"> • Système d'étiquetage et de marquage • Equipements d'emballage • Robot de palettisation

4.2. ACTIVITÉS CLEFS

Le succès du projet repose sur la maîtrise de plusieurs activités clés qui soutiennent l'ensemble du processus de production et de commercialisation des bornes de recharge.

4.2.1 R&D, conception et ingénierie

■ Cette activité est le moteur de l'innovation et de la compétitivité du projet. Elle englobe la conception mécanique et électrique des bornes, l'optimisation des performances, et l'adaptation aux nouvelles technologies de recharge. Les activités clés comprennent la veille technologique, le développement de nouveaux modèles de bornes plus performants, l'amélioration de l'efficacité énergétique et l'optimisation des coûts de production. L'enjeu principal est de rester à la pointe de l'innovation dans un marché en évolution rapide, tout en assurant la fiabilité et la sécurité des produits.

4.2.2 Développement logiciel et intégration des systèmes

Le logiciel est un élément critique des bornes de recharge modernes. Cette activité couvre le développement du firmware des bornes, des applications de gestion pour les opérateurs, et des interfaces utilisateur intuitives pour les conducteurs. L'intégration de protocoles de communication standards est essentielle pour assurer l'interopérabilité avec différents véhicules. Les défis majeurs incluent la sécurité des données, la protection contre les cyberattaques, et la nécessité de mises à jour régulières pour suivre l'évolution des technologies et des normes du secteur.

4.2.3 Sourcing et gestion de la chaîne d'approvisionnement



Cette activité est cruciale dans un contexte de tension sur les composants électroniques et compte tenu de la décision stratégique de sous-traiter la fabrication des cartes électroniques. Elle englobe l'identification et la qualification de fournisseurs fiables pour les composants, avec une préférence pour les fournisseurs locaux lorsque possible, ainsi que la sélection et la gestion des sous-traitants pour la fabrication des cartes électroniques, un élément critique des bornes de recharge.

La négociation des contrats et des prix est essentielle pour garantir un approvisionnement stable à des coûts compétitifs, tant pour les composants que pour les services de sous-traitance. L'entreprise mettra en place un système de gestion des stocks sophistiqué pour optimiser les flux et minimiser les ruptures, y compris pour les cartes électroniques sous-traitées. Le développement de partenariats stratégiques avec les fournisseurs clés et les sous-traitants sera prioritaire pour sécuriser l'approvisionnement, favoriser l'innovation conjointe et assurer la qualité des composants critiques.

Une gestion rigoureuse de la qualité des cartes électroniques sous-traitées sera mise en place, incluant des processus de contrôle et de test à la réception. Une coordination étroite entre la R&D, la production et les sous-traitants sera maintenue pour assurer que les spécifications techniques sont respectées et que les innovations sont intégrées efficacement dans le processus de production.

Les enjeux principaux de cette activité sont multiples. Il s'agit d'assurer un approvisionnement fiable et économique des composants et des cartes électroniques sous-traitées, tout en maintenant la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux fluctuations de la demande et aux évolutions technologiques rapides du secteur. L'entreprise devra également gérer efficacement les risques liés à la dépendance envers les sous-traitants, notamment en termes de propriété intellectuelle et de continuité d'approvisionnement.

4.2.4 Production et contrôle qualité

- Au cœur du projet, cette activité englobe la planification et l'ordonnancement de la production, l'assemblage des bornes, les tests, et le contrôle qualité. L'entreprise vise à atteindre une capacité de production de 2000 bornes par an, avec une flexibilité permettant de s'adapter rapidement aux fluctuations de la demande. La mise en œuvre de principes de lean manufacturing et la formation continue du personnel sont essentielles pour améliorer continuellement l'efficacité de la production. L'enjeu est d'optimiser les processus tout en maintenant des standards de qualité élevés.

4.2.5 Marketing et ventes

- Cette activité est essentielle pour la réussite commerciale du projet. Elle comprend l'élaboration d'une stratégie marketing ciblée, le développement d'un réseau de distribution incluant des partenariats avec des installateurs électriciens et des concessionnaires automobiles, la participation à des salons professionnels, et la mise en place d'une stratégie de communication digitale. L'enjeu principal est de créer une forte reconnaissance de marque dans un marché concurrentiel, en mettant l'accent sur la qualité, l'innovation et le service après-vente, tout en s'adaptant aux spécificités des différents segments de clientèle.

4.2.6 Service après-vente (SAV) et support client

- La qualité du SAV est un facteur différenciant crucial. Cette activité couvre l'installation et la mise en service des bornes, la maintenance préventive et curative, le support technique aux clients, et la formation des utilisateurs et des partenaires techniques. L'entreprise prévoit de mettre en place un système de gestion de la relation client (CRM) pour assurer un suivi efficace des interventions et anticiper les besoins des clients. L'enjeu est de garantir une haute disponibilité des bornes, de minimiser les temps d'arrêt, et d'assurer la satisfaction client à long terme.

