

MJM 'è“•M \R M fFè•• R J3M j m ä F M R |3 | M e R M f M y \“ | M J ' / | è R f y \ | • M
“R M y | 3 3 M “M è | \R M J - | M • R N M “ P M è \$ M N \“ J M y \“ | M J M / è “Đ è (M
qui va permettre de favoriser les vont peser sur la facture énergétique
investissements dans les énergies dé- des consommateurs, avec le risque
è | \R f M • M J F Đ 3 è 3 • M R R | 3 | M e R M f M y \“ | M J ' / | è R f y \ | • M
a è M / è “ f f M “ M y | 3 3 M “ M C o m m e l ' a p p e l é f a c i l i t é
compagner de la relocalisation de D è “ R f M R M A | è R \$ M - J è M Ñ f è J 3 • M R - 3
certaines activités comme la sidé ronnementale est généralement
rgurgie, et de l'émergence de nou anti-distributive et tend à peser plus
velles filières vertes pour la produ fortement sur les ménages modestes
tion de ciment, d'hydrogène ou de { “ 3 M f \ R • M f \ “ - R • M / è “ Đ f M è “ M Ñ \ “ . J \$ M
è •• | 3 f # M \$ è R f M J M Q e Q u o m l e p o u r q u e s o n t d e p e n s e s é n e r g é -
coute lié à l'usage des énergies fos tiques dans le revenu est bien supé-
siles va s'accroître, grevant la renta | 3 “ | M ú M J “ 3 M f M Q R è (f M è 3 f f # M M J M
bilité des industries les plus émet faut donc veiller à protéger ces
trices, et augmentant les risques d'ac ménages qui ne doivent pas subir
tifs échoués, c'est-à-dire de couts irrè la transition énergétique, ni en sup-
cupérables du fait de la montée en porter l'essentiel des couts. Le produit
y “ 3 f f è R M “ M y | 3 3 M d e s e n c h è r e s d e q u o t a s d o i t é t r e
L'Europe doit envoyer un signal clair utilisé pour renforcer les dispositifs
è “ 3 M 3 R - f • 3 f f “ | f M ú M • | è - M j M ß Y R | M y | \ “ | R M 3 3 f • è R • f \$ M • J f M { j f M \ Q Q M J M y / \ “ \ - \ J • è :
M • è 3 \ R \ Q 3 M - | • \$ M è Ñ R M e Q u e l ' é n e r g i e q u i n e c o u v r e p a s
J f M Ñ R è R Q R • f M - | f M à M f M è 3 J 3 - 3 \$ M M • M y \“ | M y | Q •• | M M f 3 M R • M y è f M y 3 J \ • è J f # M \$ è F
qui permettent d'accélérer le retrait Q R è (f M y | è 3 | f M M Ñ R è R | M d a s “ d ' é s M a d e m a n d e q u i d o i t s ' a d a p t e r
f M \ \ f f 3 J f # M M J M 3 3 f • M - è y 3 M è F R • M J è f M \ R M \ “ M J F è { “ 3 f M e f \ D M M • M R \ R M J F 3 R - | f \$
divisions parmi les États membres, M - / 3 “ J f M Q \ 3 R f M y \ J J “ è R • f M 8 y e o f A M \ “ D \ “ | f M y \ f f 3 J \$ M R 3 M
certains souhaitant pouvoir labelli- M e o f A M \ “ D \ “ | f M y \ f f 3 J \$ M R 3 M
ser les investissements dans le gaz 1 J I K N I J X
d'origine fossile, tandis que d'autres investissements dans
s'opposent à l'intégration de la production d'électricité
R “ J è 3 | M > M { “ 3 M R F Q • M y \ “ | è R • M y e f M
de C Q M > M è R f M J è M • è 3 \ R \ Q 3 M Q ß M è J 3 ' f ß { “ M M J è M A | è R e m è m p t e m p s , l a d e m a n d e d ' é l e c
