QUELS MODELES ECONOMIQUES ET OUTILS DE REGULATION POUR LES SMART GRIDS ?

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

La mobilité solaire
PROJET POLINOTEN

Nathalie POPIOLEK, Françoise THAIS
CEA,
Institut de technico-économie des systèmes énergétiques (I-tésé)

www.cea.fr

24 JANVIER 2014, FONDATION PARIS-DAUPHINE

CONTEXTE

- Un projet ADEME s'inscrivant dans le programme « *mettre l'innovation sur la trajectoire du facteur 4* »

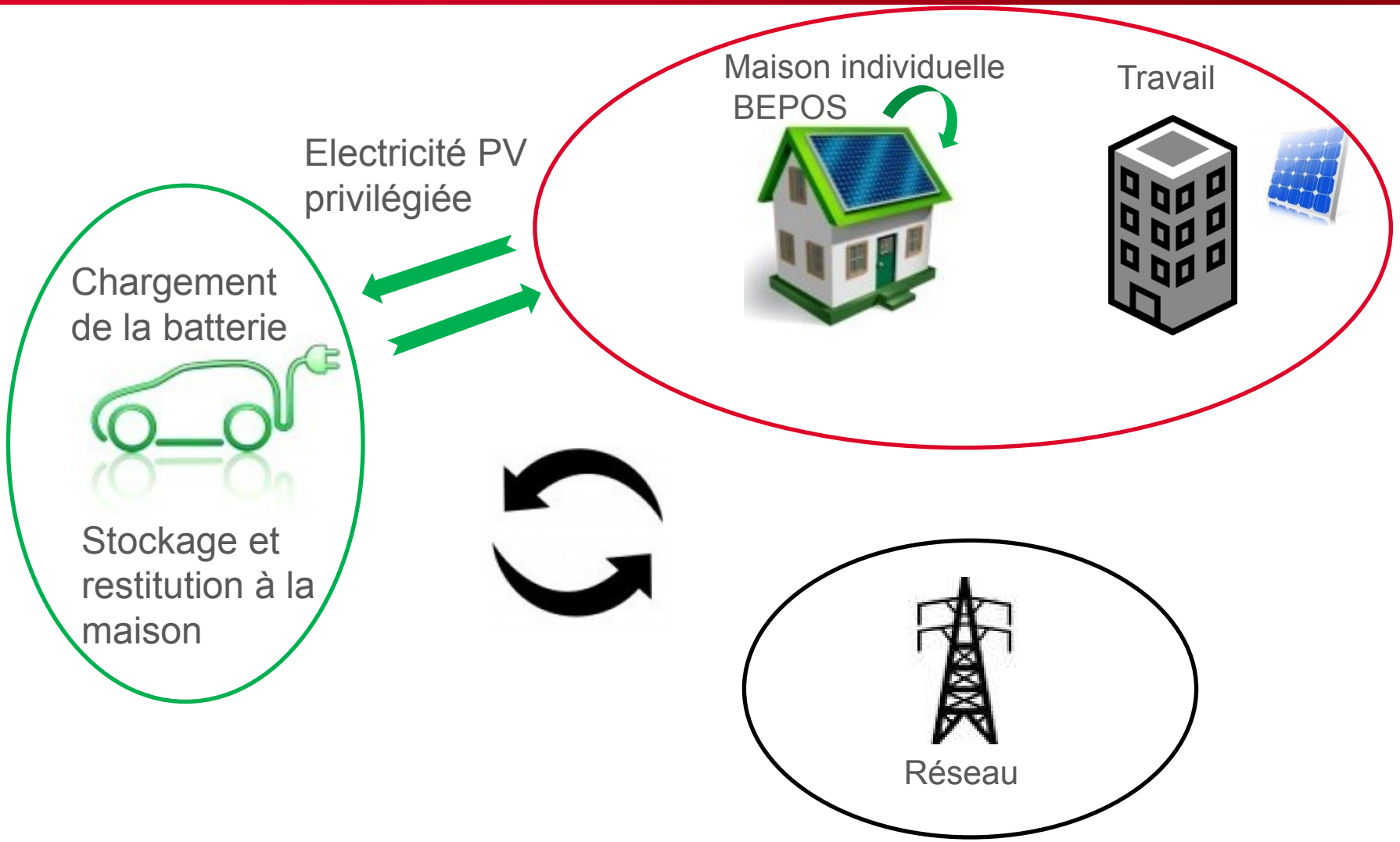
- Evaluer l'efficience des politiques de développement des nouvelles technologies de l'énergie: *cas de la voiture électrique couplée au solaire photovoltaïque intégré au bâtiment, à l'horizon 2030*.