4.3. INTRANTS ET MATIÈRES PREMIÈRES

La production de bornes de recharge pour véhicules électriques nécessite une variété d'intrants et de matières premières, chacun jouant un rôle crucial dans la qualité et la performance du produit final. Parmi ces intrants, nous citons particulièrement :

LES BOÎTIERS ET LES STRUCTURES EXTERNES

Généralement fabriqués en acier inoxydable ou en plastique renforcé de fibres. Ces matériaux doivent être résistants aux intempéries, aux UV et aux impacts. Pour l'acier inoxydable, une qualité 304 ou 316 est souvent préférée pour sa résistance à la corrosion.

CARTES ÉLECTRONIQUES

Bien que sous-traitées, ces cartes sont un intrant essentiel. Elles doivent être conformes aux normes IPC (Association Connecting Electronics Industries) pour l'assemblage électronique, avec une attention particulière portée à la résistance thermique et à la durabilité.

CÂBLES ÉLECTRIQUES

Des câbles de haute qualité, résistants à la chaleur et à l'usure sont nécessaires. Ils doivent être conformes aux normes de sécurité électrique et capables de supporter des courants élevés.

CONNECTEURS DE CHARGE

Ils doivent être conformes aux normes internationales (par exemple, Type 2 pour l'Europe, CCS ou CHAdeMO). La qualité des contacts électriques et la résistance à l'usure sont cruciales.

ÉCRANS ET INTERFACES UTILISATEUR

Des écrans LCD ou LED résistants aux intempéries et lisibles en plein soleil sont préférables. Ils doivent avoir un indice de protection IP élevé (IP65 ou supérieur).

COMPOSANTS DE PUISSANCE

Tels que les transformateurs, les redresseurs et les convertisseurs. Ils doivent être capables de gérer les niveaux de puissance requis (jusqu'à 150 kW pour les chargeurs rapides) avec une haute efficacité.

SYSTÈMES DE REFROIDISSEMENT

Selon le modèle, des ventilateurs ou des systèmes de refroidissement liquide peuvent être nécessaires. Ils doivent être efficaces et silencieux, avec une longue durée de vie.

COMPTEURS D'ÉNERGIE

Ils doivent être précis (classe 0.5S ou meilleure selon la norme IEC 62053-22) et capables de communiquer les données de consommation.

COMPOSANTS DE SÉCURITÉ

Incluant des disjoncteurs et des dispositifs de protection contre les surintensités et les surtensions. Ils doivent être conformes aux normes de sécurité électrique applicables.

4.4. BESOINS EN RESSOURCES HUMAINES

Le projet prévoit d'employer une cinquantaine de personnes dont environ 1/3 de cadres et 1/3 de techniciens et agents de maîtrise.

NIVEAU	NOMBRE	DÉTAILS
Cadre	16	<ul style="list-style-type: none"> • Directeur Général (1) • Directeur de Production (1) • Responsable R&D (1) • Ingénieurs R&D (3) : électrique, mécanique, logiciel . • Responsable Qualité (1) • Responsable Achats et Logistique (1) • Responsable Marketing et Ventes (1) • Responsable Financier (1) • Responsable Ressources Humaines (1) • Ingénieur Process (1) • Responsable Service Après-Vente (1) • Ingénieur Test et Validation (1) • Responsable Conformité et Certifications (1) • Chef de Projet (1)
Technicien / Maîtrise	18	<ul style="list-style-type: none"> • Techniciens de Production (6) • Techniciens de Maintenance (2) • Techniciens Qualité (2) • Techniciens SAV (2) • Technicien Méthodes (1) • Techniciens Tests et Validation (2) • Gestionnaire de Stock (1) • Assistant Marketing et Ventes (1) • Comptable (1)
Exécution	16	<ul style="list-style-type: none"> • Opérateurs d'assemblage (8) • Opérateurs de test (2) • Agents d'emballage (2) • Magasiniers (2) • Chauffeur livreur (1) • Coursier (1)

Il est important de noter que cette structure peut évoluer avec la croissance de l'entreprise, l'augmentation de la capacité de production, ou l'expansion vers de nouveaux marchés. De plus, certains postes pourraient être combinés dans les phases initiales du projet et se spécialiser davantage à mesure que l'entreprise se développe.