verts. Un compromis a été trouvé D ú M • | f M J è | (Q R • M è | \ R M 4 æ | 3 N \$ \$ M f • M ' è 3 J \$ M •• M 3 R
{ “ 3 M y | Q •• | è M è “ 3 M “ e M a p r i o r i t é n ' e s t p a s d e s u b s t i t u e r
F \ • R 3 | M “ R M è f M ú M f a s Ñ e g e s e n d e v e f a l l e s d é c a r b o -
priviliés. nées à du nucléaire décarboné, même
Les énergies fossiles (charbon, f 3 M J f M \ D • 3 ' f M M J è M J \ 3 f M y | 3 M M R (è • 3 ' f M f “ | M J M C
pétrole et gaz) représentaient encore, (Programmation Pluriannuelle de
R M ß Y Þ æ \$ M ä ß N t M M J F . R | (3 5 M M Y R è J 3 M R • M M y \ | • | M ú M e s e n t p r i s e s e n F r a n c e e n t r e
consommée dans l'Union européenne la part des énergies renouvelables
• M ú M y “ M y | f M ä â n t M M è R f M J M è Q 3 | M R J # M J 3 { “ M ú M J F p o u r é t r e r i b a r r a s s é d e c e p r o d u i t
M J M ' M è M | • f M “ R M y è | ß Y à a M ú M M \ 3 M | J “ 3 M M ú M à Y N t M d e v e n e n c o m m u n
pays importateurs d'hydrocarbures nucléaire. Le réseau électrique a
encourager les producteurs à investir besoin de centrales pilotables, c'est-à-
davantage pour produire plus dans dire qui suivent la courbe de charge
J M “ • M M ' è 3 | M è 3 f f | M e n t e m p s r é e l e t m e s u r e m l e r e f a c i l i t i e n
Q è | / f M Q \ R 3 è “ 3 \$ M • \ “ • M e R M è R e q u e n c e à 5 0 H z . S u i v r e l a
simultanément leur volonté de se \ “ | M M / è | (M f 3 (R 3 Ñ M { “ M e t J e M o l a i r e e s t f a i b l e d u f a i t d e
passer à terme de ces hydrocarbures. y “ 3 f f è R M 3 R D • M R M è Q \ R • M J F è M f J R M M M - R • M \ “ M M f \ J
Cela traduit un comportement réseau doit, en temps réel, être égale
schizophrène entre la préoccupation à la puissance souscrite en aval par
“ M \ “ | • M • | Q M 4 G N J è M N e s M o r i s o n C h a e f u s . L ' é l e c t r i c i t é n e
J J M “ M J \ R (M • | Q M 4 G M i f J è M Ñ R y M f M M “ D \ “ | F / “ 3 \$ M “ M Q \ R J Q M e M “ | M Ñ R è J # M A 3 R M ß
Q \ R N H 5 # grande échelle et dans des conditions
\$ F “ R M Q è R 3 | M (R | è é c h e n u e s a c c e p t a b l e s . S e u l e s l e s
tiques de décarbonation du secteur centrales nucléaires et hydrauliques
énergétique vont se traduire par une de barrage sont à la fois pilotables
è “ (Q R • è • 3 \ R M f M y | 3 3 M s u r M e s J e c h e l l e s (d e t e m p s d o n n é e s) e t
y è ' f M y è | M J M \ R f \ Q Q è d é c a r b o n é e s , t a n d i s q u e l e s c e n t r a l e s
/ è “ f f M f M y | 2 è M h c l u m o n t
dans le marché carbone des émissions mais carbonées. Les énergies renou-

Y W F S X N Y N
énergétique
va s'accompagner
d'une électrification
croissante des
usages, notamment
dans la mobilité,
mais aussi du fait
du développement
des objets connectés.”