- Les acteurs mobilisés

Cofinancement

Pilotage du projet: Nathalie Popiolek (I-tésé)

LE CONCEPT DE MOBILITÉ SOLAIRE EN 2030



LA CONSTRUCTION DE POLITIQUES POUR UN CONCEPT INNOVANT

Etat des lieux

Analyse des politiques existantes d'innovation

Micro-économie

Etude de cas individuels: famille Dupond en 2030

Macro-économie

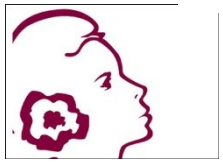
Mise en place de politiques publiques pour une dissémination à grande échelle

Aide à la décision

Sélection des meilleures politiques publiques par une analyse multicritère

Puissance publique

Recommandations

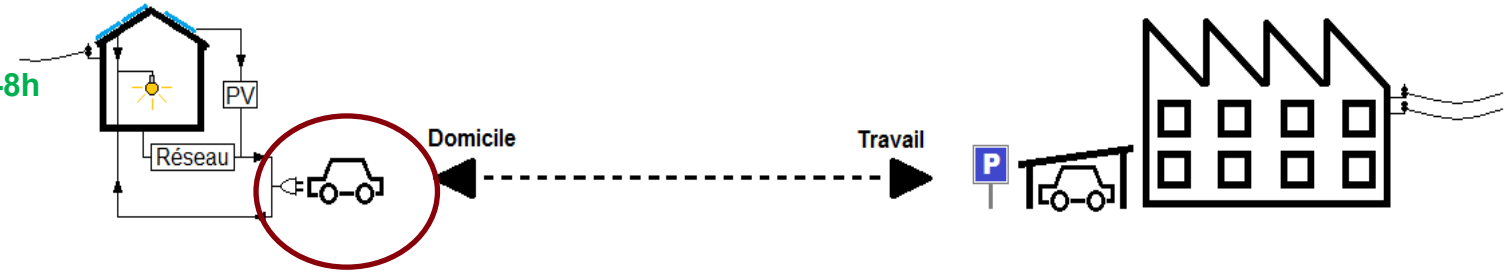


MODALITÉS DE RECHARGE DE LA BATTERIE

Recharge à domicile avec « biberonnage » possible (V2H)