4.5. INNOVATION ET DIGITALISATION

Une approche d'innovation ciblée et pragmatique sera adoptée, axée sur les trois volets suivants :

◆ Amélioration de l'efficacité énergétique

Le premier axe d'innovation vise à optimiser les algorithmes de charge pour une meilleure gestion de l'énergie. Cet objectif est crucial non seulement pour améliorer les performances des bornes de recharge, mais aussi pour réduire les coûts opérationnels pour les clients. Il s'agit de travailler sur le développement d'algorithmes intelligents qui permettront :

- Une adaptation dynamique de la puissance de charge en fonction de la demande du réseau électrique, contribuant ainsi à l'équilibrage de la charge.
- Une optimisation de la vitesse de charge en fonction des caractéristiques spécifiques de la batterie du véhicule, prolongeant ainsi sa durée de vie.
- Une gestion intelligente des files d'attente dans les stations de recharge multi-bornes, maximisant l'utilisation des équipements.

◆ Amélioration de l'interface utilisateur pour une expérience client optimale

Le deuxième axe de la stratégie d'innovation se concentre sur l'amélioration continue de l'interface utilisateur. L'objectif est de rendre l'utilisation des bornes de recharge aussi simple et intuitive que possible, même pour les utilisateurs novices. Les efforts de développement dans ce domaine comprennent :

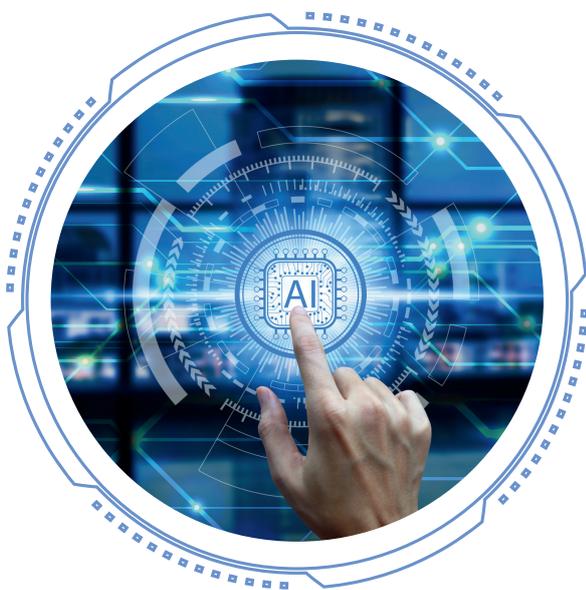
- La conception d'interfaces graphiques claires et conviviales, adaptées aux conditions d'utilisation en extérieur (lisibilité en plein soleil, résistance aux intempéries).
- L'intégration de fonctionnalités de paiement multiples et sécurisées (carte bancaire, paiement en ligne,...).
- Le développement d'une application mobile permettant la localisation des bornes, la réservation de créneaux de recharge, et le suivi en temps réel de l'opération.



◆ Intégration de technologies de communication avancées

Cet aspect est crucial pour assurer la compatibilité des produits avec différents modèles de véhicules électriques et divers systèmes de gestion de réseau. Les efforts dans ce domaine incluent :

- L'implémentation des derniers protocoles de communication pour la recharge, tels que OCPP (Open Charge Point Protocol) et ISO 15118.
- Le développement de capacités de mise à jour à distance (OTA - Over-The-Air) pour le firmware des bornes, permettant l'ajout de nouvelles fonctionnalités et la correction d'erreurs sans intervention physique.
- L'intégration de modules de communication 4G/5G pour une connectivité fiable et rapide, facilitant la gestion à distance et la collecte de données opérationnelles.



Pour soutenir ces axes d'innovation et optimiser le processus de production, un système MES (Manufacturing Execution System) sera mis en place et sera adapté à l'échelle de production. Ce système permettra de :

- Planifier efficacement la production en fonction des commandes et des stocks disponibles.
- Suivre en temps réel l'avancement de la production, permettant une réaction rapide aux éventuels problèmes.
- Améliorer la traçabilité des produits, de la réception des composants à l'expédition des bornes finies.
- Collecter et analyser des données de production pour identifier les opportunités d'amélioration continue.

Le MES sera conçu pour être évolutif, permettant son expansion à mesure que la production augmente. Il sera intégré ultérieurement à un système de gestion d'entreprise (ERP) pour une gestion globale efficace.

5. Réglementation, durabilité et certifications

5.1 NORMES ET RÉGLEMENTATION NATIONALES

La Tunisie se trouve actuellement dans une phase cruciale de développement de son cadre réglementaire concernant les bornes de recharge pour véhicules électriques.

L'ANME travaille actuellement sur un projet d'arrêté visant à organiser le service de recharge des véhicules électriques via un cahier des charges spécifique. Ce document, une fois finalisé, constituera la pierre angulaire de la réglementation tunisienne en matière de bornes de recharge. Il définira les spécifications techniques, les normes de sécurité, et les procédures d'installation et d'exploitation des bornes sur le territoire national.

Parallèlement, une mise à jour de la nomenclature d'activités tunisiennes est en cours et vise à y inclure explicitement le service de recharge des batteries des véhicules électriques.

