

	LYCÉE JULES VIETTE MONTBELIARD	1STI2D Enseignement transversal
	<p style="text-align: center;">Quelle infrastructure de recharge pour une Agglomération de 500 000 habitants ?</p>	<div style="text-align: center;">  Thème SOCIETE ET DEVELOPPEMENT DURABLE </div>

Objectifs de formation.

O1 : Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable.

Compétence attendue:

C01.2 : Justifier le choix d'une solution selon des contraintes d'ergonomie et d'effets sur la santé de l'homme et du vivant.

Programme.

1. Principes de conception des systèmes et développement durable.
- 1.2. Eco-conception.
- 1.2.1. Etapes de la démarche de conception.

Niveau taxonomique: 2

Problématique de la séquence.

Quelle infrastructure de recharge pour une Agglomération de 500 000 habitants ?

Connaissances abordées :

- ◆ Expression du besoin, spécifications fonctionnelles d'un système.



2- DONNÉES DISPONIBLES POUR REALISER LA TÂCHE

- ◆ Cas pratique de l'Agglomération de Rouen.
- ◆ Documents constructeurs borne de recharge Schneider Electric.

3- SITUATION DE TRAVAIL

- Démarche retenue :

- Investigation
- Résolution de problème technique
- Projet
- Créativité

- Type d'activité :

- Analyse
- Réalisation
- Expérimentation
- Conception

- Durée : 2 heures classe entière sous forme de Travail Dirigé.

A- Rappel du contexte. Extraits du livre vert sur les infrastructures de recharge ouverte au public pour les véhicules décarbonés.

Sur la base du plan national pour les véhicules décarbonés d'octobre 2009, la pénétration des véhicules rechargeables dans le parc automobile devrait être de l'ordre de 1,2% en 2015 et 5% en 2020 dont il faudra satisfaire les besoins de recharge.



B- Etude de cas : l'agglomération de Rouen.

Une étude de cas a été menée sur l'agglomération de Rouen dont la population est estimée à environ 500 000 habitants.

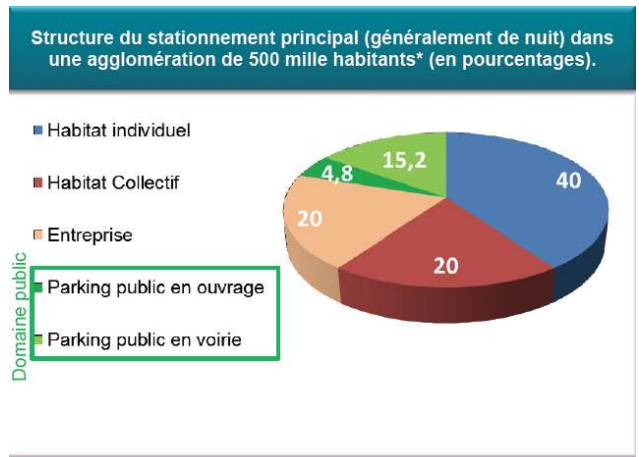
Le parc automobile est d'environ 274 000 véhicules.



- 1) **Estimer** le nombre de véhicules rechargeables du parc automobile en 2015 et en 2020 pour la Ville de Rouen en estimant que le parc automobile sera resté constant numériquement.

L'étude fait apparaître que la répartition du stationnement principal de nuit se fait suivant le schéma suivant :

- ❖ 110 000 véhicules en maison individuelle,
- ❖ 55 000 en habitat collectif (espace de stationnement privé),
- ❖ 55 000 en entreprise (véhicules utilitaires et de fonction),
- ❖ 13 000 en parking public dont 50% en parking sous concession,
- ❖ 41 000 en voirie.



- 2) **Estimer** le nombre de véhicules rechargeables pour chaque cas de stationnement en 2015 et en 2020 pour l'Agglomération de Rouen.

	Véhicules stationnant en habitat individuel	Véhicules stationnant en habitat collectif	Véhicules stationnant en entreprise	Véhicules stationnant sur parking public en ouvrage	Véhicules stationnant sur parking public en voirie
En 2015					
En 2020					

C- Nombre de points de recharge à prévoir pour l'agglomération de Rouen.

D'après les premiers retours d'expérience, environ 90% de la charge est réalisée sur le lieu de stationnement principal (public ou privé), le reste de la charge s'appuyant sur les lieux de stationnement partagés et les lieux dédiés à la charge rapide à 43 kVA.