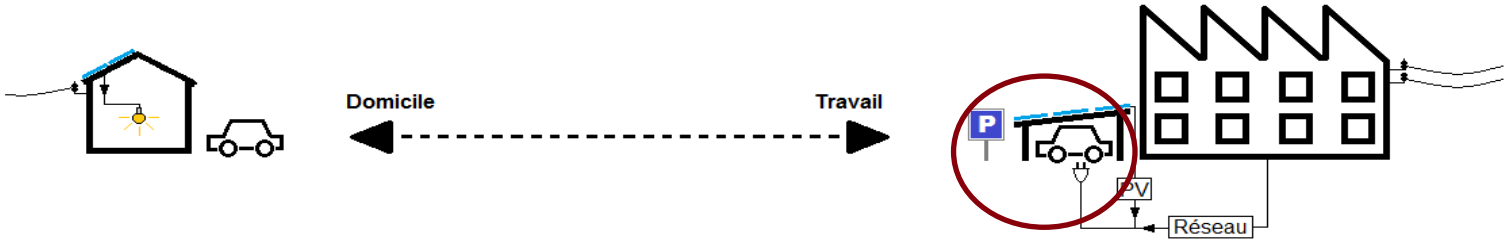
18h-22h

•réseau 22h-8h



Recharge uniquement au travail

• PV ou
• réseau entre 10h-12h et 14h-17h30

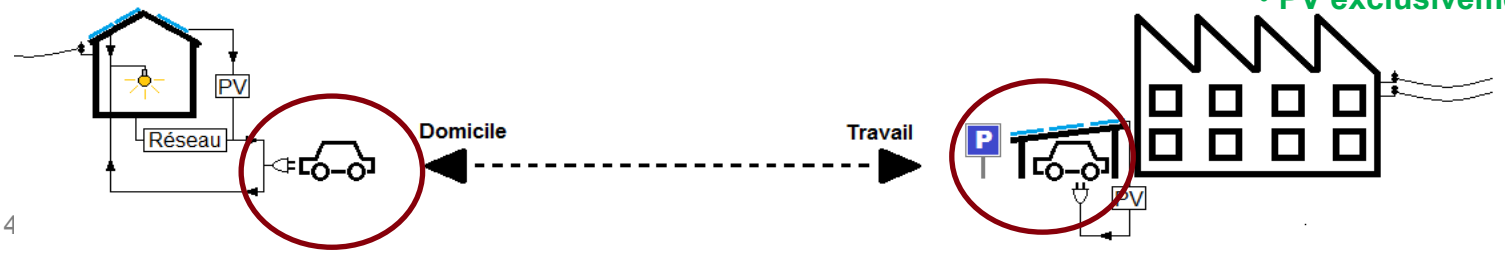


Recharge à domicile et au travail

•réseau 22h-8h

Biberonnage entre 18h et 22h

• PV exclusivement



LES CAS MICRO SIMULÉS

	Lieu de recharge du VE			Météo		Distance domicile/tra	
	Domicile	Travail	Domicile + travail	Trappes (Nord)	Carpentras (Sud)	50 km A/R	16 km A/R
1a	X			X		X	
1b		X		X		X	
1c			X	X		X	
1d	X				X	X	
1e		X			X	X	
1f			X		X	X	
2a	X			X			X
2b		X		X			X
2c			X	X			X
2d	X				X		X
2e		X			X		X
2f			X		X		X

+ cas d'utilisation du VE le WE (50 km)
+ cas avec baisse rendement P

SIMULATIONS AVEC TRNSYS (CSTB)

Hypothèses pour 2030

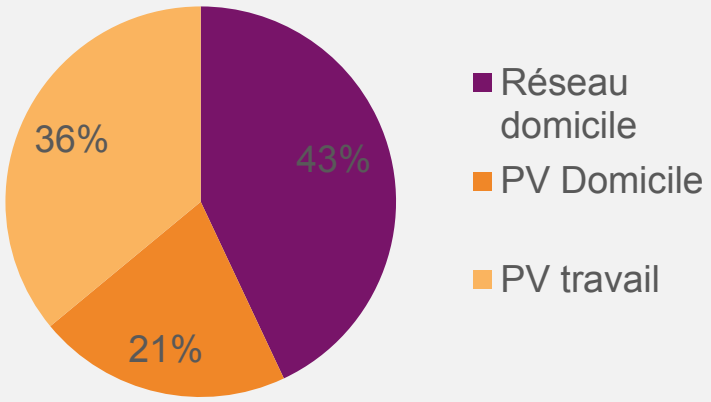
- Données enquête AIE :
  - consommation des usagers de la maison individuelle pour froid /climatisation, auxiliaires, éclairages (3028 kWh/an)
- Dimensionnement PV <u>pour maison positive en moyenne sur l'année avec VE et équipements</u>

- Panneau PV type cristallin (140 Wc/m^2)

Résultats pour une année par cas

- Par pas de 5 minutes :
  - type de production électrique consommée (PV ou réseau) par les équipements et le VE
  - état de charge du VE (SOC)
  - énergie PV fournie au réseau…

- % temps où le bâtiment est autonome en énergie



Charge VE, Trappe, 50 km

CONCLUSION DES SIMULATIONS TRNSYS

- La production photovoltaïque sur l'année est largement supérieure à la consommation totale (sauf cas « 1b: PV travail seul, Trappe, 50 km »)

- Mais à pas de temps plus réduits, la production PV ne satisfait pas totalement la consommation (recours au réseau pendant 50% à 70% du temps)

- La recharge au travail est bénéfique pour l'alimentation du VE. Pour un cas « PV travail, Carpentras, 16 km », l'appel au réseau est nul

→ Les différents modes de recharge doivent permettre à l'échelle journalière de faire mieux correspondre production et consommation.