5.2 NORMES ET RÉGLEMENTATION INTERNATIONALES

À l'échelle internationale, le domaine des bornes de recharge pour véhicules électriques est régi par un ensemble de normes et réglementations bien établies. Parmi les principales références normatives, nous citons :

- **La norme IEC 61851** : Cette norme internationale pour les systèmes de charge conductive pour véhicules électriques définit les exigences générales pour la charge des véhicules électriques. Elle couvre différents aspects tels que les caractéristiques électriques, les exigences de performance, et les protocoles de communication entre le véhicule et la borne de recharge.
- **La norme IEC 62196** : Elle spécifie les exigences pour les prises, socles de prise de courant, prises mobiles et socles de connecteurs de véhicule. Cette norme est essentielle pour garantir la compatibilité entre les différents types de véhicules électriques et les bornes de recharge, indépendamment du fabricant.
- **La norme ISO 15118** : Cette norme se concentre sur la communication entre le véhicule et le réseau électrique. Elle définit les protocoles de communication permettant une interaction intelligente entre le véhicule et la borne, facilitant des fonctionnalités avancées telles que la charge bidirectionnelle et l'optimisation de la charge en fonction des conditions du réseau électrique.

Il est également primordial de respecter d'autres exigences internationales en matière de :

- **Sécurité électrique : Normes IEC 60364** (installations électriques basse tension) et **IEC 62477** (exigences de sécurité pour les systèmes et équipements de conversion de puissance). Cela implique la mise en place de systèmes de protection contre les surintensités, les courts-circuits, et les risques de choc électrique.
- **Compatibilité électromagnétique** : Le respect des normes **IEC 61000** sera crucial pour assurer que les bornes n'interfèrent pas avec d'autres équipements électroniques. Des tests spécifiques devront être menés pour garantir cette compatibilité.
- **Protection environnementale** : Les bornes devront être conformes aux normes IP (Ingress Protection) pour assurer leur résistance aux intempéries et aux poussières.

5.3 CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES

Le projet de fabrication de bornes de recharge pour véhicules électriques en Tunisie s'inscrit dans une démarche globale de développement durable et présente un apport significatif sur le plan environnemental.

En premier lieu, ce projet contribue directement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de la pollution de l'air dans les villes. En facilitant l'adoption des véhicules électriques, il participe à la décarbonation du secteur des transports, l'un des principaux émetteurs de CO₂.

En outre, le projet veillera à développer des solutions de recharge adaptées à l'utilisation de l'énergie renouvelable solaire. L'intégration de panneaux solaires aux bornes ou leur connexion à des installations solaires existantes, couplée à des systèmes de gestion intelligente de l'énergie, permettra d'optimiser la recharge en fonction de la disponibilité solaire.

Cependant, le projet fait face à quelques enjeux et défis sur le plan écologique, dont notamment:

1

**La gestion de la fin de vie
des bornes de recharge et
de leurs composants**

La mise en place d'un programme de recyclage et de valorisation des composants en fin de vie est essentielle. Cela implique de concevoir les bornes dès le départ dans une optique d'économie circulaire, en facilitant le démontage et la séparation des différents matériaux.

2

L'optimisation de la consommation énergétique des bornes en mode veille représente un autre défi. Les bornes de recharge, même lorsqu'elles ne sont pas en cours d'utilisation, consomment de l'énergie pour maintenir leurs systèmes opérationnels. Réduire cette consommation passive est un enjeu important pour maximiser l'efficacité énergétique globale du système. Des systèmes de mise en veille avancés et des algorithmes de gestion intelligente de l'énergie peuvent être intégrés pour optimiser la consommation.

3

L'intégration harmonieuse des infrastructures de recharge dans l'environnement urbain constitue également un défi. Il s'agit de concevoir et d'installer les bornes de manière à minimiser leur impact visuel et leur emprise au sol, tout en assurant leur accessibilité et leur fonctionnalité.

5.4 CERTIFICATIONS

Outre la conformité aux normes techniques présentées ci-avant, il serait important d'obtenir d'autres certifications pour assurer la compétitivité de l'entreprise sur le marché national et international et renforcer sa crédibilité et sa notoriété. Les principales certifications à viser sont les suivantes :

- Certification **ISO 9001** pour le système de management de la qualité ;
- Certification **ISO 14001** pour le système de management environnemental ;
- **Marquage CE** pour l'exportation sur le marché européen ;
- Certification **ZE Ready** : C'est une certification développée par Renault et adoptée par plusieurs constructeurs automobiles. Elle vise à garantir la compatibilité et la sécurité des infrastructures de recharge avec les véhicules électriques.