Le tableau suivant récapitule les différentes estimations de la répartition de la recharge pour les véhicules électriques (VE) et véhicules hybrides rechargeables (VHR) :

		← Répartition de 100% de la recharge suivant le lieu →							
		Lieu de recharge principale			Lieu de recharge secondaire				
		Privé	Parking public	Voirie	Parking public	Voirie	Privé (hôtels etc.)	Rapide	
		3 kVA			3 kVA ou 3 à 22 kVA (VE uniquement)			43 kVA	
Technologie de véhicule / lieu de stationnement principal	VE	Privé	90%	0%	0%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%
		Parking public	0%	90%	0%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%
		Voirie	0%	0%	90%	~1%	~4%	2 à 3%	2 à 3%
	VHR	Privé	90%	0%	0%	~2%	~6%	2 à 3%	0% (non nécessaire pour les VHR en raison du moteur thermique)
		Parking public	0%	90%	0%	~2%	~6%	2 à 3%	
		Voirie	0%	0%	90%	~2%	~6%	2 à 3%	

Le « livre vert » propose de calibrer le nombre de points et de lieux de charge de la façon suivante :

1

Lieux de charge principaux :

Maisons individuelles, Copropriétés, Entreprises, Voirie, Parking public.

Nous proposons de calibrer le nombre de points de charge pour les points de charge principaux (90% de la charge) de la manière suivante :

1 véhicule = 1 point de charge ⁽¹⁾

aussi bien dans le domaine privé que public (afin d'assurer une disponibilité du point de charge pour le principal utilisateur pour une recharge longue de nuit).

Nous considérons en hypothèse préliminaire que 20% de ces points de charge sont partagés durant la journée ⁽²⁾.

2

Lieux de charge secondaires :

Privé (hypermarchés, hôtels, etc.), Voirie, Parking, Lieux dédiés à la charge rapide 43 kVA.

Une démarche en trois étapes pour les bornes partagées :

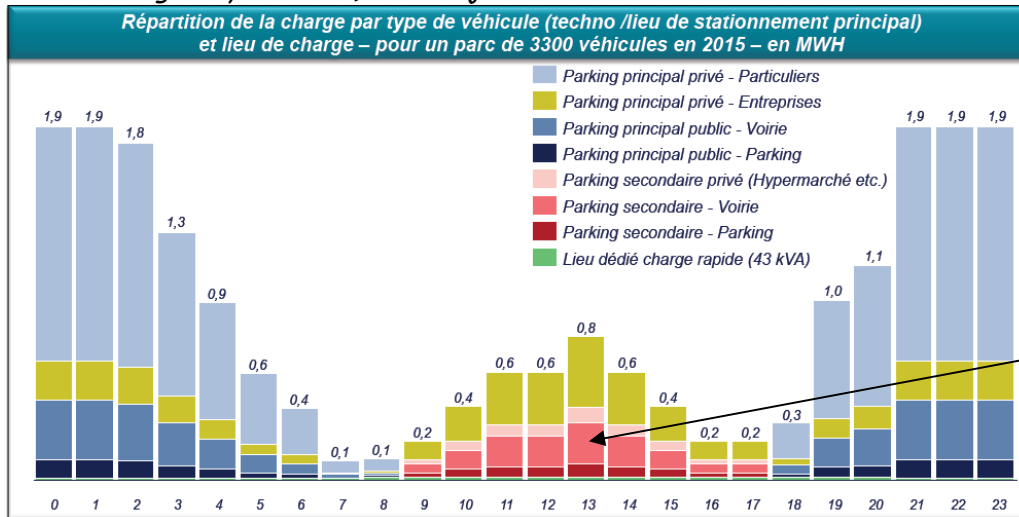
1/Calibrage par les pics de la courbe de charge : identification du nombre de points de charge **minimum** de 3 kVA nécessaires pour répondre à un pic de consommation d'électricité carburant durant une journée moyenne.

2/Calibrage par le territoire et les fluctuations de fréquentation sur un lieu de charge : ajustement de ce nombre de points de charge de 3 kVA minimum en fonction :

- des pics de demande sur un lieu de charge donné au cours de la semaine – pics de fréquentation et de concentration des flux de véhicules (exemple le samedi sur un centre commercial) ;
- de la répartition géographique du besoin de charge sur le territoire.

3/Calibrage du nombre de points de charge pouvant délivrer entre 3 à 22 kVA vs. 3 kVA uniquement : calibrage selon les usages du client (tps de stationnement moyen, min et max sur le lieu de charge).

En appui sur les données de répartition de la charge et sur des résultats d'expérimentations à l'étranger, il est dès lors possible d'estimer une courbe de charge moyenne (# de kWh tirés sur le réseau par les VE-VHR, pour un roulage moyen annuel) sur une journée.