éolien sont certes décarbonées, mais
Ma demande qui doit s'adapter
M R \ R M J F 3 R - | f \$
d'ailleurs. Si à certaines périodes on
3 R D • M è “ \ “ y M F J • | 3 3 • M
renouvelable (donc non pilotable)
parce qu'il y a beaucoup de vent ou
beaucoup de soleil mais que, dans
le même temps, la demande d'élec
M 3 R
y \ J Q M • M 3 J M ' è “ M J è M f \
R F f • M (“ | M ' è 3 J M è “ D \ “ |
grande échelle, sinon cela provoque
J 3 f M y | 3 M M R (è • 3 ' f M f “ | M J M C
gros, comme on a pu le constater à
M e s e n t p r i s e s e n F r a n c e e n t r e
2 0 1 0 e t 2 0 2 0 . L e p r o d u c t e u r d o i t p a y e r
p o u r é t r e r i b a r r a s s é d e c e p r o d u i t
d e v e n e n c o m m u n
M J F 3 R - | f \$ M J \ | f { “ M J è M
d'électricité est forte, en hiver
notamment en raison des besoins de
/ è “ Đ è (\$ M • M { “ M è R f M J M
temps la disponibilité des éoliennes
M e t J e M o l a i r e e s t f a i b l e d u f a i t d e
M J F è M f J R M M M - R • M \ “ M M f \ J
ont tendance à s'envoler sur le mar
ché de gros de l'électricité, ce qui se
| y | “ • M f “ | M J M y | 3 3 M y è ' M
Q \ R J Q M e M “ | M Ñ R è J # M A 3 R M ß
\ R D \ R • 3 \ R M M ' è • “ | f M ' è -
partout en Europe a provoqué une
/ è “ f f M • | f M 3 Q y \ | • è R • M f M
le marché de gros de l'électricité. Le
Q è 3 3 Q “ Q M e M • M \ f | - M J M ß Þ Ñ
ß Ý Þ Þ M ú M Þ à M / “ | f \$ M J \ | f { “
atteint 620 euros par MWh alors qu'il
\ f 3 J J è 3 • M R • | M á Ý N • M ä Ý N

{ " J { " f M Q \ 3 f M è " y è | è - è Re # Mas Mey | C A A les nucléaires
TTC payé par un consommateur pilotables pour limiter le poids des
\ Q f • 3 { " M è J 3 Q R • M y e n t a l e S à A g a z d a H M e m é c a n i s m e d i t
• è | 3 ' M | (J Q R • M M - R • M M 4 Q 5 3 M M | M M 4 è y y J M f M
l'ordre de 200 euros le MWh, et ce en fonction de leur cout marginal
y | 3 3 M \ Q y | R M R \ R M f " J \ Q f f è R J 5 M M M J M ' è " • M è " M Q 3 R 3 Q R Q M • f M y \ " | M 3 Ð | R f N
cout de production et de fourniture renoncer à la fermeture de centrales
M J F J • | 3 3 • M 4 à à N n t u é a i P e s 3 q u i R i s q u e n t M d e f a i r e
y | 3 3 M ¥ 5 M Q è 3 f M (è J Q d R a m d e n t a Q \ R • è R • M
f M y è (f M F è f M è " 3 M \ R f M è " 3 M M M A | è R M › • | è • (3
• | è R f y \ | • M • M M 3 f • | 3 m o r t e R u t e , s u r l à b a s e d ' h y p o t h è s e s
• M F - R 3 f M 4 à ß N t 5 M • M r u d e n t e s e n t e r m e s d e a i n s p o s i t i m é
Certains fournisseurs sont ainsi des diverses centrales et de relative
\ J 3 (f M F è / • | M ú M " R M s t a b i l i t é d e l a f o l m a n d e d ' é l e c t r i c i t é ,
sur le marché de gros l'électricité J è M A | è R M y \ " | | è 3 • M \ R R è 8 • | s y s t è m e l e p r o d u c t e u r v e n d s o n
qu'ils revendent ensuite à leurs ß Y à Y < ß Y à à M f M | 3 f { " f M f | 3 " 3 M • | 3 M • M f " | M J M Q è | / M
clients. Soit ils répercutent la hausse \ " y " | M (R | è J 3 f M 4 C J è G < \ " • D o i s t u n h e d o m p l è m e n t v e r s é p a r
sur le consommateur, au risque de le voir changer de fournisseur et de
| D \ 3 R | M J M • è | 3 ' M | q u i m o n t e n s u r l ' o m m a i n t i e n t l a f e r m e -