EMPREINTE CARBONE DES CAS MICRO

- On part des profils de consommation du VE et des équipements (PV ou réseau)
- On calcule par rapport à un scénario de référence, le contenu CO_2 :
  - pendant le cycle de vie des véhicules : fabrication et utilisation (carburant ou recharge batterie pour le VE),
  - de la consommation électrique des équipements, suivant la puissance appelée (nucléaire, fossiles…. et PV).

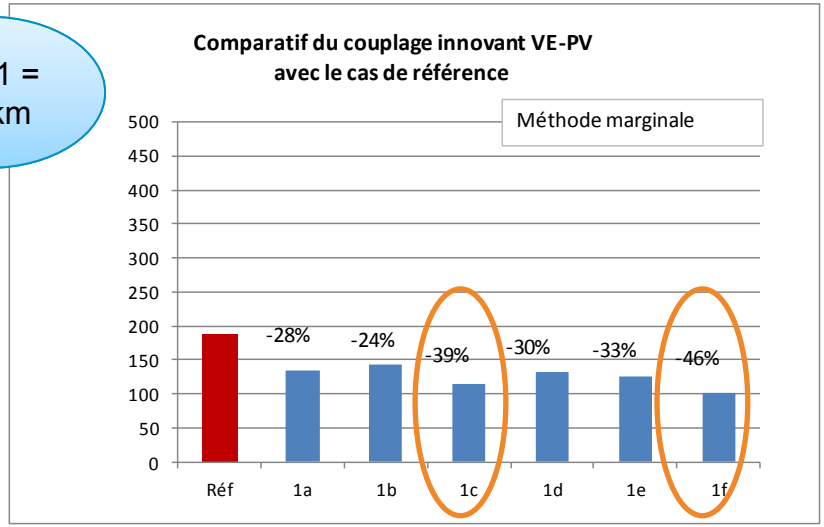
	Habitat	Véhicule	Alimentation électrique équipements et batterie*
Référence	Equipements identiques	Thermique hybridé (70 g de CO_2 par km**)	Réseau
Energie positive		VE	PV + réseau

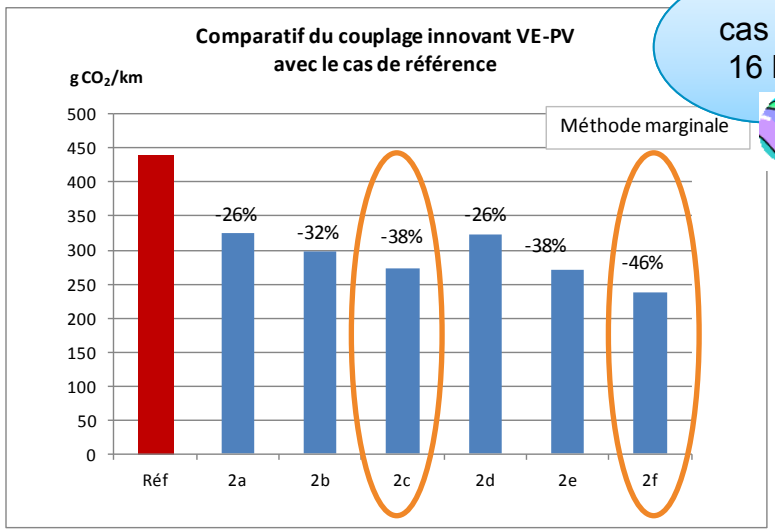
- véhicule réf: batterie auto-rechargée
- ** valeur objectif 2030

RÉSULTATS BILAN CARBONE

Comparatif selon les cas

cas 1 = 50 km





cas 2 = 16 km

- Le Bilan différentiel CO_2 est d'autant plus favorable au couplage que :
  - on roule plus
  - on recharge à la maison et au travail
  - le climat est favorable (sud de la France)

- Il est lié aussi:
  - au poids de la dette initiale CO_2 par km à la fabrication
  - aux créneaux horaires choisis pour la recharge
  - à l'énergie restituée au réseau

EVALUATION ÉCONOMIQUE: COÛT DU KM PARCOURU

- Calcul du TCO (coût total de possession)
  - achat du VE et des panneaux solaires (renouvellement en fin de vie)
  - batterie du VE en leasing
  - électricité réseau au même tarif pour les différents cas

	Cas 1	Cas 2
Gain par rapport à la référence	[9% -18%]	[4%-10%]

cas 1 = 50 km

cas 2 = 16 km

- Bonne compétitivité économique du couplage VE-PV par rapport au véhicule thermique hybridé d'autant plus forte que :
  - on roule plus,
  - le climat est favorable (sud de la France).