6. Analyse SWOT du projet

S

FORCES

- **Premier fabricant sur le marché local** : Opportunité de bénéficier d'avantages concurrentiels significatifs en tant que premier fabricant local de bornes de recharge.
- **Expertise technique locale** : Capacité à capitaliser sur l'expertise tunisienne existante dans les domaines de l'électronique et de la mécanique.
- **Flexibilité de production** : Structure de production modulaire et adaptable capable de répondre aux évolutions du marché et aux demandes spécifiques des clients.
- **Offre de services complète** : Proposition d'une gamme complète de services associés, de l'installation à la maintenance, renforçant la valeur ajoutée du produit.
- **Innovation ciblée** : Focus sur l'amélioration de l'efficacité énergétique et l'expérience utilisateur, répondant aux besoins spécifiques du marché.

W

FAIBLESSES

- **Manque d'expérience** : Nécessité de développer rapidement une expertise dans un domaine technologique en constante évolution.
- **Dépendance aux fournisseurs étrangers** : Vulnérabilité potentielle aux fluctuations des prix et aux délais d'approvisionnement pour certains composants clés.
- **Capacité de production initiale relativement limitée** : Production initiale de 2000 bornes par an, potentiellement insuffisante pour répondre à une demande croissante rapidement.
- **Notoriété de marque à construire** : Défi de se faire connaître et de gagner la confiance des clients face à des marques internationales établies.

O

OPPORTUNITÉS

- **Croissance rapide du marché** : Forte croissance du marché mondial et du marché local des véhicules électriques et des infrastructures de recharge associées.
- **Soutien gouvernemental** : Politiques incitatives en Tunisie favorisant l'adoption des véhicules électriques et le développement des infrastructures de recharge.
- **Potentiel d'exportation** : Position géographique stratégique de la Tunisie pour accéder aux marchés africains et méditerranéens en croissance.
- **Partenariats internationaux** : Possibilité de collaborations avec des acteurs internationaux pour un transfert de technologie et un accès facilité aux marchés étrangers.
- **Intégration des énergies renouvelables** : Opportunité de développer des solutions de recharge intégrant l'énergie solaire, en phase avec les objectifs de transition énergétique.
- **Diversification des produits** : Le marché émergent des smart grids et de la gestion intelligente de l'énergie offre des perspectives de diversification des produits.

M

MENACES

- **Concurrence internationale** : Risque de renforcement / entrée sur le marché tunisien de grands fabricants internationaux disposant de ressources importantes et d'une forte notoriété.
- **Évolution rapide des technologies** : Le rythme soutenu des innovations dans le domaine des bornes de recharge peut rendre les produits obsolètes s'ils ne sont pas constamment mis à jour.
- **Instabilité économique** : Vulnérabilité aux fluctuations économiques pouvant affecter les investissements dans les infrastructures de recharge.
- **Changements réglementaires** : Possibilité de modifications des normes et réglementations pouvant nécessiter des adaptations coûteuses des produits.
- **Résistance au changement** : Une adoption plus lente que prévu des véhicules électriques par les consommateurs tunisiens pourrait ralentir la croissance du marché des bornes de recharge.

7. Investissement et rentabilité prévisionnelle

7.1 BESOINS EN INVESTISSEMENT ET FINANCEMENT

Pour une capacité de production de l'ordre de 2000 bornes de recharge/an, le projet nécessiterait un investissement initial d'environ 5,5 millions DT réparti comme suit :

Tableau 1 : Budget d'investissement en mDT

Rubrique	Investissement en mDT ³
Terrain et constructions	1 500
Agencement et installations industrielles	750
Matériels et outils industriels	2 100
Matériel de transport	150
Matériel bureautique et informatique	500
Fonds de roulement de démarrage	500
Total	5 500

Le coût de cet investissement a été estimé sur la base des principaux postes suivants :

- L'acquisition d'un terrain industriel de 3 000 m² et la construction d'un bâtiment de 1 500 m² : 1500 mDT ;
- L'installation d'une ligne d'assemblage semi-automatisée : 600 mDT ;
- Équipements de test et de contrôle qualité (Testeur fonctionnel pour cartes assemblées ; Chambre climatique ; Équipement de test de sécurité électrique ; Système de test CEM ; Équipement de simulation de charge ; Équipement de test de communication) : 800 mDT
- L'agencement et les installations industrielles, y compris les aménagements de l'atelier, les installations électriques et le système de climatisation : 750 mDT
- Équipement de programmation et de calibration (Stations de programmation ; Outils de calibration pour systèmes de mesure d'énergie ; Équipement de diagnostic pour microcontrôleurs) : 300 mDT
- Outillage spécialisé (Outils de câblage ; Gabarits d'assemblage ; Outils de sertissage et de connexion ; ...) : 200 mDT

³ Il s'agit de montants estimatifs

Le schéma de financement est le suivant :

Tableau 2 : Schéma de financement du plan d'investissement

Financement	Montant en 1000 DT
Capital	2 200
Crédit moyen terme	3 300
Total	5 500

Conformément à la loi n°2016-71 et ses textes d'application⁴, le projet bénéficiera d'une prime de 15% du coût total de l'investissement, étant donné qu'il s'inscrit dans le secteur prioritaire des industries électroniques.