vente, soit ils subissent des pertes • " | M M \ " ½ M R \ - è " 3 M | è • " | è M M y | 3 3 M (è | è R • 3 # M - R \ | M ' è "
pouvant conduire à la faillite, ce qui R " J è 3 | f M \ R \ \ | Q Q R • M è " 3 M 3 y f 3 3 M (è | è R • 3 M è " M y è | • M R
s'est d'ailleurs produit pour plusieurs y \ f 3 • 3 \ R f M M J è M J \ 3 M ' ' - # M M J F 6 | R y M f J \$ 3 M R R M M J è M • R è R
fournisseurs en Europe. r i s q u e d e s e t r o u v e r f a c e à u n e p u i s -

F f • M J è M / è " f f M - • | 3 (3 R R ' f M F ' M y | 3 3 M 3 • M G N ' è • è J N H M \ J 3 R R M
du gaz sur le marché international et solaire nettement supérieure à la
{ " 3 M 3 y J 3 { " M R M (| è R M y 3 f f è R M M e y M J M è " 3 M / " | f M | " f f \$ M
/ è " f f M f M y | 3 3 M M (| \ f M e q u i J e p o s e r l a q u e s t i o n d e l ' u t i l i -
même si ce n'est pas la seule raison. s a t i o n d e c e s s u r p l u s . P o u r r a - t - o n l e s
a è M / è " f f M " M y | 3 3 M " M t r a n s f o r m e r M t o u s Y e n s M y d r o g è n e
la tonne de CO₂ Ñ R M ß Ý ß 5 \$ M G I N M ' è • 3 N H M y è | M J • | \ J ' f M M M J F è " \$ M M
facteur de charge de l'éolien en qui consiste à dissocier l'eau en ses
Europe, la fermeture de nombreuses " 3 M \ Q y \ f è R • f \$ M J F / ' | \ (R M y \ M \ - \ J • è : { " M è M • M ' \ | •
R • | è J f M ú M / è | \ R M R M U E U 3 ' Q è R R N \$ M d è M M è y è 3 • f M M f a c i l i t é p a r l a m i s e e n p l a c e p a r t o u t
moins disponible du parc par batteries ou par STEP (Stations de
nucléaire français ont aussi leur Transfert d'énergie par Pompage dans
responsabilité. Le marché de l'élec des retenues d'eau) sont nettement
tricité fonctionne comme tous les 3 R f " Ð 3 f è R • f #
Q è | / f M M \ R " | | R N % L a t r a n s i t i o n 3 e r g é t i q u e v a s ' a e
f • M Ñ 3 M f " | M J è M è f M e n t p a g n e r f l u n d i v é l o c i t a t i o n
limite, ce qui veut dire que c'est le cout croissante des usages, notamment
de fonctionnement (cout marginal) dans la mobilité mais aussi du fait
M J è M R • | è J M Q è | (3 R è J M M { " 3 M y Ñ 3 Q M R • M f M - D • f M \ R R • è | 3 ' f M F è / è • M Ñ 3 f M M ' è
y | 3 3 M y \ " | M \ " • f M J f M • F \$ M J \ Q M { M 3 M M \ R Ñ | Q M J è M | m e r t a i r e (l e s c o n s o m m a t e u r s d ' é l e e
y è | 3 3 y R • M è " 3 M R / | f # M \ Q Q M \ ¥ f M 8 à 9 # M \$ è R f M J F / ' t r i c i t é f i a M a C S P E , c o n t r i b u t i o n a u
centrales à gaz sont une grande partie \ y • 3 Q 3 f • M | • R " M y è | M " ¥ - M \ ÿ M s e r v i c e p u b l i c d e l ' é l e c t r i c i t é , q u i a
du temps les centrales marginales en (3 M Ñ R è J M \ R f \ Q Q M R M A | è P 3 M R R M è - M J è M ¥ M A - \$ M J
- " | \ y \$ M J J f M { " M J F \ p o u s s e r a i t d a l 1 8 0 0 e T 3 M M e n 2 0 1 9 à m a t e u r s d e p r o d u i t s p é t r o l i e r s v i a
heures où la demande est forte, et æ à Ý N ¥ Æ / M R M ß Ý á Ý \$ M M { " 3 M | { " R 3 M M • | 3 M M M J è M ¥ M ' - \$ M • è 3
que tous les marchés européens sont Ð \ | • f M 3 Q y \ | • è R • f M F - Ð 3 è 3 • M u r l a | c o n s o m m a t i o n d e p r o d u i t s
