



# IRVE

Infrastructures de recharge et véhicules électriques

Michel MINET Training Institute France

[michel.minet@se.com](mailto:michel.minet@se.com)

Janvier 2023

## Le contexte

*L'automobile, au niveau mondial, représente aujourd'hui un véritable paradoxe : le parc ne cesse d'augmenter, en particulier dans les pays émergents, entraînant toujours plus d'émissions de CO2. Emissions de CO2 que, dans le même temps, les états s'efforcent de réduire drastiquement pour limiter l'effet de serre. Dans ce contexte, le véhicule électrique représente une alternative crédible.*



Source ElcovaLana



Life Is On

**Schneider**  
Electric

## Le contexte

*Pour autant un véhicule électrique ne se branche pas comme une simple cafetière.*

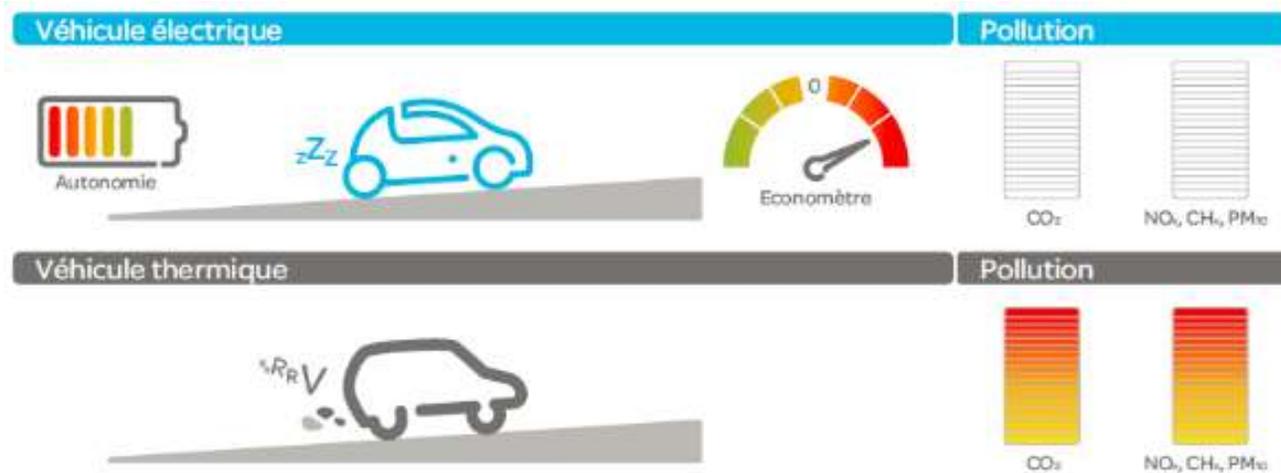
*Le déploiement d'une infrastructure de charge sur tout le territoire doit à la fois apporter le service sans nuire à la performance du réseau électrique actuel.*

*Quelles sont les technologies ?*

*Quelles solutions avec les énergies renouvelables et le smart grid ?*



Aucuns rejets de gaz à effet de serre, ni de particules fines.



Les faits

**x 2**

Demande d'énergie en 2050  
Demande d'électricité en 2030

VS

L'impératif

**÷ 2**

Les émission de CO<sub>2</sub> en 2050 pour limiter  
le réchauffement climatique à 2°C

# Une offre VE de plus en plus large.



eMEGANE



ZOE



SPRING



LEAF 2



500e



e 208



e 2008



MINI SE



ID.3



E NIRO



Model 3



Model S



MACH E



EV6

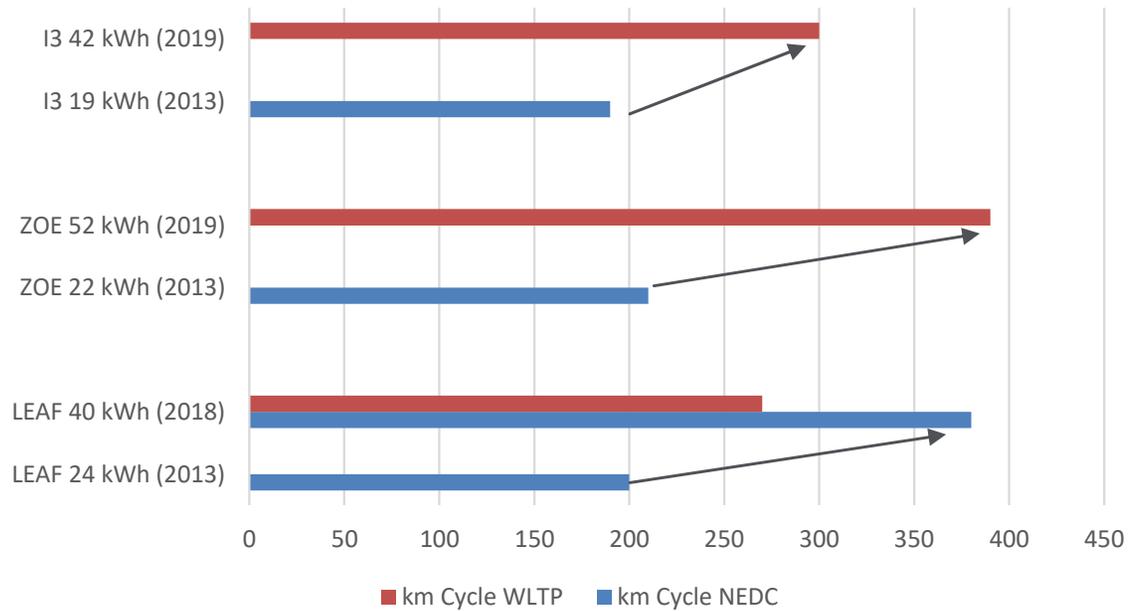


IONIQ 5

# Avec des autonomies toujours en hausse.



Autonomies VE entre 2013 et 2019



L'ancien cycle **NEDC** qui mesure la consommation des véhicules et donc l'autonomie théorique, a été remplacé depuis le 1 septembre 2018, par le **WLTP** plus réaliste. Les autonomies annoncées sont donc plus faibles, mais plus proche de la réalité. Les USA utilise le cycle **EPA** qui est encore plus réaliste.

## Et pour se recharger ?



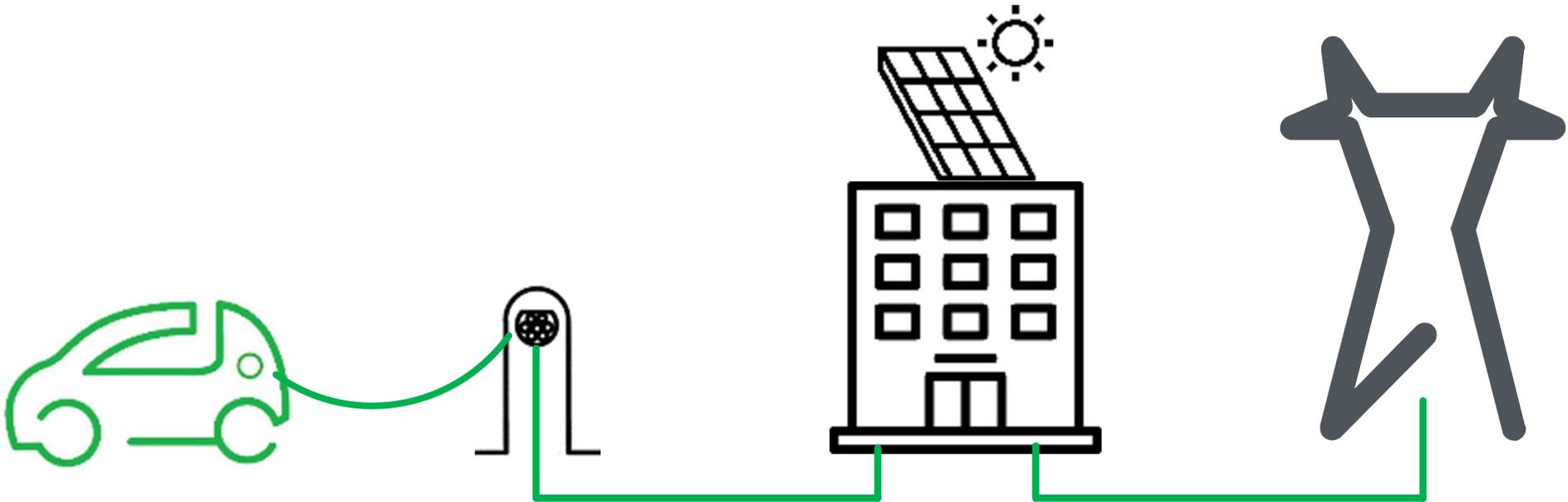
Les constructeurs fournissent 1 ou 2 câbles de charge :  
-1 câble pour prise domestique\* (charge lente 21h)  
-1 câble pour borne de charge T2 (charge de 2 à 6h).

Les bornes rapides disposent de leurs câbles attachés (charge 30 mn).

\* Également appelé câble grand-mère, car il permet de se recharger partout.



# L'infrastructure de recharge ou IRVE.



Recharger où vous voulez, quand vous voulez.

Sur une borne pilotée et 100% sécurisée.

Sur un bâtiment qui optimise sa gestion de l'énergie (Efficacité Energétique).

Sur un réseau piloté par un SMART GRID.