7.2 PRÉVISIONS D'ACTIVITÉ

Les prévisions de vente ont été établies sur la base des hypothèses suivantes :

- Augmentation progressive des ventes en passant de 1000 bornes/an au démarrage à 2000 bornes/an à partir de la quatrième année ;
- Répartition des volumes de ventes par gamme selon la structure suivante : 65% pour les bornes résidentielles (3,7 - 7,4 kW) ; 32% pour les bornes semi-rapides destinées aux lieux publics (11 - 22 kW) et 3% pour les bornes rapides (50 – 150 kW) ;
- Prix de vente unitaires moyens en HT par gamme : 1.500 DT pour les bornes résidentielles ; 3.000 DT pour les bornes semi-rapides ; et 85.000 DT pour les bornes rapides ;
- CA des services associés (Installation, supervision, maintenance, ...) : 10% du CA des bornes

Sur la base de ces hypothèses, les prévisions de vente et de CA sur les cinq premières années seraient comme suit :

⁴ Décret gouvernemental n° 2017-389 du 9 mars 2017 tel que complété et modifié par le Décret n° 2024-182 du 4 avril 2024

Tableau 3 : Prévisions d'activité en mDT

Année	2025	2026	2027	2028	2029
Ventes en unités :					
• Bornes résidentielles	650	900	1 100	1 300	1 300
• Bornes semi-rapides	320	460	550	640	640
• Bornes rapides	30	40	50	60	60
Total	1 000	1 400	1 700	2 000	2 000
CA Bornes en mDT	4 485	6 130	7 550	8 970	8 970
CA Services associés en mDT	449	613	755	897	897
CA total en mDT	4 934	6 743	8 305	9 867	9 867
Dont CA Export (20%)	987	1 349	1 661	1 973	1 973

7.3 PRÉVISIONS DE CHARGE

Les prévisions de charge ont été estimées sur la base des hypothèses suivantes :

- Coût des achats : 55% du chiffre d'affaires pour les bornes résidentielles et semi-rapides, 65% pour les bornes rapides ;
- Autres charges d'exploitation : 8% du CA ;
- Charges financières sur crédit d'investissement : Crédit à un taux d'intérêt de 11% à rembourser sur 7 ans dont 1 année de grâce ;
- Frais financiers de fonctionnement : 3% du CA ;
- Charges de personnel basées sur :
 - Une évolution progressive de l'effectif : de 30 personnes au cours de la 1^{ère} année à 50 personnes à partir de la 4^{ème} année ;
 - Un salaire mensuel moyen net de 2500 DT pour les cadres ; 1400 DT pour les techniciens et agents de maîtrise ; 900 DT pour l'exécution ;

Sur la base de ces hypothèses, les prévisions de charges pour les cinq premières années d'activité seraient comme suit :

Tableau 4 : Prévisions de charge en mDT

Année	2025	2026	2027	2028	2029
Achats	2 722	3 712	4 578	5 444	5 444
Personnel	888	1 036	1 184	1 481	1 481
Autres charges d'exploitation	395	539	664	789	789
Frais financiers de fonctionnement	148	202	249	296	296
Dotations aux amortissements	465	465	465	465	465
Frais financiers de financement	363	333	272	212	151
Total Charges	4 981	6 287	7 413	8 686	8 626

7.4 RENTABILITÉ

Sur la base des prévisions de ventes et de charges, le compte de résultat prévisionnel serait comme suit :

Tableau 5 : Compte de résultat prévisionnel (en mDT)

Année	2025	2026	2027	2028	2029
Chiffre d'affaires	4 934	6 743	8 305	9 867	9 867
Total Charges	4 981	6 287	7 413	8 686	8 626
Résultat avant impôts	-47	456	892	1 181	1 241
Impôt sur les sociétés (15%)	0	68	134	177	186
Résultat Net	-47	387	758	1 004	1 055

En fonction de ces projections, la rentabilité du projet pourrait être évaluée à travers les ratios du TRI et de la VAN comme suit :

Indicateur	Valeur
Taux de Rentabilité Interne (TRI)	22%
Valeur Actuelle Nette VAN (14%)	1 542 mDT
Retour sur investissement	5 ans

Tableau 6 : Ratios de rentabilité du projet

Avec un TRI de 22% et une VAN positive de 1 542 mDT à un taux d'actualisation de 14%, le projet démontre une rentabilité attractive. Le retour sur investissement prévu en 5 ans indique un équilibre satisfaisant entre le risque et la rentabilité. Bien que la première année soit légèrement déficitaire, le projet devient rapidement rentable dès la deuxième année, avec une croissance constante du résultat net. Ces indicateurs financiers, combinés à la croissance projetée du marché des véhicules électriques, suggèrent que le projet présente un potentiel significatif de succès et de création de valeur à long terme, sous réserve d'une gestion rigoureuse et d'une adaptation continue aux évolutions du marché.