DISSÉMINATION À GRANDE ÉCHELLE (FRANCE)

- Comment construire les meilleures politiques, publiques pour le concept innovant de mobilité solaire?

- Utilisation du modèle d'aide à la décision multicritère ELECTRE IS

LE MODÈLE MULTICRITÈRE

Contextes énergétique et économique

- Prix pétrole
- Prix électricité
- Taux actu-alisation

Contexte Sociétal

- Modèle d'usage
- Auto partage

Contexte Industriel

- Place industrie véhicule
- Place l'industrie PV

Leviers Politiques

- Budget R&D PV
- &D
- R&D grid
- on familles
- Feed in Tariff
- Répartition Cas
- Taxe CO_2
- TIPCE (plus fort)

Demande

Aménagement Territoire

Environnementale

Subvention / véhicule essence hydridé : calcul micro

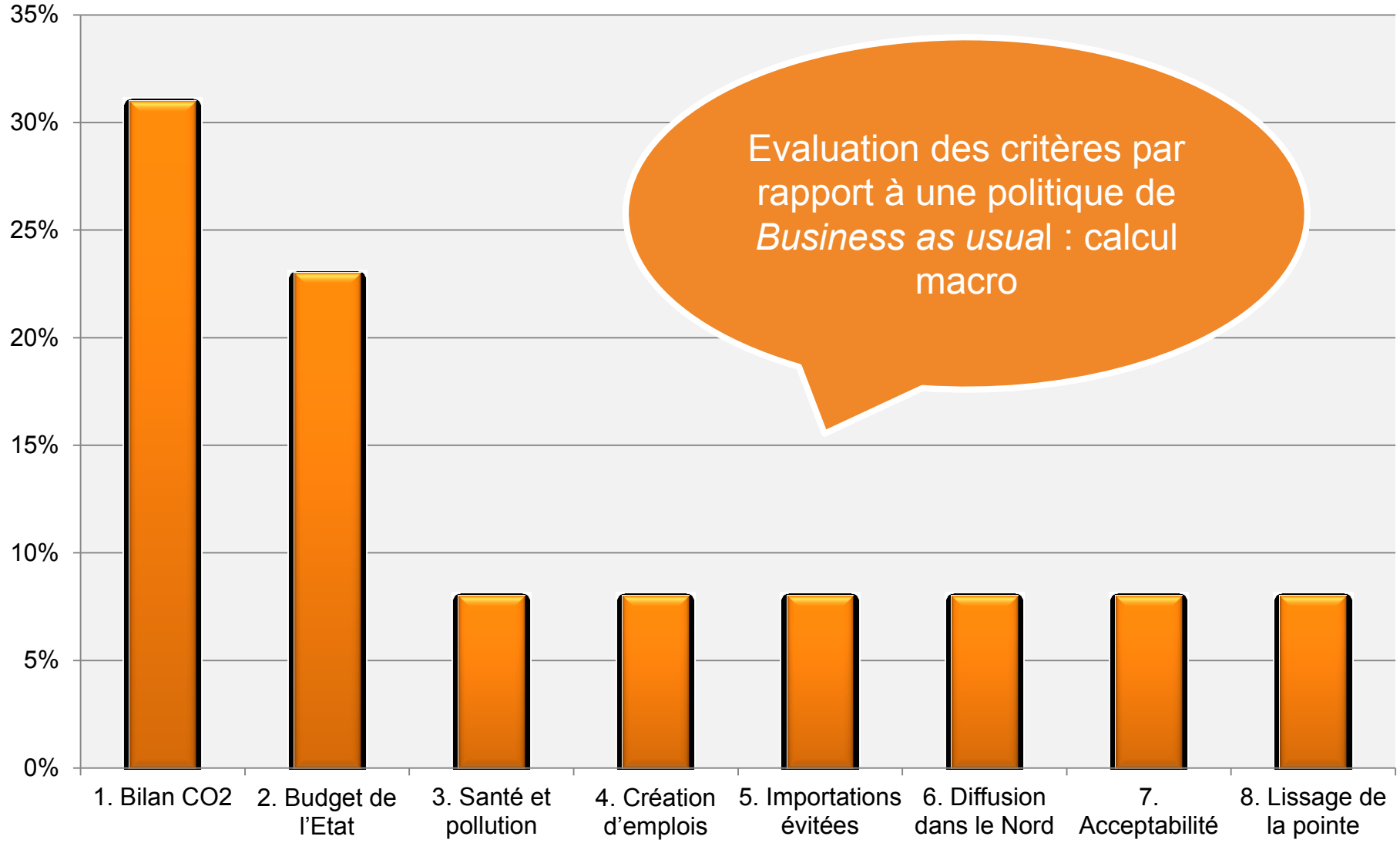
- get de l'Eta
- Bilan CO_2
- Santé pollution
- Bal Com
- Jobs
- Lissage pointe
- Acceptabilité
- Diffusion au Nord