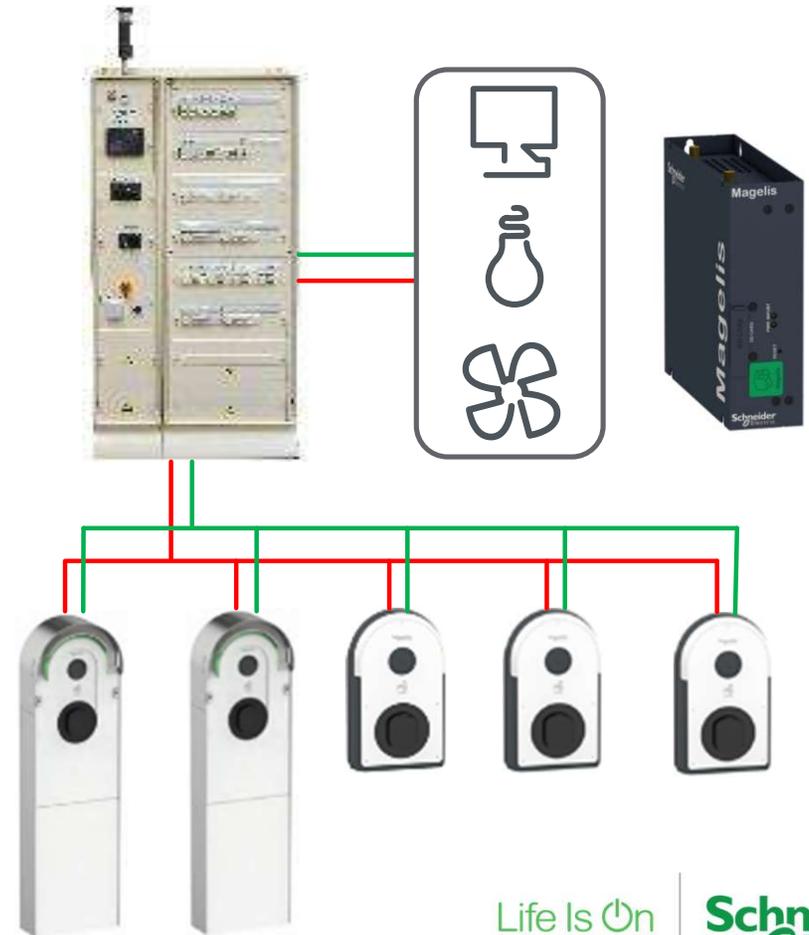
# Gestion de la puissance.

Dans le cas de charges multiples de VE, un automatisme dans le TGBT gère la puissance disponible de l'installation.

Il prend en compte les priorités énergétiques du site et répartit l'énergie disponible entre les bornes.

Différents paramétrage sont possibles :

- priorité de temps (le VE en charge le plus longtemps sera délesté en premier)
- Priorité d'énergie (le VE ayant le plus chargé sera délesté en premier)
- de droit (VE secours, VE VIP, charge payante premium ou standard, etc).



# Quelle solution pour les grandes distances ?

Des batteries toujours plus grosses ou...

1 500 kg  
326 kg de batterie  
52 kWh



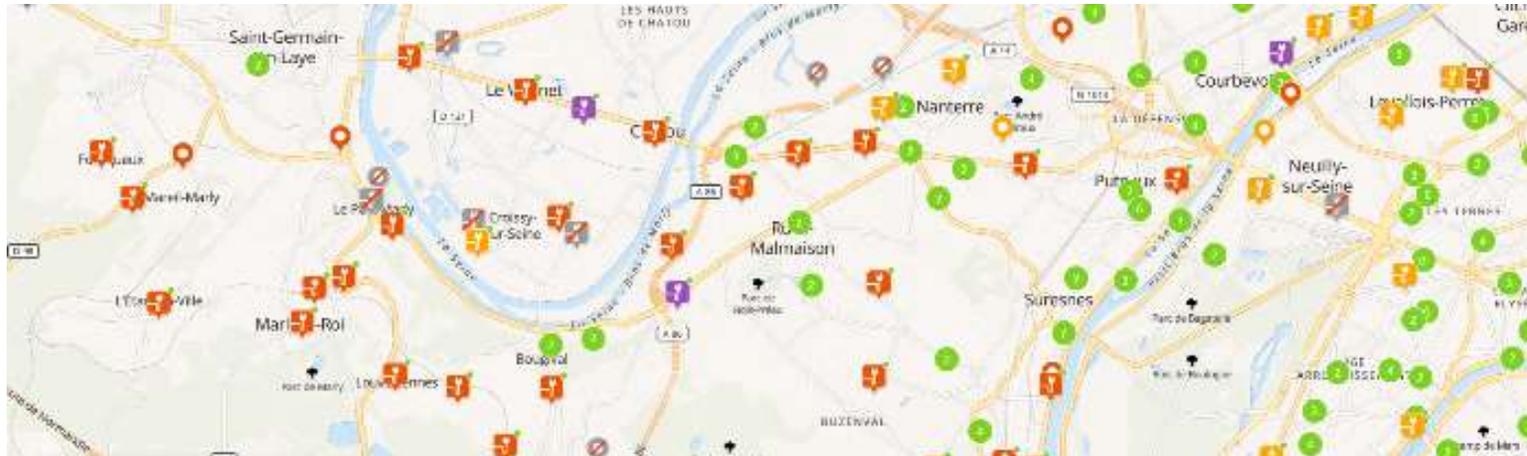
19h de charge sur une prise renforcée

2 100 kg  
600 kg de batterie  
100 kWh



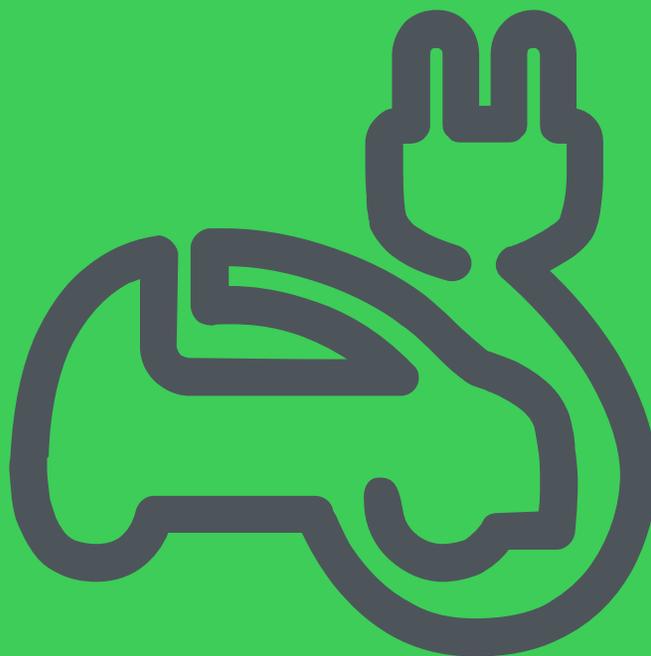
30h de charge sur prise renforcée

...ou des bornes de charge disponibles partout ?



Sources Chargemap

# Technologie des VE



# Le VE, un nouveau véhicule ?

Les premiers VE datent de 1880 - 1890

Au début du XXème siècle à Paris : 1/3 du parc automobile est en VE  
C'est pourtant le véhicule thermique qui va s'imposer grâce à son autonomie.



Source Wikipédia / Quasarstrider

La Jamais Contente est le premier véhicule à dépasser les 100 km/h en 1899.  
1 km départ lancé en 34s, 1450 kg dont 700 Kg de batteries plomb, et 68 ch.

## Le renouveau du VE.

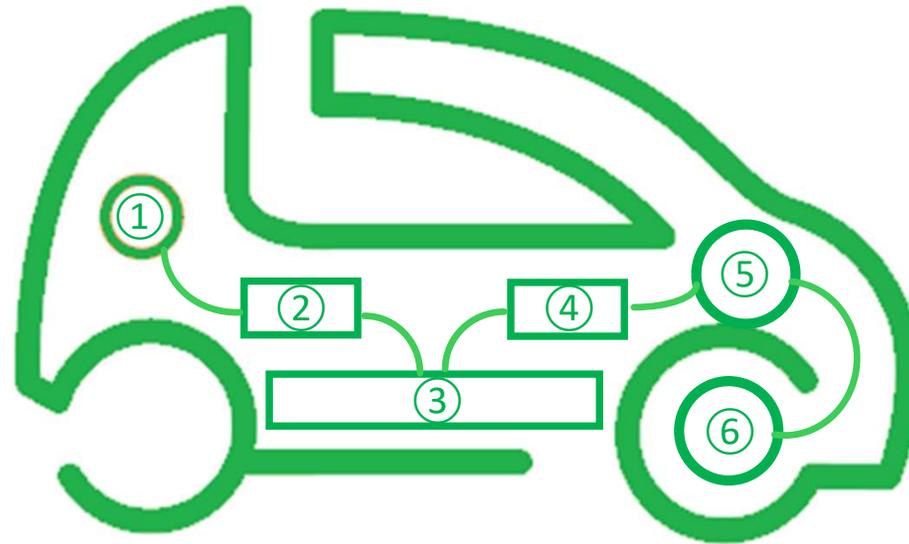
Dans les années 1990-2000 en France, les VE font un timide retour. Dérivés des versions thermiques des Saxo, AX, 106 pour Peugeot et CLIO pour Renault.  
Moteur courant continu, batteries Ni-Cd dans le coffre, autonomie 70 Km, vitesse de 90 Km/h.  
→ Maintenance régulière des batteries et des balais moteurs.  
Le prix : 2 x plus cher que le prix de la version thermique.  
La technologie n'est pas mûre !



La prise MARECHAL  
(non communicante)



# Architecture des VE actuels.



1. La prise de charge
2. Le chargeur embarqué CA → CC
3. La batterie Li-ion de traction avec le BMS (battery management system)
4. Le convertisseur (onduleur)
5. Le moteur de traction
6. La transmission via le réducteur entraine les roues

# Architecture des VE actuels.

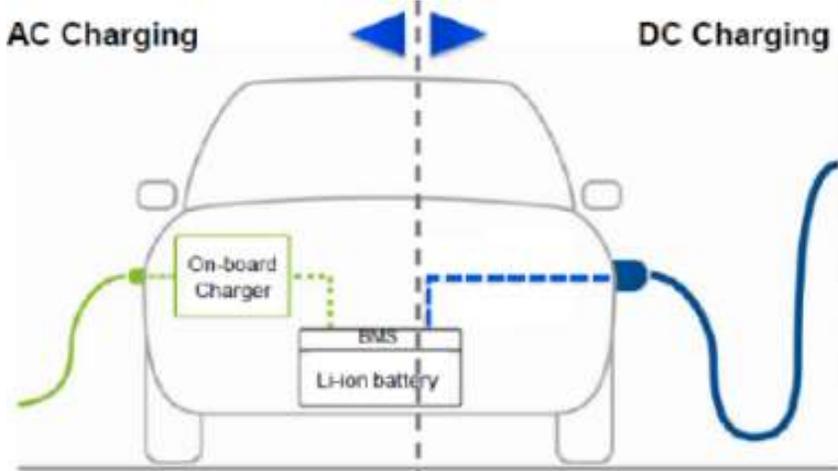
Alternatif lent 2 kW



Alternatif accéléré 7-11-22 kW



Alternatif rapide 43 kW



Continu rapide  
50-120-150-180-250 kW



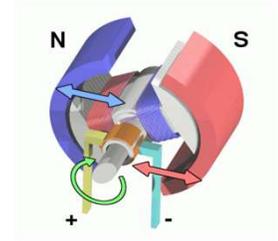
ZOE



LEAF

Internal

## Début 90, moteur à courant continu.



Source Wikipédia

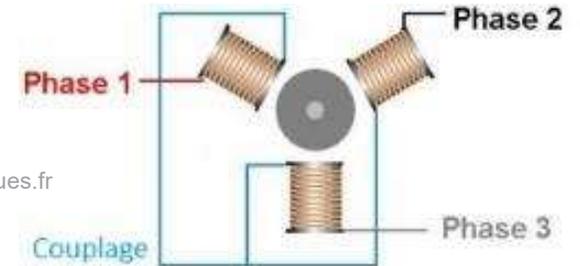
Dans les années 90, les VE utilisaient un moteur à courant continu avec collecteurs.  
Il est facile à piloter avec une électronique de puissance simple.  
Inconvénient majeur: l'usure de ses balais ou collecteurs (échauffement, génération de parasites électriques, défrettage du rotor bobiné).  
→ Maintenance importante



Saxo électrique

# Aujourd'hui, le moteur asynchrone.

Source astuces-pratiques.fr



Depuis des années 2000, les progrès de l'électronique de puissance a réorienté le choix des constructeurs vers la technologie des moteurs à courant alternatif : moteur asynchrone ou moteur synchrone.