7.4 GESTION DES RISQUES

Le projet de fabrication de bornes de recharge pour véhicules électriques, bien que prometteur, est exposé à divers risques inhérents à son secteur d'activité et au contexte économique global. Une gestion proactive de ces risques est essentielle pour assurer la pérennité et le succès du projet à long terme. Le tableau suivant récapitule les principaux risques financiers et opérationnels auxquels le projet pourrait être confronté, et propose des mesures d'atténuation appropriées pour chacun d'entre eux.

Tableau 7 : Risques financiers et opérationnels et mesures d'atténuation

Risque	Description	Mesures d'atténuation
Fluctuations des taux de change	Variations défavorables des taux de change affectant les coûts d'importation des composants	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'une stratégie de couverture de change ; • Diversification des sources d'approvisionnement ; • Indexation des prix de vente à l'export.
Retards de paiement clients	Délais de paiement prolongés impactant la trésorerie, particulièrement pour les grands projets.	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'une politique de gestion de crédit rigoureuse, • Diversification de la clientèle ;
Ruptures d'approvisionnement	Interruptions dans la chaîne d'approvisionnement des composants critiques.	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des fournisseurs ; • Constitution de stocks de sécurité ; • Développement de partenariats stratégiques avec les fournisseurs clés.
Évolution rapide des technologies	Obsolescence technologique rapide des produits face aux innovations du marché	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement continu en R&D ; • Veille technologique active ; • Flexibilité de la ligne de production pour s'adapter aux nouvelles technologies.

Risque	Description	Mesures d'atténuation
Cybersécurité	Vulnérabilités de sécurité dans les bornes de recharge connectées	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration de protocoles de sécurité avancés ; • Mises à jour régulières du firmware ; • Audits de sécurité périodiques.
Changements réglementaires	Modifications des normes ou réglementations impactant la conception ou la commercialisation des bornes	<ul style="list-style-type: none"> • Veille réglementaire active ; • Conception modulaire permettant des adaptations rapides.
Risques liés à l'export	Difficultés d'accès ou instabilité sur les marchés d'exportation ciblés.	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification géographique des marchés d'export ; • Etudes de marché approfondies ; • Partenariats locaux dans les pays cibles.
Pénurie de main-d'œuvre qualifiée	Difficulté à recruter ou retenir le personnel technique qualifié nécessaire, notamment dans les spécialités de l'électronique, de l'informatique et de l'électrotechnique.	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de programmes de formation interne ; • Partenariats avec des établissements d'enseignement ; • Mise en place d'une politique de rétention attractive.

8. Annexes

8.1. STATISTIQUES DÉTAILLÉES

8.1.1 Importations tunisiennes des chargeurs d'accumulateurs

Liste des marchés fournisseurs pour un produit importé par la Tunisie

Produit : 85044055003 Chargeurs d'accumulateurs

Sources : Trade Map

Unité : milliers Dollar

	2017	2018	2019	2020	2021
Monde	0	2 404	2 713	2 510	3 258
Chine	0	1 389	1 708	1 963	2 447
Italie	0	292	245	261	379
France	0	255	89	68	240
Chypre	0	0	0		29
Allemagne	0	108	318	39	28
Espagne	0	41	21	29	22
Autres	0	318	332	150	113

8.1.2 Importations tunisiennes de véhicules électriques

Importation par Produits en valeurs(en Dinars)

870380 - Véhicules; avec seulement un moteur électrique pour la propulsion

Source : INS

Pays	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024 (8 mois)
Bélgique	-	-	698	-	-	893 610	1 036 479	2 736 231
France	6 669	67 500	-	-	-	-	304 536	989 321
Allemagne	600	-	2 195	53 805	1 085 400	998 400	8 290 211	8 163 481
Hongrie	-	-	-	-	-	-	157 719	-
Pologne	-	-	-	-	-	-	-	93 769
Etats-unis	-	-	-	-	-	-	360 819	-
Chine	-	-	5 982	208 321	-	307 356	565 587	1 747 446
Corée du sud	-	-	-	-	73 695	601 952	3 630 213	4 175 674
TOTAL	7 269	67 500	8 875	262 126	1 159 095	2 801 318	14 345 564	17 905 922