Modèle périphérique : calcul pas horaire

Modèle périphérique : calcul pas horaire

- Paramètres Techniques TRNSYS
- Autres Paramètres

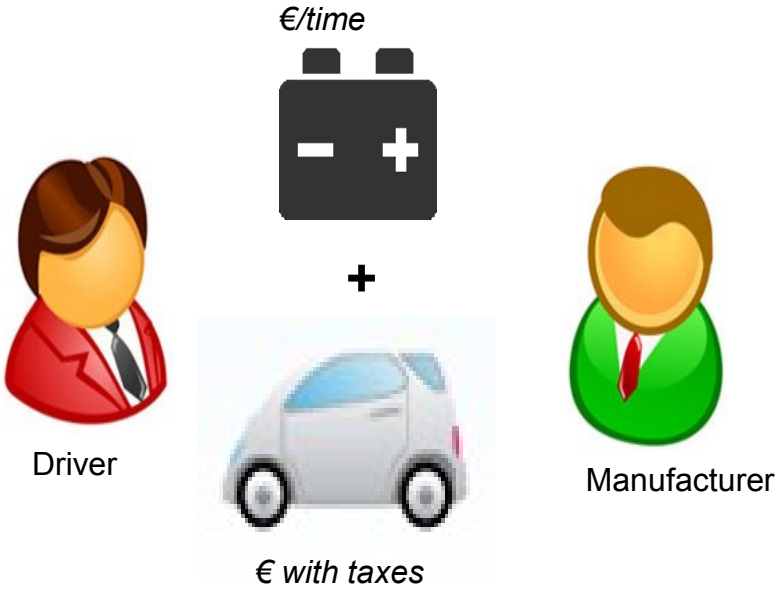
PONDÉRATION DES CRITÈRES



RÉSULTATS SOUS HYPOTHÈSES

- Contextes énergétique et économique assez favorables
- Contexte industriel comme aujourd'hui jusqu'à 2030 puis avantageux ensuite
- Modèle d'usage