Exemple : pic de consommation pour la voirie (stationnement secondaire) de 213 kWh de 12h à 13 h

3) Définir le nombre de points de recharge pour chaque cas de stationnement en 2015 pour l'Agglomération de Rouen.

Points de charge - stationnement principal

Lieu de stationnement	# véh.	# PDC / véh.	# PDC
Privé - Particuliers			
Privé - Entreprises			
Parking public			
Voirie			
Total			

Points de charge - stationnement secondaire / partagé

Lieu de stationnement	Pic de demande d'élec. / jour - en Kwh	# PDC minimal	Ajust. par la géog. / pic local ⁽¹⁾	PDC Partagés(3)	# PDC total	Dont bornes de 3 / 22 kVA ⁽⁴⁾
Parking public	72					
Voirie	213					
Privé (hyper...)	84					
Charge rapide	10	1	+9			
Total						

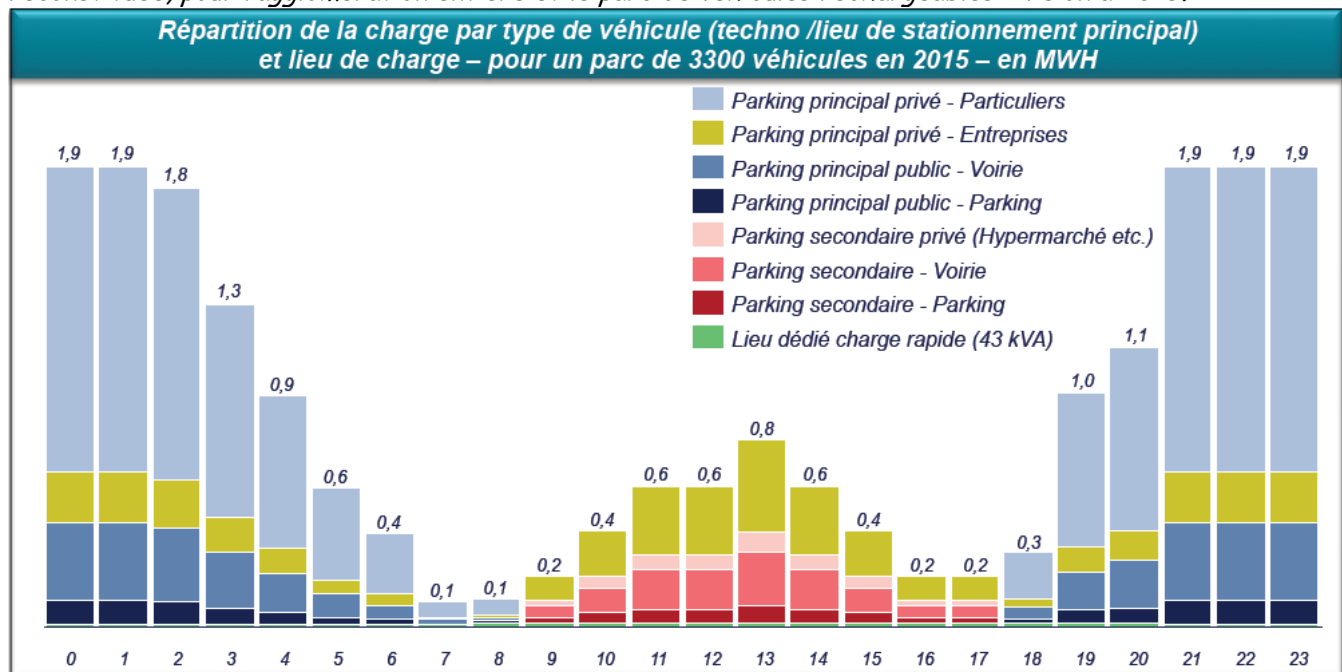
 = PDC en espace public

- (1) Au vu de l'importance de la zone géographique à couvrir le nombre de PC minimal doit être multiplié par 3 pour pouvoir répondre efficacement aux besoins des utilisateurs.
- (3) On estime à 20% des points de charge sur les parkings publics et en voirie, dédiés au stationnement principal, également utilisables pour la recharge lors d'un stationnement secondaire.
- (4) On estime à 30% le nombre de bornes de charge 3-22 kVA du total des points de charge à installer.

4) Estimer le nombre de points de recharge total nécessaire en 2015 pour l'Agglomération de Rouen. Calculer le taux « nombre de points de recharge/nombre de véhicules rechargeables ».

D- Analyse des besoins de charge.