8.2 ADRESSES UTILES

8.2.1 Quelques fournisseurs d'équipements

- **Ligne d'assemblage semi-automatisée :**

Europlacer (France) - www.europlacer.com

ASYS Group (Allemagne) - www.asys.de

- **Équipements de programmation et de calibration :**

Advantest (Allemagne) - www.advantest.com

Teradyne (Irlande) - www.teradyne.com

Vitrox (Allemagne) - www.vitrox.com

- **Outillage spécialisé :**

Weidmüller (Allemagne) - www.weidmuller.com

Phoenix Contact (Allemagne) - www.phoenixcontact.com

Wiha (Allemagne) - www.wiha.com

- **Équipements de test et de contrôle qualité :**

Rohde & Schwarz (Allemagne) - www.rohde-schwarz.com

Anritsu (Royaume-Uni) - www.anritsu.com

Tektronix (Allemagne) - www.tek.com

- **Chambre climatique :**

Weiss Technik (Allemagne) - www.weiss-technik.com

Vötsch Industrietechnik (Allemagne) - www.voetsch-technik.com

Climats (France) - www.climats-tec.com

- **Systèmes de test CEM :**

EM Test (Ametek) (Suisse) - www.emtest.com

HILO-TEST (Allemagne) - www.hilo-test.de

- **Équipements de manutention :**

Jungheinrich (Allemagne) - www.jungheinrich.com

Linde Material Handling (Allemagne) - www.linde-mh.com

8.2.2 Liste de partenaires stratégiques / technologiques potentiels

- **ABB**

Siège social : Zurich, Suisse

Site web : www.abb.com

Contact : <https://new.abb.com/contact-centers>

- **Schneider Electric**

Siège social : Rueil-Malmaison, France

Site web : www.se.com

Contact : <https://www.se.com/ww/en/work/support/customer-care/contact-schneider-electric/>

- **Siemens**

Siège social : Munich, Allemagne

Site web : www.siemens.com

Contact : <https://new.siemens.com/global/en/general/contact.html>

- **EVBox**

Siège social : Amsterdam, Pays-Bas

Site web : www.evbox.com

Contact : <https://evbox.com/en/contact>

- **Wallbox**

Siège social : Barcelone, Espagne

Site web : www.wallbox.com

Contact : https://wallbox.com/en_catalog/contact-us

- **Alfen**

Siège social : Almere, Pays-Bas

Site web : www.alfen.com

Contact : <https://alfen.com/en/contact>

- **Enel X**

Siège social : Rome, Italie

Site web : www.enelx.com

Contact : <https://www.enelx.com/n-a/en/contact-us>

8.3. PROJECTIONS DE RENTABILITÉ

		2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Ventes en unités	Bornes résidentielles	650	900	1 100	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300	1 300
	Bornes semi-rapides	320	460	550	640	640	640	640	640	640	640
	Bornes rapides	30	40	50	60	60	60	60	60	60	60
	Total	1 000	1 400	1 700	2 000						
Prix moyens en DT / Unité	Bornes résidentielles	1 500									
	Bornes semi-rapides	3 000									
	Bornes rapides	85 000									
CA Bornes en mDT	Bornes résidentielles	975	1 350	1 650	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950
	Bornes semi-rapides	960	1 380	1 650	1 920	1 920	1 920	1 920	1 920	1 920	1 920
	Bornes rapides	2 550	3 400	4 250	5 100	5 100	5 100	5 100	5 100	5 100	5 100
	Total	4 485	6 130	7 550	8 970						
CA Services	<i>10% du CA Bornes</i>	449	613	755	897	897	897	897	897	897	897
CA Total		4 934	6 743	8 305	9 867						
<i>Dont CA Export (20%)</i>		987	1 349	1 661	1 973	1 973	1 973	1 973	1 973	1 973	1 973

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Charges en mDT										
Achats	2 722	3 712	4 578	5 444	5 444	5 444	5 444	5 444	5 444	5 444
Personnel	888	1 036	1 184	1 481	1 481	1 481	1 481	1 481	1 481	1 481
Autres charges d'exploitation	395	539	664	789	789	789	789	789	789	789
Frais financiers de fonctionnem	148	202	249	296	296	296	296	296	296	296
Dotations aux amortissements	465	465	465	465	465	335	335	335	335	335
Frais financiers de financement	363	333	272	212	151	91	30	0	0	0
Total charges	4 981	6 287	7 413	8 686	8 626	8 435	8 375	8 344	8 344	8 344
Rultat avant impôts	-47	456	892	1 181	1 241	1 432	1 492	1 523	1 523	1 523
Impôts	0	68	134	177	186	215	224	228	228	228
Résultat Net en mDT	-47	387	758	1 004	1 055	1 217	1 268	1 294	1 294	1 294
Cash Flow	418	852	1 223	1 469	1 520	1 552	1 603	1 629	1 629	1 629
Cash Flow - Investissement	-5 082	852	1 223	1 469	1 520	1 552	1 603	1 629	1 629	1 629
TRI	22%									
VAN (14%) en mDT	1 542									

2025

AGENCE DE PROMOTION DE L'INDUSTRIE ET DE L'INNOVATION



Agence de Promotion
de l'Industrie et de l'Innovation

63, Rue de Syrie, 1002 Tunis Belvédère - Tunisie

Tél.: (216) 70 162 888 - Fax: (216) 71 782 482

E-mail : apii@apii.tn