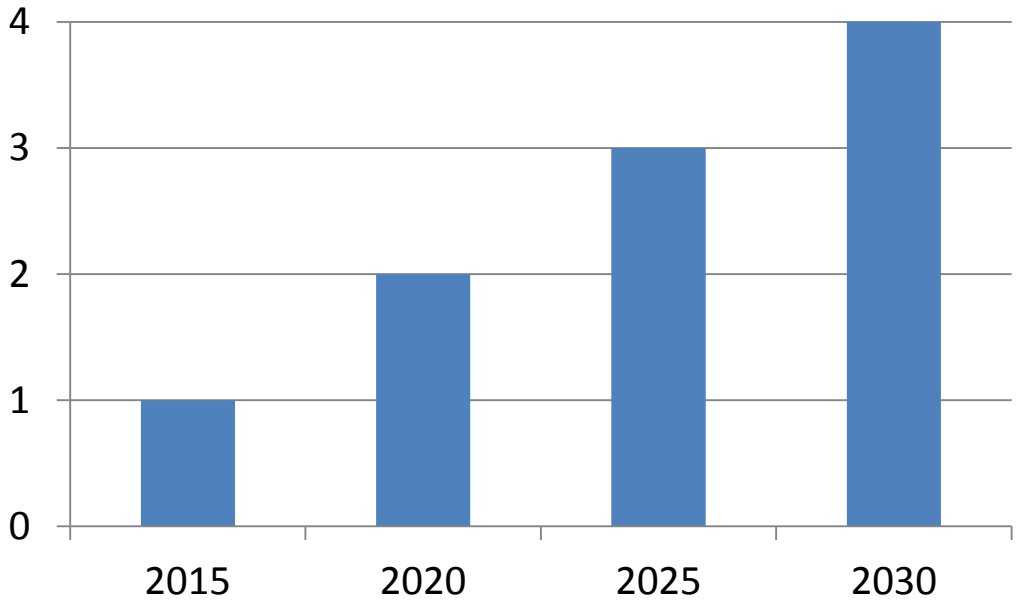
Sell vehicle + battery leasing



STRATÉGIES GAGNANTES

- Feed-in tariff renforcé dès 2015 jusqu'à parité réseau + taxe carbone

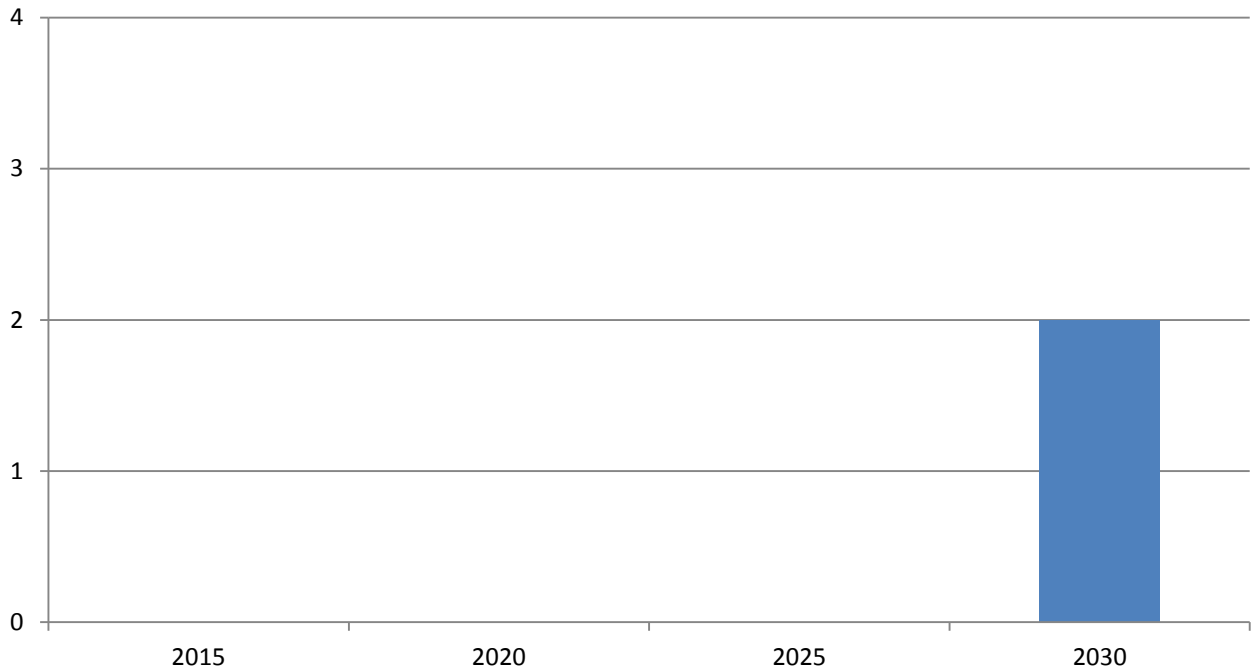
- ou si non Feed-in tariff, subvention aux ménages + taxe carbone + maisons du sud privilégiées



Progression des VE solaires en million : politique de demande

ET SUBVENTION À LA R&D ?

- Politique d'offre avec subvention aux smart-grids meilleure que politique d'offre PV + Batterie.
- Mais moins bonne que politiques de demande car il faut attendre 2030 pour avoir les effets en termes de CO_2.



Progression des VE solaires en million : politique d'offre

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Pour l'étude de cas micro :

Mettre l'innovation sur la trajectoire du facteur 4 : Étude de cas sur la mobilité solaire en 2030 Nathalie Taverdet-Popiolek, CEA, I-tésé, Daniel Quénard, CSTB, Françoise Thais, CEA, I-tésé, Simon Vinot, IFPEN, Olivier Wiss, CEA, INES, Revue de l'Energie, N° 611 p. 23 janvier-février 2013