Sur la base des conclusions des Groupes de travail sur l'infrastructure de charge et de résultats d'expérimentations à l'étranger, une courbe de charge par lieu de charge pour une journée type a été reconstituée, pour l'agglomération entière et le parc de véhicules rechargeables - vision à 2015.



5) Indiquer la pointe de charge maximale estimée lors d'une journée type en 2015. Donner les horaires où cette pointe est atteinte

6) Calculer l'énergie électrique estimée nécessaire au rechargement des véhicules sur une journée en 2015.

7) Commenter la répartition de charge prévisionnelle sur une journée en 2015.

Afin d'effectuer un premier comparatif, il est demandé de comparer l'énergie totale nécessaire au rechargement des véhicules pour une journée type en 2015 à l'énergie nécessaire pour éclairer la Ville de Rouen.

La consommation énergétique nécessaire à l'éclairage public pour la Ville de Rouen est de 12,6 GWh pour l'année 2006.

8) Calculer l'énergie nécessaire moyenne pour une journée d'éclairage public de la Ville de Rouen (on fait l'hypothèse que la durée d'éclairage est la même quelle que soit le jour de l'année).

- 9) **Comparer** l'énergie nécessaire moyenne pour une journée d'éclairage public à l'énergie nécessaire pour recharger les véhicules qui seraient stationnés dans la Ville de Rouen. On estime le nombre d'habitants à 107 000 pour la Ville de Rouen uniquement.

- 10) **Commenter** le résultat de la question précédente et notamment sur la faisabilité pour le réseau électrique à fournir l'énergie électrique demandée. On estime la consommation d'énergie électrique liée à l'éclairage public à 1,2 % de la consommation d'énergie électrique en France.

E- Choix des différents matériels pour l'infrastructure de charge.

Schneider Electric propose une offre complète de bornes de recharge pour les différents lieux de stationnement.

Une partie des documents constructeur de l'offre Evlink de Schneider Electric sont fournis pages 9 et 10.





- 11) **Compléter** le tableau ci-dessous en choisissant pour chaque situation une référence de matériel de l'offre EVlink.

Points de charge - stationnement principal			Points de charge - stationnement secondaire / partagé		
Lieu de stationnement	Nombre de PDC	Référence	Lieu de stationnement	Nombre de PDC	Référence
Privé-Particuliers-Habitats Individuels			Parking public		
Privé-Particuliers-Habitats collectifs			Voirie		
Privé-Entreprises			Privé (Hyper,...)		
Parking public			Charge rapide		
Voirie					

13) Sachant que le budget de l'Agglomération de Rouen était de 619 Millions d'euros en 2010, **estimer** si ce projet est viable. **Apporter** toutes réflexions complémentaires.



Les solutions Schneider Electric

Bornes de recharge autonomes EVlink Résidentiel

		borne de recharge	câbles de recharge	support pour câble
				
références		NCA11130	NCA01535	NCA00100
caractéristiques		<ul style="list-style-type: none"> ● alimentation : monophasée 230 V CA ● livrée avec disjoncteur différentiel DT40N 1P+N 20 A avec bloc Vigi 25 A fournis (à installer dans le coffret d'alimentation) ● régimes de neutre du réseau : TT, TN(C), TN(S) ● dimensions : 232 x 325 x 107 mm ● masse : 2 kg ● degré de protection : IP 41D, IK 8 ● température de fonctionnement : -25 °C à +50 °C ● raccordement : <ul style="list-style-type: none"> ○ alimentation : 6 à 16 mm² (câble rigide) ou 2,5 à 10 mm² (câble souple avec embout) ○ circuit contrôle : 0,5 à 4 mm² (câble rigide) ou 0,5 à 2,5 mm² (câble souple avec embout) 	<ul style="list-style-type: none"> ● puissance maxi. : 3 kW ● longueur : 5 m ● type de prise : <ul style="list-style-type: none"> côté borne : type 3 côté voiture : type 1 	<ul style="list-style-type: none"> ● installation murale
interface de commande tableau de bord	4 voyants	<ul style="list-style-type: none"> ● coffret sous tension ● recharge en cours ● recharge différée (mode "Auto") ● défaut 		
	8 segments lumineux boutons-poussoirs	durée de la charge (1 segment = 1 heure) <ul style="list-style-type: none"> ● marche immédiate dès raccordement des prises, du câble ou appui sur bouton "Start" ● marche différée sur ordre externe d'un interrupteur horaire ou d'un contact heures creuses ● arrêt automatique batterie pleine ou manuel par action sur bouton "Stop" 		
fonctionnalités de charge	circuit	3 kW		
	puissance maximale	230 V CA		
	tension	16 A		
	courant maximal	mode 3 selon IEC 61851		
	mode de charge	phase et tension identiques à celles du réseau amont		
	sortie recharge	<ul style="list-style-type: none"> ● prise 7 broches type 3 selon IEC 62196 ● protection mécanique par volet coulissant 		
socle de prise de recharge	selon protocole IEC 61851 (entre la borne de recharge et le véhicule)			
communication	<ul style="list-style-type: none"> ● mise à la terre du véhicule pendant la charge ● autodiagnostic de la borne avec coupure automatique en cas de défaut ● diagnostic du circuit de recharge du véhicule avec coupure automatique en cas de défaut ● limitation du courant de charge selon diamètre du câble de recharge (avec véhicules disposant de cette fonction) ● protection contre les surcharges, les courts-circuits, les défauts d'isolement par disjoncteur et protection différentielle externes obligatoires (disjoncteur différentiel fourni) 			
autres fonctions	contact NO	pour télécommander la recharge avec un interrupteur horaire, un contacteur heures creuses, etc.		