En asynchrone l'alimentation du stator en courants alternatifs triphasés génère un champ magnétique tournant qui entraine le rotor (bobiné en court circuit ou à aimants permanents).  
→ Inconvénient le rotor ne tourne pas aussi vite que le champs magnétique du stator: c'est le glissement. Plus il est important, plus le rendement du moteur est faible. La vitesse du moteur dépend donc de la charge.



Moteur asynchrone et réducteur du TWIZY



## Et synchrone à aimants permanents...

Avec un moteur synchrone le glissement est nul, le rotor tourne à la même vitesse que le champ tournant. La vitesse du moteur est constante quelle que soit la charge. Deux technologies de rotor existent, à aimants permanents ou rotor bobiné. Le moteur synchrone à aimants permanents, aussi appelé Brushless, est plus compact, mais ses aimants sont fabriqués avec des Terres Rares comme le néodyme, produites à 95% en Chine.



Moteur synchrone de la I-MIEV / i-ON / C-ZERO

...ou synchrone à rotor bobiné.

Le moteur synchrone à rotor bobiné avec ses balais d'alimentation en courant continu, est un peu plus volumineux et un peu plus lourd → Inconvénient la consommation électrique est plus importante. Mais il ne nécessite pas de Terres Rares pour sa fabrication. En freinage, Il peut fonctionner en génératrice et renvoyer du courant vers les batteries, via un convertisseur réversible.



Chargeur Caméléon et moteur synchrone de la ZOE

# La chimie des batteries, la clé du développement du VE.

Forte évolution de la technologie des batteries.  
Plomb → Nickel Cadmium → Lithium ion...

En développement les batteries Sodium ion, Lithium soufre, la technologie solide...

	Les +	Les -
Pb	Prix Recyclage facile	Poids Effet mémoire
Ni-Cd	Nb cycles élevés Performance basse T°	Toxique Autodécharge
Li-Ion	Pas d'effet mémoire Faible autodécharge	Prix Recyclage spécifique



La tension d'un pack est de 300 à 400V

# A chaque taille de VE, une taille (idéale) de batteries.

Micro Citadine → < 10 kWh



Citadine → 40 kWh



Citadine polyvalente → 50 kWh



Berline compacte → 60 kWh



Berline familiale et SUV → 75 kWh



Sportive et premium → > 100 kWh

# Energie et rendement.

La densité d'énergie s'exprime en  
Qté d'énergie/volume Wh/l (densité énergétique)  
Qté d'énergie/masse Wh/kg (énergie spécifique)

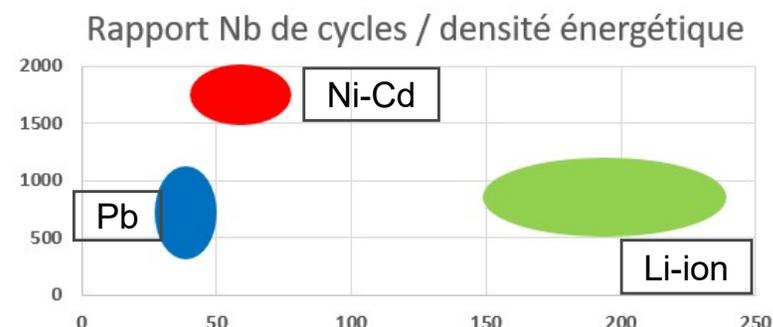
Pb □ 30 à 50 Wh/kg

Ni-Cd □ 45 à 80 Wh/kg

Li-ion □ 100 à 240 Wh/kg

↑x50↓

L'essence □ 12 000 Wh/kg (valeur hors transformation)



$\eta$  Rendement d'un moteur essence  $\approx 35\%$ , moteur diesel  $\approx 45\%$

Après pertes de transmission, environ 20 % arrivent aux roues.

$\eta$  Rendement d'un moteur électrique 90 à 96 %

Après pertes de transmission, environ 60 % arrivent aux roues.



# Pour quelle autonomie ?

Le facteur le plus influant sur l'autonomie d'un VE est bien la vitesse.

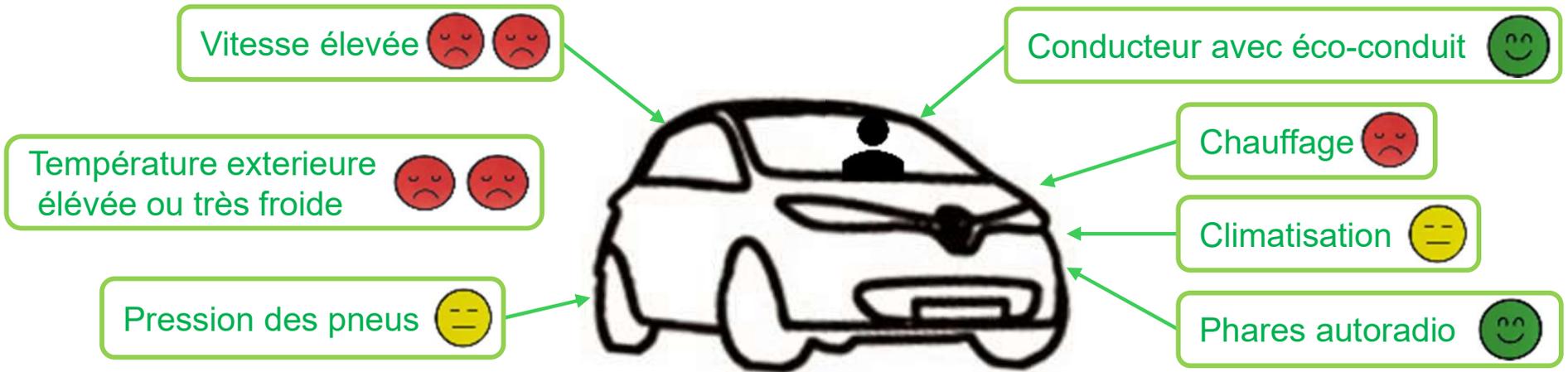
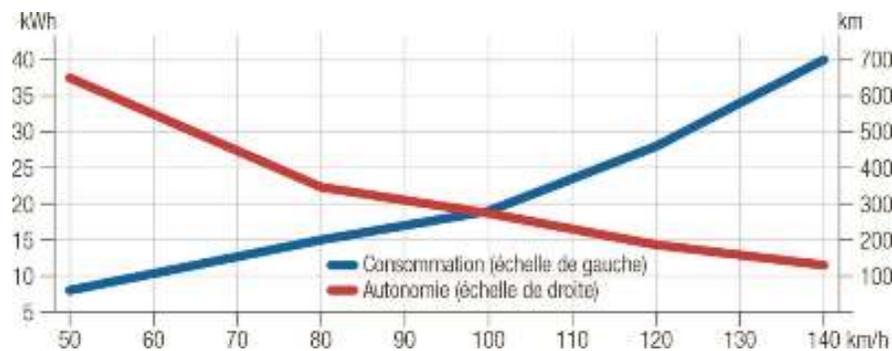


Tableau Consommation  
Autonomie en fonction  
de la vitesse pour  
ZOE 50 R135.



Source Revue Automobile

Life Is On

Schneider Electric

## Durée de vie des batteries.



Un cycle de batterie = charge à 100% puis décharge à 100%. Les fabricants de batteries annoncent 1000 à 2000 cycles. Dans la réalité, on fait plus souvent des charges partielles que des cycles complets. → durée de vie plus longue.



La durée de vie dépend de l'usage fait par le conducteur (charges lentes/rapides), du type de batteries (Li-ion, Li polymères,...) de la technologie utilisée par le constructeur pour refroidir la batterie (air/eau), et du calculateur pour surveiller la batterie (BMS).

Calcul théorique de la durée de vie de batterie:

1500 cycles x 300 km d'autonomie moyenne = 450.000 km.

## Fin de vie des batteries.



Source mag-entreprise.com

Une fois arrivé en fin de vie, les batteries sont envoyées dans une usine de traitement et de recyclage des métaux.

Les packs sont ouverts, les cellules extraites, puis fondues dans un four. Les métaux sont ensuite séparés par des procédés métallurgiques classiques comme l'hydrométallurgie. Les lingots de cuivre, aluminium, cadmium, nickel, cobalt, et lithium sont ensuite revendus. Les déchets finaux moins de 2% (traitement des filtres) sont ensuite envoyés à l'enfouissement.

De nouveaux procédés « à froid » de traitement sont à l'étude pour diminuer l'impact environnemental.



Usine SNAM à Saint-Quentin-Fallavier

## Poids d'un pack batterie.



ZOE 290 kg de batteries pour un total de 1 450 kg  
TESLA 600 kg de batteries pour un total de 2 200 kg } Des véhicules lourds  
BMW a fait le choix des matériaux composites pour la I3 (1 195 kg) → Un prix élevé.  
Donc l'augmentation de la capacité du pack batteries, se traduit actuellement par une augmentation du poids.

## Prix d'un pack batteries.

Le remplacement d'un pack batteries neuf varie de 3500 € à 10 000 €. L'intervention comprend la dépose, repose, contrôles et une partie du coût de recyclage.



Source automobile-propre.fr

# Comment tester la tenue à la charge ?

Pour connaître la capacité restante, il est nécessaire de faire un cycle complet (charge à 100% + décharge à 100%) en concession automobile avec appareil de mesures.