Les solutions Schneider Electric

Bornes de recharge autonomes EVlink Parking

Bornes		murales			sur pied		
							
		monophasé	triphasé		monophasé	triphasé	
références		NCA33100	NCA36400	NCA35400	NCA46301	NCA46401	NCA45401
caractéristiques	socles de prise	1 prise			2 prises		
	nombre de prise	1 prise			2 prises		
	type et à gauche	-	domestique	type 3	domestique	domestique	type 3
	puissance de chaque prise	-	2 kW	3 à 22 kW	2 kW	2 kW	3 à 22 kW
	à droite	type 3	type 3	type 3	type 3	type 3	type 3
	prise	3 kW	3 à 22 kW	3 à 22 kW	3 kW	3 à 22 kW	3 à 22 kW
	parafoudre protection fine de type 3	■	■	■	■	■	■
	socle de prise	type 3 selon IEC 62196 - 500 V CA maxi - 32 A maxi - protection mécanique par volet coulissant					
	interface utilisation	bouton poussoir					
	dimensions (H x L x P)	460 x 330 x 165 mm			1425 x 330 x 200 mm		
	masse	21 kg			45 kg		
	indice de protection	IP 54, IP 44 prises branchées (IEC 61851) bornes : IK 10, prises : IK 08					
	température de fonctionnement	-25° C à +50° C					
fonctionnalités de base	dialogue borne-utilisateur	voyants disponibles - charge en cours					
	borne-utilisateur	boutons-poussoirs Stop - Start					
	gestion de recharge	voyant d'indication prise verrouillée					
	transmission de données	marche immédiate dès raccordement des prises du câble et appui sur le bouton "Charge"					
	verrouillage	arrêt automatique dès batterie pleine et manuel par action sur bouton "Arrêt"					
		<ul style="list-style-type: none"> entre borne et véhicule, via prise de recharge : protocole IEC 61851 entre borne et système de gestion d'énergie : protocole Modbus du volet, en position fermée pour les socles de prise T3 de la prise type 3 branchée, en cours de rechargement 					
raccordement au réseau	régimes de neutre du réseau	TT, TN(C), TN(S)					
	entrée d'alimentation	circuit de contrôle 1P+N 230 V					
	puissance	les bornes doivent être raccordées au tableau principal avec une protection individuelle pour chaque prise					
modes de recharge		<ul style="list-style-type: none"> recharge Mode 1 ou 2 sur les socles pour prises domestiques (pas de dispositif de régulation de la puissance de recharge) recharge Mode 3 selon IEC 61851 sur les socles de prises type 3 					
sécurité		<ul style="list-style-type: none"> véhicule mis à la terre pendant la charge autodiagnostic de la borne avec coupure automatique en cas de défaut diagnostic du circuit de recharge du véhicule avec coupure automatique en cas de défaut limitation du courant de charge selon diamètre du câble de recharge protection contre surcharge, court circuit, défaut d'isolement par disjoncteur et protection différentielle externes obligatoires protection (optionnelle) contre les surtensions dues à la foudre 					

Nota : pour disposer d'autres fonctionnalités (lecteur de badge RFID, boucle de détection de véhicule...) voir offre de solution de recharge sur mesure ► [page 22](#)
Retrouvez le CCTP (cahier des clauses techniques particulières) d'EVlink Parking sur www.schneider-electric.fr

Support de câble



références	NCA00100
fonction	permet d'enrouler le câble pour un rangement aisé.
fixation	murale

Câbles de recharge



type	monophasé
références	NCA01535
caractéristiques	puissance max. 3 kW
	type côté véhicule type 1
	de prise côté borne type 3
	longueur 5 m