Généralement les constructeurs considèrent que le pack batteries est fonctionnel jusqu'à 70 ou 75% de la capacité d'origine.

Soit par exemple pour une ZOE de 22 kWh une autonomie de 110 km sur les 150 km d'origine.

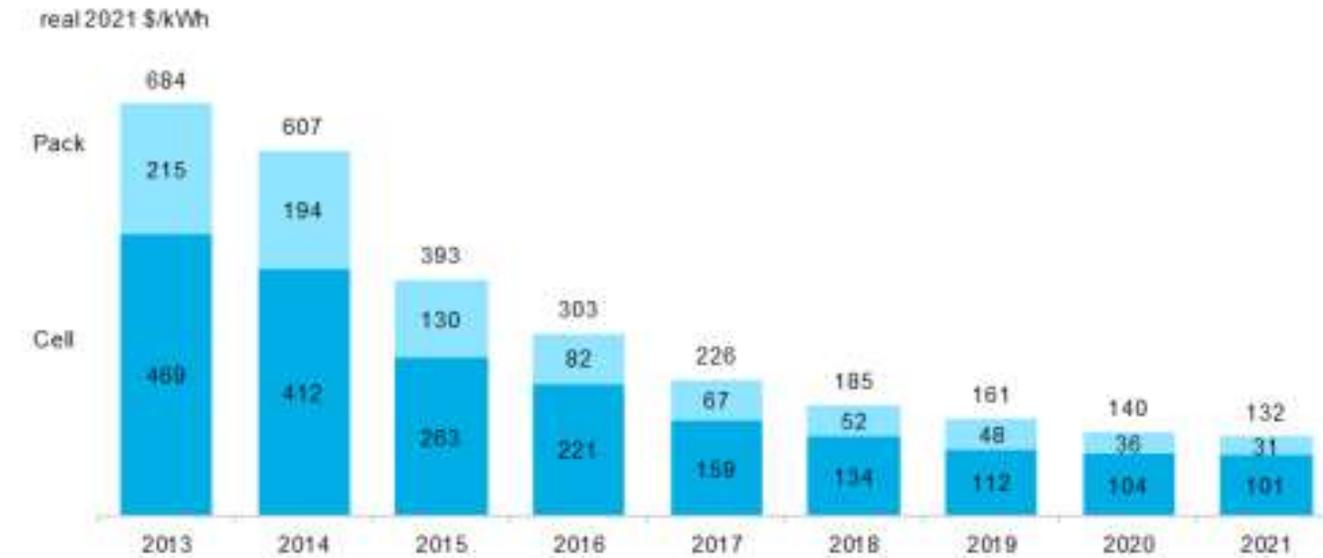
Actuellement les constructeurs garantissent une capacité minimale (70 à 75%) au bout d'une certaine durée d'utilisation (8 ans / 100 000 km).

## Le recyclage des batteries.

Lorsque les performances des packs batteries ne sont plus compatibles avec l'usage VE, ils seront reconditionner en batteries stationnaires, pour le stockage tampon pour des EnR.

# Evolution du coût du kWh stocké.

**Figure 1: Volume-weighted average pack and cell price split**



Source: BloombergNEF.

Les batteries représentent  
25 à 40% du coût d'un VE.

# Le VE est il un véhicule écologique ?



l'impact écologique de la fabrication d'un VE est à comparer à celui d'un véhicule thermique.

Selon une étude de l'ADEME\*, un véhicule électrique en France, émet 9 tonnes de GES\*\* sur l'ensemble de son cycle de vie. Un véhicule thermique équivalent émet 22 tonnes de GES.

Le VE est aujourd'hui pénalisé par la fabrication de sa batterie Li-ion. 75% des GES du VE sont émis lors de sa fabrication.

Pour compenser les GES émis à la fabrication, le VE doit parcourir :

- 45 000 km pour un petit VE (30 kWh)

130 000 km pour un gros VE (100 kWh)

Calculs fait sur une base de 130g de CO<sub>2</sub>/kg au Km

\* = <https://presse.ademe.fr/2017/12/etude-le-vehicule-electrique-dans-la-transition-ecologique-en-france.html>

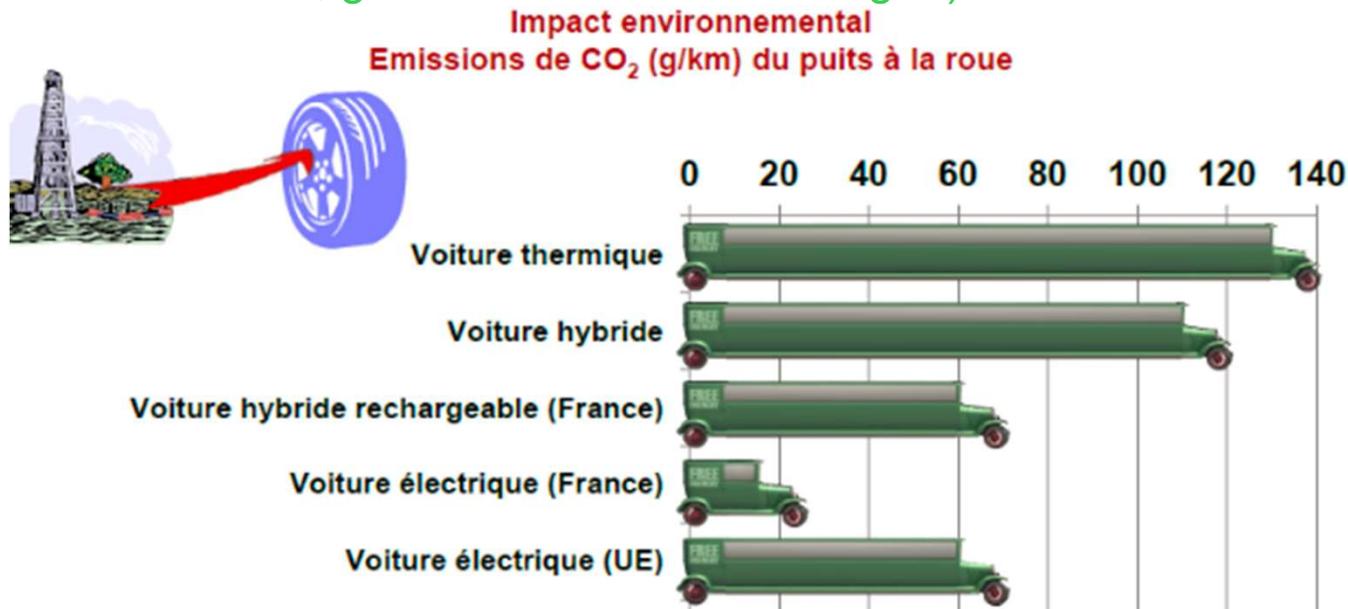
\*\* = Gaz à effet de serre

# Le VE est il un véhicule écologique ?



Lors de son utilisation le VE n'émet pas de GES.

Par contre selon les pays, la production d'électricité a un impact carbone différent (nucléaire en France, charbon en Chine, gaz et charbon en Allemagne)..



# Le VE est il un véhicule économique ?

## La recharge à domicile

Sur prise domestique de 1,8 kW ou sur borne de charge de 3,7 kW. Abonnement de 9 kVA avec option base.

Cas d'un VE de 50 kWh avec une batterie à 20% (équivalent de la réserve sur VT) donc 40 kW à recharger pour arriver à 100%.

Prix d'un plein de 40 kW à  $0,174 \text{ €/kWh} = 7 \text{ €}$

Avec une consommation moyenne de 15 kWh/100 km (ville et périurbain), l'autonomie est de 330 km.

Le coût au 100 km est d'environ 2,12 €.



\* Tarif janvier 2023

# Le VE est il un véhicule économique ?

## La recharge sur autoroute

Les stations d'autoroutes sont équipées de bornes d'une puissance de 50 kW à 350 kW avec un prix de 0,35 €/kWh\* à 0,69 €/kWh\* (IONITY).

Les Superchargeurs de TESLA délivrent une puissance de 150 et 250 kW. Le prix est de 0,46 €/kWh\* pour les propriétaires de TESLA et 0,70 €/kWh\* pour les autres.

Prix d'un plein de 48 kW (80% de 60 kWh): de 17 € à 34 €

Avec une consommation moyenne de 22 kW/100 km l'autonomie sur autoroute est de 270 km.

Le coût au 100 km varie de 6,3 € à 12,6 €.

\* Tarif janvier 2023



Source INSIDEEVS

Source Automobile Propre



Life Is On

Schneider Electric

# Le VE est-il un véhicule économique ?

La recharge en ville, au travail...

Sur les parkings de magasins, les recharges sont généralement gratuites et nécessitent parfois un badge, mais peuvent être limitées en temps ou en puissance.

Sur le lieu de travail, les recharges pour les salariés peuvent être gratuites ou payantes suivant la politique de l'entreprise (forfait mensuel, tarification à la recharge).

Dans la ville, les recharges sont payantes et nécessitent une application, ou un badge d'un opérateur de mobilité (Chargemap Pass, Freshmile, KiWhipass...).



Source Automobile Propre



Life Is On

Schneider  
Electric

# Le VE est il un véhicule dangereux ?

Les risques :

- Surcharge ou surchauffe de la batterie → BMS
- Chocs ou accident → sarcophage de la batterie, déconnexion automatique de l'énergie.

Les incendies de VE sont rares et en proportion beaucoup plus faibles qu'avec les VT (au kms parcourus).

Les assureurs proposent des contrats d'assurance plus intéressant pour un VE que pour un VT équivalent.

Par contre les pompiers doivent être formés à intervenir sur ce type d'accident, comparable aux risques rencontrés lors des incendies photovoltaïques.



Tesla model S



Lamborghini Gallado

# Technologie des IRVE



# Les modes de charge.

## Mode 1 :

interdit aux  
USA

*Prise domestique 2P+T non dédiée. Câble de charge simple. Risques électriques possibles. Utilisé uniquement pour les véhicules légers, type trottinette, vélo.*



## Mode 2 :

*Prise domestique 2P+T non dédiée. Câble avec boîtier limitant le courant à 8 ou 10 A maxi. Pas de gestion de charge.*



## Mode 3 :

Préconisé par  
Schneider

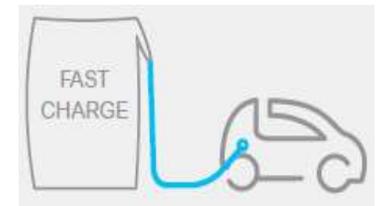
*Borne de charge avec prise T3 dédiée. Câble communicant. Courant de 16 à 63 A. Gestion HC, délestage.*



## Mode 4:

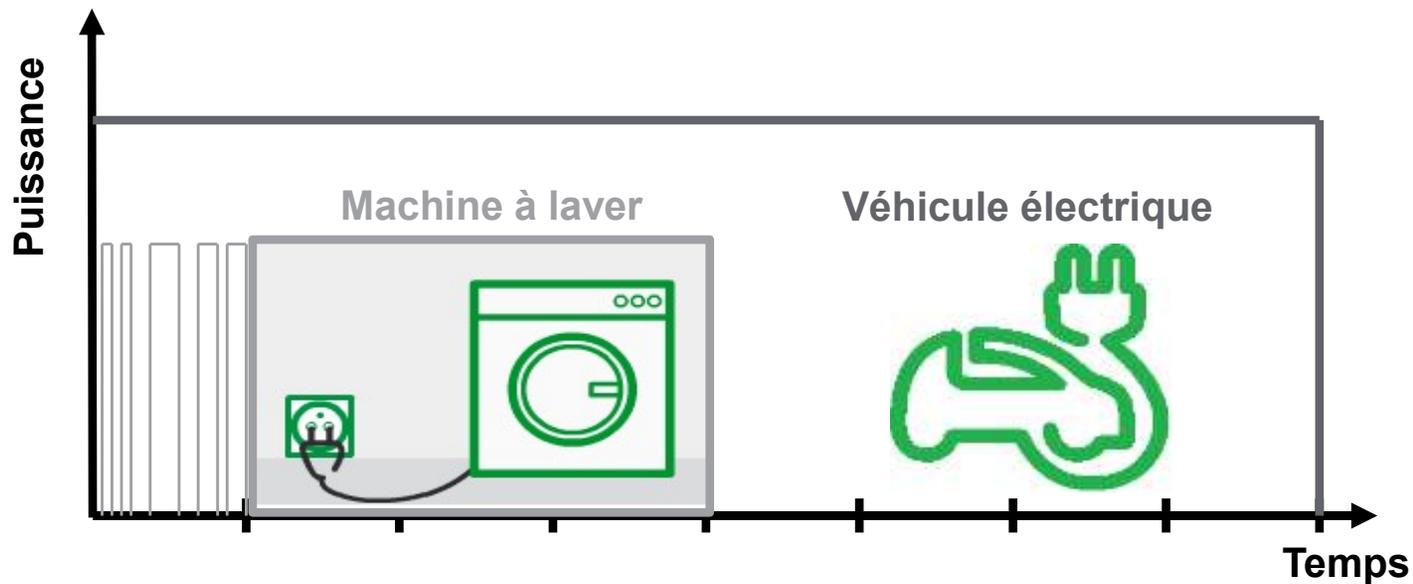
Préconisé par  
Schneider

*Station de charge rapide avec câble attaché. Contrôle et protection intégré. Charge en CC au standard CHAdeMO, ou en AC en COMBO. Courant de 125A.*



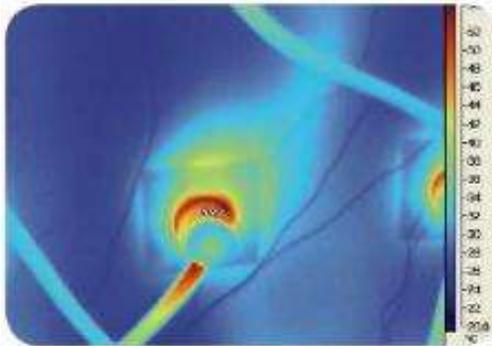
# Pourquoi un dispositif de charge spécifique ?

La charge d'un VE n'est pas une charge domestique comme les autres. Par conséquent le VE doit disposer de son circuit et de sa protection spécifique.



# Les risques électriques avec une prise non dédiée.

Une prise domestique n'a pas été conçue pour tenir un courant de 16A sur une longue durée. Elle peut alors s'échauffer, fondre et provoquer un incendie.



Surchauffe



Fusion de l'isolant

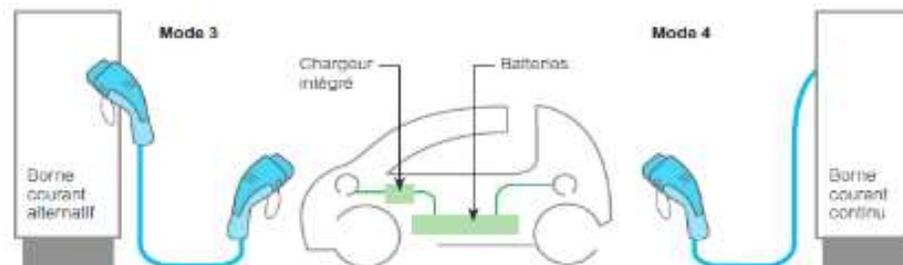


Incendie

# Pourquoi Schneider recommande les modes 3 et 4.

## Pour plus de fonctionnalité

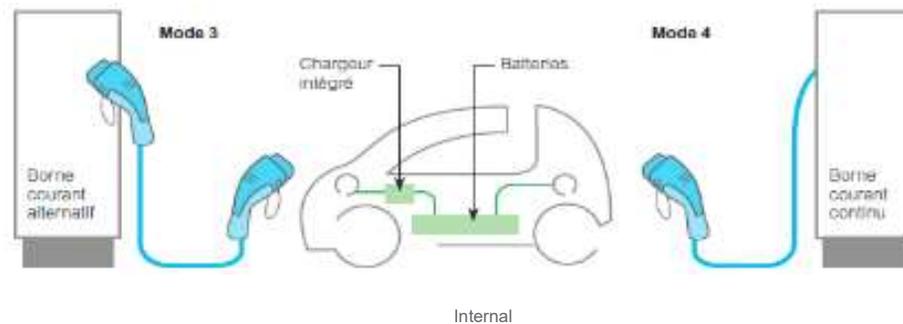
- Les modes 3 et 4 permettent d'établir une communication permanente entre le véhicule électrique et l'infrastructure de charge. Le mode 3 nécessite une prise dédiée à cet usage. Dans le mode 4, le câble est solidaire de la borne de charge.
- Pour des raisons d'économie et de sécurité, il devient alors possible d'ajuster en temps réel la quantité d'énergie attribuée à chaque véhicule en fonction de paramètres extérieurs, tels que :
  - le nombre de véhicule à charger simultanément,
  - le courant maximal que la borne peut fournir,
  - la consommation instantanée de l'installation, etc.
- Ils sont les seuls modes à permettre une gestion de l'énergie avancée et restent donc indispensables pour l'intégration des infrastructures de charge dans les SMART GRID.



# Pourquoi Schneider recommande les modes 3 et 4.

## Pour plus de sécurité

- Par opposition avec la prise domestique en modes 1 et 2, avec les mode 3 et 4, le branchement et la déconnexion du câble se font hors tension. Une fois le véhicule raccordé, la borne vérifie l'intégrité de tout le système de charge avant d'injecter le courant.
- Le mode 3 et 4 prévoient :
  - la mise à la terre du véhicule pendant la charge,
  - l'autodiagnostic de la borne avec coupure automatique en cas de défaut,
  - le diagnostic du circuit de charge du véhicule avec coupure automatique en cas de défaut,
  - la limitation du courant de la charge selon la section du câble de charge (pour le mode 3),
  - la protection contre surcharge, court-circuit, défaut d'isolement par disjoncteur et protections différentielles externes obligatoires.



## Les types de prises côté infrastructure.

### Prise domestique type E/F (France) :

Monophasé, 16 A théorique mais 8 à 10 A permanent, 250 V, avec obturateurs. Une variante renforcée permet d'atteindre 16 A permanent.



### Type 2 (Europe) :

Monophasé ou triphasé, 63 A, 500 V 50 kW, avec 2 contacts de communication. Choix de l'Europe en 2013, obligatoire en France depuis 2016 (remplace le T3).



### Type CCS combo2 (Europe) :

Prise qui combine la forme T2 + connecteur courant continu. Choix de l'Europe depuis 2014. Puissance 50-150-350 kW, communication, câble attaché à la borne.



### Type CHAdeMO (Japon) :

Seul standard courant continu avant la norme CCS en Europe. Puissance 62-400 kW, communication, câble attaché à la borne.

Life Is On

Schneider  
Electric

# Temps de charge et distance récupéré



ZOE R135 batterie 50 kWh	Mode 2 (lent)		Mode 3 (normal)		Mode 3 (accélééré)	
	Monophasé		Monophasé		Triphasé	
Puissance :	1,8 kW	2,3 kW	3,7 kW	7 kW	11 kW	22 kW
Courant :	8 A	10 A	16 A	32 A	16 A	32 A
La charge de 20 à 100% en :	27 h	21 h 20 mn	13 h 15 mn	6 h 40 mn	4 h 30 mn	2 h 15 mn

Distance récupérée en 1 h de charge (1) :	10 km	12 km	20 km	40 km	65 km	130 km
---	-------	-------	-------	-------	-------	--------



TESLA Model S batterie 100 kWh	Mode 4 (rapide) (2)		
	Courant continu		
Puissance :	50 kW	100 kW	150 kW
Courant :	120 A	180 A	250 A
La charge de 20% à 80% (3) en :	50 mn	30 mn	20 mn

Distance récupérée :	270 km
----------------------	--------

(1) Pour une consommation de 17 kWh / 100 km

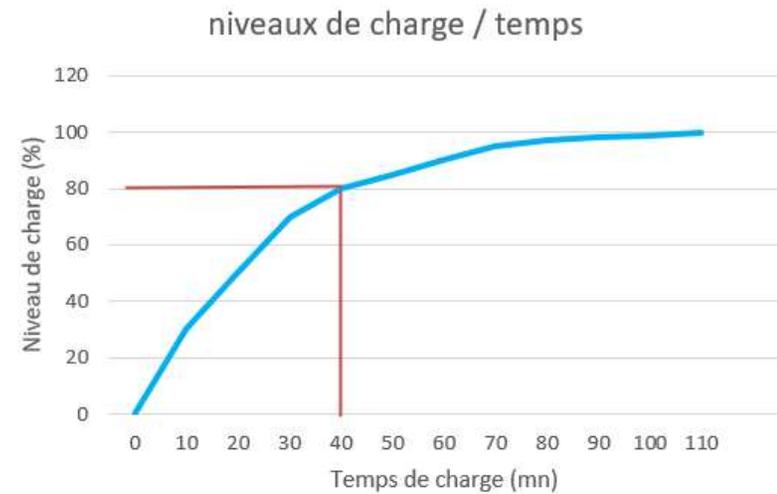
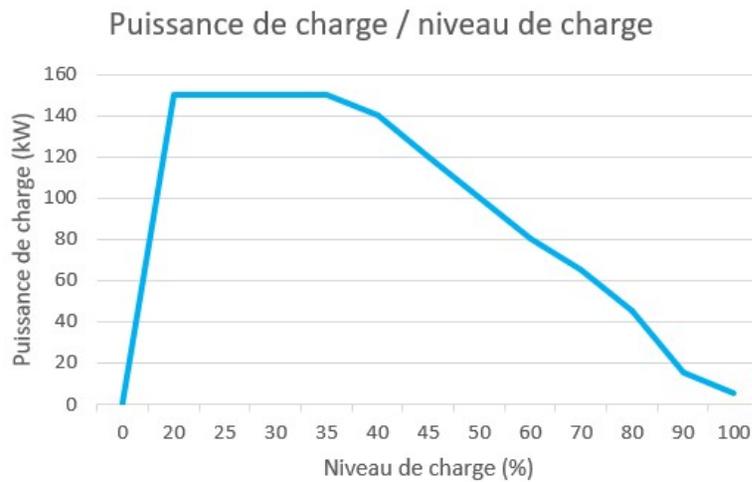
(2) le temps de recharge en CC dépend aussi de la capacité de la batterie à supporter la recharge rapide.

(3) De 80% à 100%, le temps de charge en CC est très long.

Source <https://www.automobile-propre.com/simulateur-temps-de-recharge-voiture-electrique/>

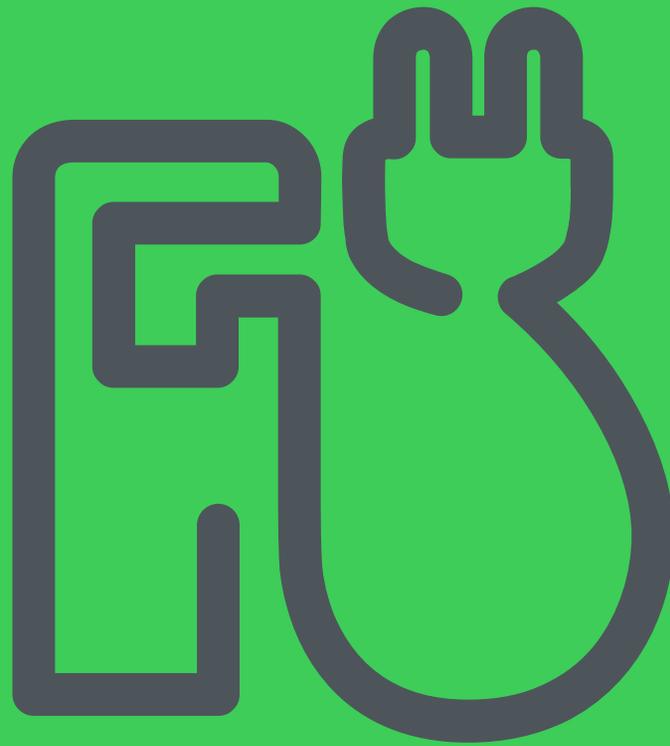


# Courbes de charge.



En charge CC la puissance de charge n'est pas constante dans le temps.  
En charge CC, il faut autant de temps de 80 à 100% que de 20 à 80%.

# L'offre Schneider



# La gamme des bornes Schneider.

Borne résidentielle



Borne de parking



Borne de voirie



Borne de charge rapide



Automate de gestion des grappe de bornes



# A chaque usage, sa borne.



A la maison  
3,7 – 7 kW  
4 à 10 h

Au travail, au centre commercial  
7 - 22 kW  
2 à 8 h



Sur autoroute  
50 - 250 kW  
80% en 30 mn

Dans la ville  
22 kW  
2 h



# Borne EVlink Home et EVlink Home Smart.



Pour le résidentiel et les immeubles d'habitation

- 3,7 kW ou 7 kW mono (16/32A) ou 11 kW tri (16A)
- 1 prise T2
- Etanche IP55 pour l'extérieur
- Planification et suivi des consommations par smart phone
- Contrôleur anti-déclenchement en option.



Installation par un professionnel certifié IRVE ( VE ready ou ZE ready ).

Nota Les versions avec câble attaché à la borne, ne sont pas autorisées en France.

# Borne EVlink Pro AC.



## Pour le tertiaire

- De 3,7 à 7 kW mono (16/32 A)
- De 11 à 22 kW triphasé (16/32 A)
- 1 prise T2 ou 1 prise T2 + domestique
- Etanche IP54 pour l'extérieur
- Pilotable par signal HC, horloge, délestage, limitation de puissance
- Lecteur RFID
- Communication Ethernet

Installation par un professionnel certifié IRVE ( VE ready ou ZE ready ).

Nota Les versions avec câble attaché à la borne, ne sont pas autorisées en France.



## Bornes EVlink City.

Pour les parking de collectivités

- De 7 kW mono (16 A) ou 22 kW triphasé (32 A)
- 2 prises T2 + 2 prises domestiques.
- Lecteur RFID.
- Protections intégrées dans le pied
- Comptage MID possible.
- Communication Ethernet ou par modem 3G/4G
- Compatible avec les systèmes de pré paiement

Installation par un professionnel certifié IRVE ( VE ready ou ZE ready ).



# Borne EVlink Pro DC.

Pour la recharge rapide

- De 30 à 60 kW DC 400 V
- De 120 à 180 kW DC 400 V
- Prise CCS combo2 avec câble attaché
- Prise CHAdeMO avec câble attaché
- Lecteur RFID
- Communication Ethernet ou par modem 4G
- Compatible supervision Schneider et tiers

Etudes faites par un BE ou par Schneider.

Installation par un professionnel certifié IRVE ( VE ready ou ZE ready ).

Génie civil indispensable.

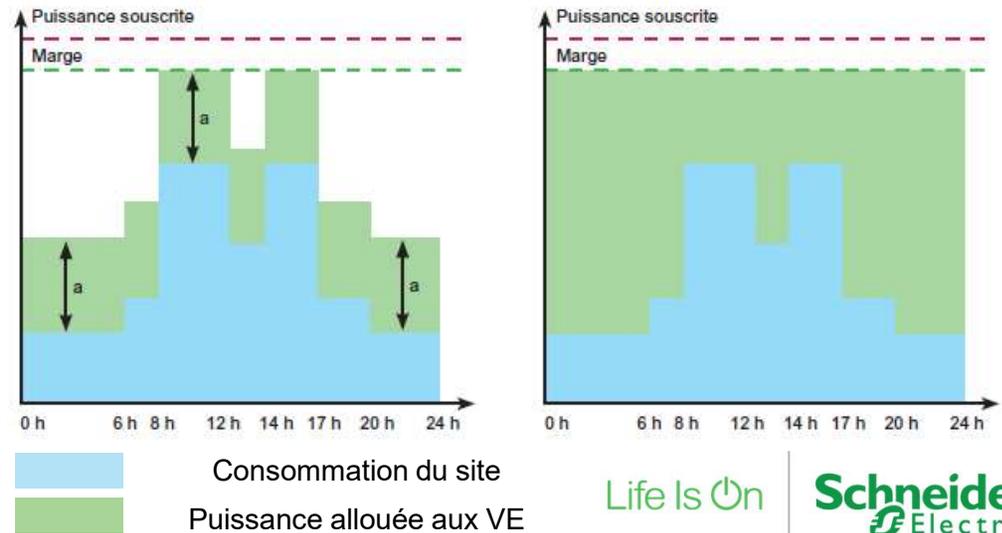
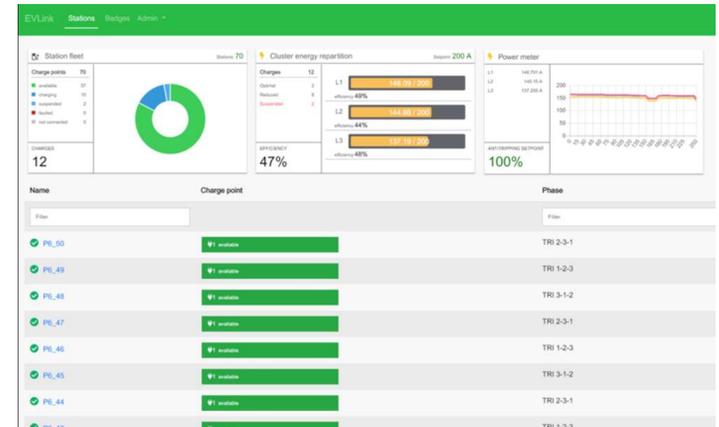


# Gestion de grappe de bornes par EV Charging Expert

Le déploiement de multiples bornes sur un site tertiaire (bureaux, centres commerciaux) peut avoir un impact important sur l'installation électrique.

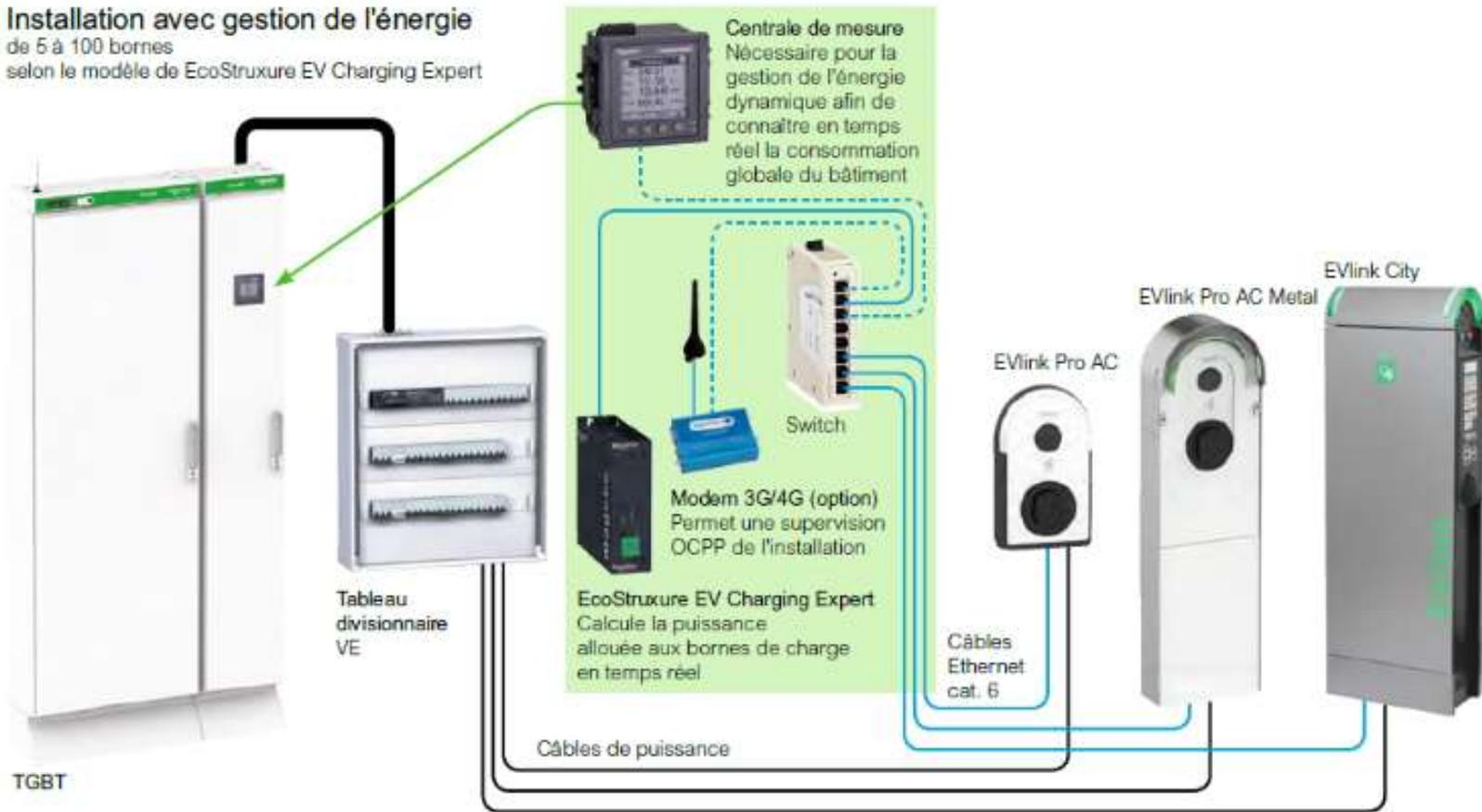
La solution consiste à moduler la puissance délivrée aux bornes, mais aussi à exploiter au maximum la puissance disponible sur le site.

Grâce à une mesure permanente de la consommation du site, EV Charging Expert répartie toute l'énergie disponible vers les bornes sans jamais dépasser l'abonnement électrique du site.



# Architecture d'une grappe de bornes.

Installation avec gestion de l'énergie  
de 5 à 100 bornes  
selon le modèle de EcoStruxure EV Charging Expert



# Supervision des bornes par EV Advisor.

EcoStruxure EV Advisor est notre plate-forme de supervision.

C'est un système d'exploitation ouvert, destiné aux opérateurs de bornes de recharge, aux opérateurs de mobilité ainsi qu'aux opérateurs de flotte (privé, publique).

Il permet de surveiller et de contrôler l'IRVE en temps réel.

L'opérateur bénéficie de fonctions d'exploitation, telles que l'accès à distance des bornes, la gestion de la tarification horaire, la gestion des badges clients, ainsi que la facturation. Les tableaux de bord et les statistiques d'utilisation, permettent d'anticiper les usages et d'améliorer la maintenance.



# Les bornes de charge pour l'enseignement.

L'activité Training Institute de Schneider Electric propose des bornes en kit pour permettre aux élèves des formations professionnelles de se familiariser avec ces nouvelles technologies.

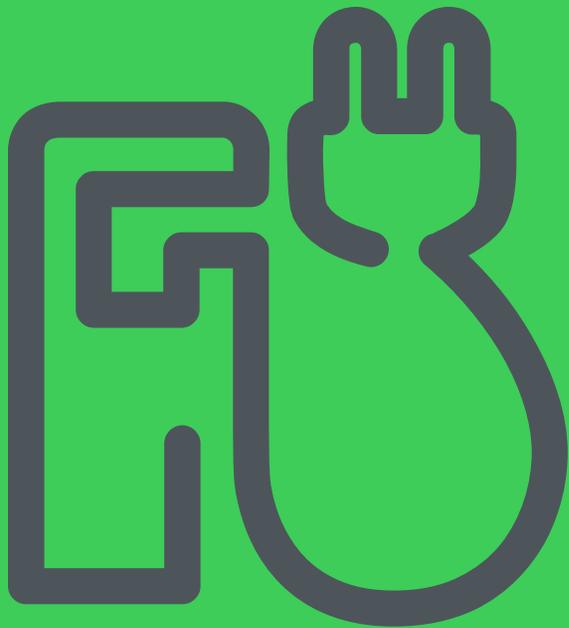
Le kit permet le montage, câblage, et paramétrage d'une borne de charge.

Les contraintes d'installation (calcul de la puissance disponible, calcul des sections et longueur des câbles) sont également traitées.

Le coffret de charge permet de simuler la présence du VE.



# Les IRVE et le réseau électrique



# Le déploiement des bornes de charge en France.

Pour la période 2018 à 2022, le gouvernement français avait prévu un objectif de 100.000 points de charges accessibles au public.

En avril 2022, les autorités recensent 58.000 bornes, dont 10% de bornes rapides. Auquel il faut ajouter les 450.000 point de charge à domicile et les 390.000 en entreprises.

Le rythme des installations de bornes publique s'accélère, mais sans rattraper le rythme des ventes de véhicules électriques !

L'enjeu : la bonne borne au bon endroit !

Évolution du nombre de points de recharge ouverts au public par année



Source AVERE

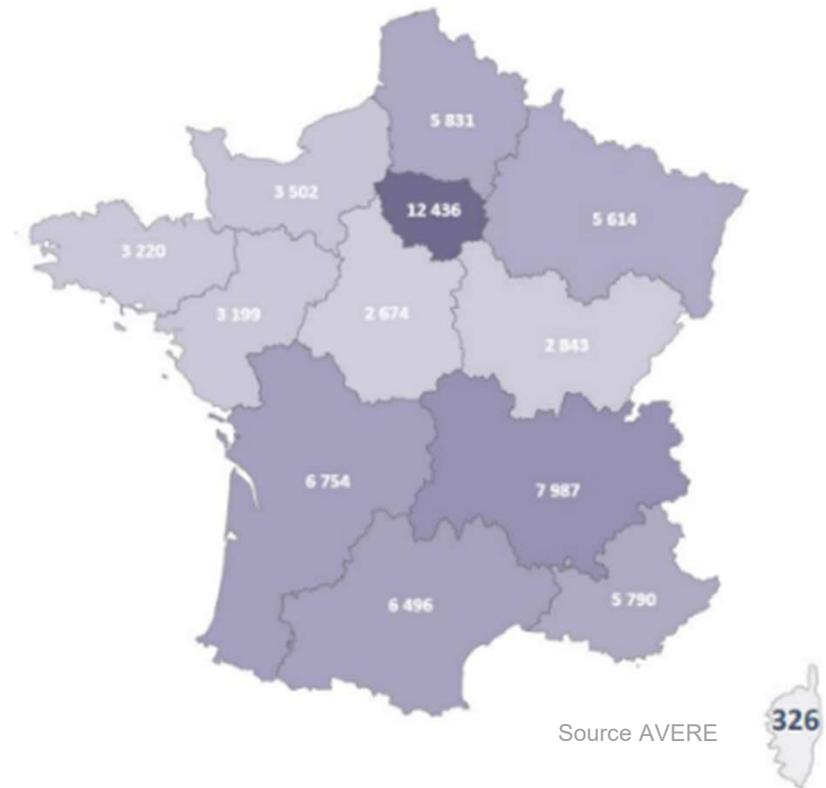
# Le déploiement des bornes de charge en France.

La situation actuelle est très contrastée, suivant les régions, les départements voir les villes.

Certains constructeurs automobile développent leurs propre réseau (TESLA) tandis que d'autres se regroupent dans des consortiums (IONITY). Les magasins comme CARREFOUR, IKEA, LECLERC, etc, installent des bornes pour leurs clients.

TotalEnergies équipe ses stations services en bornes 175 kW.

Enfin les régions, les départements, et les villes ont leurs propre plans de déploiement.



# L'impact du VE sur le réseau électrique.



Pour ENEDIS, l'enjeu est de répondre à la demande des VE. Une recharge totale représente un appel de puissance équivalent à :

- un chauffe-eau pour une recharge normale en 8 h.
- un immeuble pour une recharge accélérée en 1 h.
- un quartier urbain pour une recharge rapide en 30 mn.

Pour une entreprise de 300 personnes, 1 VE qui charge à :

- 3 kW (8 h) augmente de 2% le pic de puissance consommée
- 22 kW (1 h) augmente de 10% le pic de puissance consommée
- 50 kW (20 mn) augmente de 25% le pic de puissance consommée

Dans les entreprises, certaines installations électriques sont déjà proches de leur pleines puissances.



# Le VE ne pose pas un problème d'énergie.

Dans son rapport de 2019, RTE(1) explore plusieurs scénarios, sur l'impact du VE sur le réseau électrique en 2035.

Dans le scénario intermédiaire « CRECENDO médian », il est prévu 11,7 M de VE qui parcourons 14000 km/an.

Les 29 TWh de consommation annuel représenteront 6% de la consommation totale d'électricité en France. La contribution des VE aux pointes de consommation est comprise entre 2,2 GW et 3,6 GW, ce qui est compatible avec les prévisions de la PPE (programmation pluriannuelle de l'énergie).

(1) RTE transport l'électricité en France

## SCÉNARIO CRECENDO - MÉDIAN - 2035



Source RTE

Life Is On

Schneider Electric

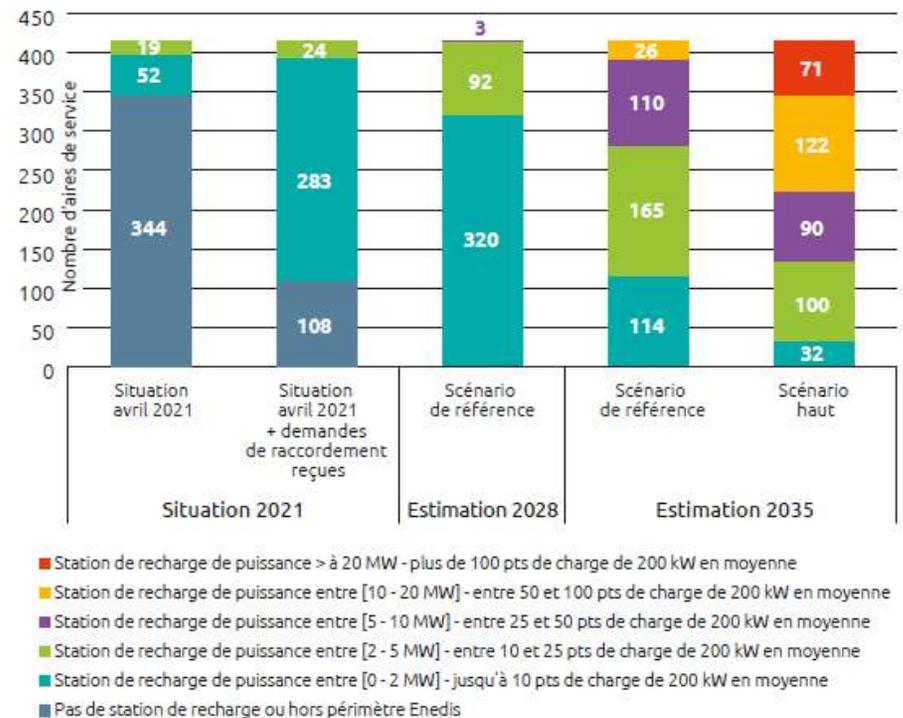
# Le VE sur autoroute disposera de stations de recharge.

ENEDIS (1) a également fait un rapport en 2021 sur le déploiement des stations de charge sur autoroute en 2035.

Les besoins d'infrastructure de recharge sur autoroutes pourront représenter une puissance installée totale entre 2 GW et 5 GW, soit entre 4 MW et 12 MW en moyenne par station. Les extensions et adaptations des réseaux ne présentent pas de défis techniques particuliers ni d'enjeux financiers importants, leurs coûts étant pris en compte dans les prévisions d'investissements des gestionnaires de réseau.

(1) ENEDIS distribue l'électricité en France

FIGURE 1 : Nombre d'aires de service équipées de points charge haute puissance (décomposition selon la puissance de raccordement)



Source ENEDIS

Life Is On

Schneider Electric

# Le pilotage des recharges et le SMART GRID.



Ces études montrent que sans pilotage, l'impact sur le réseau sera le plus important en hiver à 19h.

Il sera donc nécessaire de piloter les recharges des VE.

85% de l'énergie consommée par les VE n'est pas contrainte dans le temps. Il est donc possible de moduler les charges en fonction de la demande et de la disponibilité de l'énergie.

Le VE doit être considéré comme un « stock tampon d'énergie mobile », piloté par et pour le réseau électrique tout en préservant l'usage de l'utilisateur.



Monodirectionnelle,  
recharge simple



Bidirectionnelle,  
recharge réversible



Pilotage tarifaire simple



Pilotage tarifaire dynamique



Pilotage avec participation  
en temps réel à l'équilibrage  
du réseau

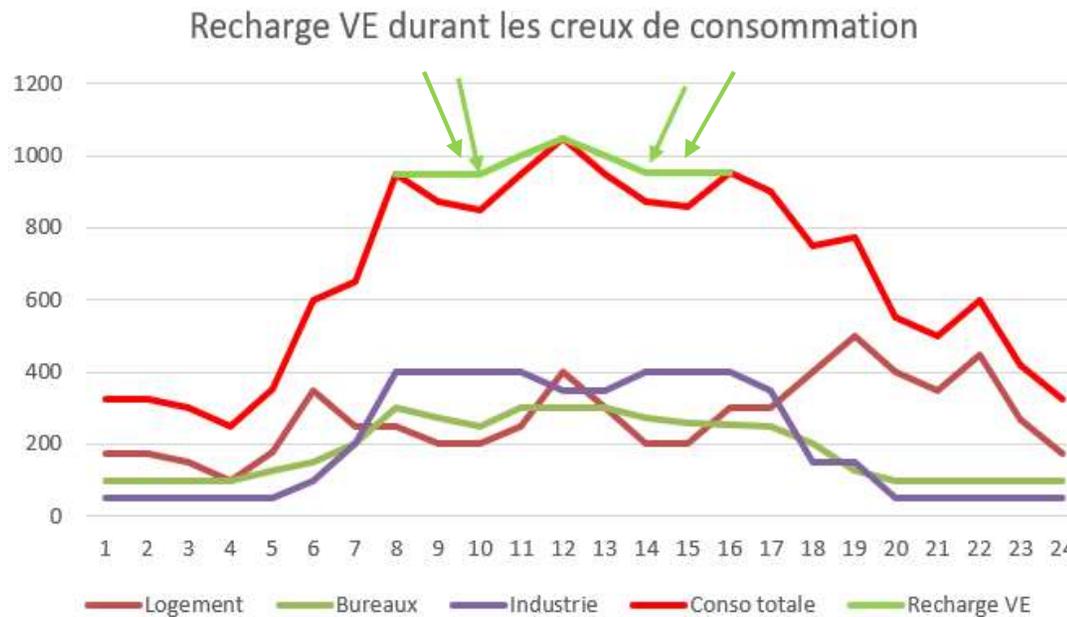


Couplage avec production  
PV en autoconsommation

# La réponse : le SMART GRID.



Pilotage des charges VE lors des creux de consommation ou pointe de production (EnR)



Source

V2G : Vehicule to grid, V2H : vehicule to home.



L'étape suivante consiste à utiliser l'énergie stockée dans les batteries lors que les véhicules sont raccordés, pour soutenir le bâtiment (V2G) ou le logement (V2H).

Cela suppose un chargeur réversible dans le VE, une installation électrique adaptée, et une prise en compte du service par une rétribution financière (évolution de la législation).

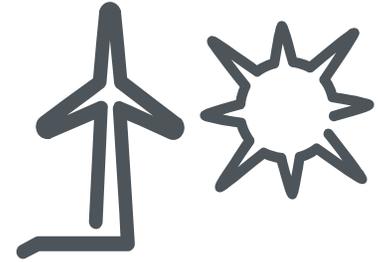


Source Nissan

Life Is On

**Schneider**  
Electric

## La deuxième vie des batteries VE.



Les packs batteries seront démontés, puis reconditionnés pour faire du stockage fixe dans des infrastructures et les EnR. Avec 2 objectifs :

- Faire du stockage de la production intermittente des EnR (stockage tampon)
- Amortir les variations de consommation sur le réseau et donc stabiliser la fréquence.

Après cette deuxième vie, les batteries seront définitivement recyclées pour leurs matériaux.



Source Nissan

Life Is On

**Schneider**  
Electric

# D'autres solutions ...

# Le Prolongateur d'autonomie (REX).

Le REX consiste à ajouter un moteur thermique qui vient en secours de la batterie si celle-ci se retrouve totalement déchargée. BMW a proposé cette option sur sa i3. Cette solution avait du sens au début des années 2010 quand les VE avaient un faible rayon d'action, et que les bornes publique étaient rares.

Son inconvénient : hors utilisation, c'est 100 kg de poids mort embarqué en permanence.



Châssis I3 sans REX



Châssis I3 avec REX

Source BMW

# Une remorque pour augmenter le rayon d'action.

L'EP tender est une remorque qui embarque un pack batterie de 50 kWh pour prolonger l'autonomie du VE.

Le tender est un service en autopartage, pour répondre aux besoins ponctuels des voyages longues distances. Il évite ainsi d'avoir un VE avec une grosse batterie pour l'usage quotidien.

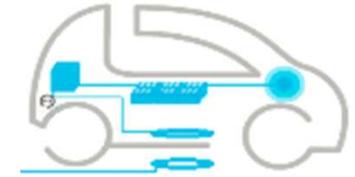
Son inconvénient : le VE doit être homologué pour la traction.



Source EP TENDER

<http://www.eptender.com/>

# La recharge par induction statique.



La charge par induction permet de recharger le VE sans avoir à manipuler son câble de charge. Le VE stationne au dessus du chargeur, le conducteur lance la recharge à partir de la borne, ou par application sur smart phone. Plusieurs constructeurs automobiles, VOLVO, NISSAN, PSA et RENAULT en partenariat avec SCHNEIDER ont déjà réalisé des prototypes. Les études portent sur le rendement de charge, l'entrefer maximal, le désaxage, la protection contre le rayonnement etc...

Son inconvénient : réservé aux charges lentes, car pertes d'énergie.

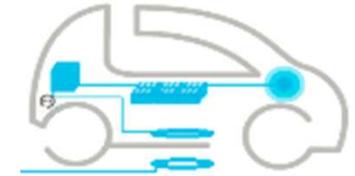


Source recharge électrique.com



Source BMW

# La recharge par induction dynamique.



Le bus électrique se recharge en circulant au dessus d'un rail magnétique enterré dans la chaussée. Ce rail n'est actif qu'au passage du bus. Ce système est expérimenté en Suède et en Angleterre.

Son Inconvénient : Infrastructure lourde et non flexible.



Source Connaissance des énergies

# L'échange de batterie.

Le VE rentre dans une station service, où un automate va remplacer la batterie déchargée, par une batterie pleine. L'opération prends moins de 10 mn.  
Ses inconvénients : les véhicules doivent être compatibles, batteries en surnombre, fiabilité, prix station. L'idée ressort régulièrement (Renault, Tesla, Nio...).



Source BetterPlace

# Le moteur roue.

Au lieu d'avoir un moteur unique avec transmission par cardans aux roues, le VE serait équipé de 2 ou 4 moteurs-roues. Le gain de place est toute suite évident. Deux technologies existent, le moteur à rotor extérieur et le rotor central avec réducteur de vitesse. C'est la solution proposée par MICHELIN.

Son inconvénient : la masse non suspendue est plus importante, ce qui dégrade le confort.



Source Michelin



Source NTN-SNR

# Le véhicule à hydrogène.

Le véhicule dispose d'un réservoir d'hydrogène à 700 bar. L'hydrogène est détendu, puis passe par une pile à combustible pour faire de l'électricité. L'électricité obtenue, passe par une batterie tampon avant d'être envoyé au moteur électrique.

Avantages :

- Plein rapide
- Ne rejette que de l'eau
- Autonomie de 600 km
- Production H2 locale

Inconvénients :

- Architecture complexe → véhicule cher et risque de pannes
- Infrastructure de recharge lourde → peu de stations
- Rendement énergétique faible → conversion élec/H2/élec
- Perspective d'évolution technologique faible
- Fabrication de l'hydrogène par raffinage du pétrole → dépendance au hydrocarbures



La Mirai de TOYOTA

Life Is On

**Schneider**  
Electric