3 R • | \ R R • f \$ M J è M / è " f g é t i q u e , l' i m p a r t d e m é t r i c i t é p a s s e -
gaz, qui représente l'essentiel du cout | è 3 • M M ß à N t M R - 3 | \ R M R M ß Ý á M o u t d e s é n e r g i e s r e n o u v e l a b l e s ,
de fonctionnement d'une centrale à M à â N t M R M ß Ý á Ý # M a f M | f è " o b t e n u e g r â c e à u n e p r o d u c t i o n d e
(è ½ \$ M 3 y J 3 { " M • | f M J è | t r i c i t é , R e q u i d e v r d n t M e n " M m p s r é e l m a s s e à l ' é c h e l l e m o n d i a l e , e t l a f o r t e
y | 3 3 M M J F J • | 3 3 • M (8 à 9 # M f M Q è 3 3 3 f M f M - M y \ 3 R • f M a u g r a n d e v a r i a t i o n d e s c o u t s d e s é n e r g i e s
veulent donc réformer le marché en tion et de soutirage, auront besoin de fossiles rendent de moins en moins
Q \ 3 Ñ è R • M J M f ' f • Q M s ' a p p u y e r s u r l e s S I M e f o r m e s n u m é - nécessaires les subventions accordées
d'autres veulent limiter le rôle du r i q u e s p o u r o p é r e r l e s a r b i t r a g e s via M J f M C ' < 3 R M • è | 3 Ð f D # M
marché en privilégiant des contrats f • \ G è (M M J F J • | 3 3 • \$ M (| ñ t i o n s s u b s i s t e n t n é a n m o i n s s o u s
de long terme, et beaucoup recon- Q R • M è " 3 M • / R \ J \ (3 f M { " è R • 3 { " r e n o u v e l a t i o n v a r i a b l e d e s t i n é à

M R - f • 3 | M è R f M J è M y \ " • 3
tricité est une priorité, et la relance
d'un programme nucléaire passe par
R F | è J f M M R \ - è " 3 M Q è R 3 f
financement comme celui des
3 R 3 Q R Q M • f M y \ " | M 3 Ð | R f N
y è | M J F R (J • | | M y \ " | M J M y | D
Point. L'investisseur signe un contrat
avec l'État qui lui garantit que,
M u r a q u e u n e b o n n e p a r t i e d e l a d u r é e
de fonctionnement de la centrale,
J f M G Æ / M y \ " 3 • f M f \ | R • M | C
" R M y | 3 3 M f " Ð 3 f è R • M y \ " | M è
| R • è 3 J 3 • M M J F \ y | è 3 \ R 3 f
système. Le producteur vend son
3 M • | 3 M • M f " | M J M Q è | / M
D o i s t u n h e d o m p l è m e n t v e r s é p a r
J F • è • M f 3 M J M y | 3 3 M M (| \ f M
è " M y | 3 3 M (è | è R • 3 \$ M • M - | f M J
ú M J F • è • M f 3 M J M y | 3 3 M M (| \
3 M M y | 3 3 M (è | è R • 3 # M - R \ | M ' è "
3 y f 3 3 M (è | è R • 3 M è " M y è | • M R
6 | R y M f J \$ 3 M R R M M J è M • R è R
observés sur le marché.

*1 1 1 K N I Z X Y T H P F L J
- desstockage à grande
échelle des énergies
renouvelables*

La pénétration de l'éolien et du
facilité par la mise en place partout
R M - " | \ y M M y | 3 3 M F è / è • M
4 C ' < 3 R M • è | 3 Ð f D 5 M • | f M | C
Cette électricité, rémunérée hors
Q è | / \$ M f • M 3 R D • M f " | M J
un cout marginal nul. Ces énergies
renouvelables ne sont pas sensibles
è " M y | 3 3 M (M Q è | / M M (| \ f M
| " y | R • M J " | f M v t a l e s M Ñ 3 f M
M t a i r e (l e s c o n s o m m a t e u r s d ' é l e e
t r i c i t é f i a M a C S P E , c o n t r i b u t i o n a u
s e r v i c e p u b l i c d e l ' é l e c t r i c i t é , q u i a
P 3 M R R M è - M J è M ¥ M A - \$ M J
m a t e u r s d e p r o d u i t s p é t r o l i e r s v i a
R M - | 3 M M • | 3 M M M J è M ¥ M ' - \$ M • è 3
R | (• 3 { " f 5 # M M J M f • M - | è 3 M
O u t d e s é n e r g i e s r e n o u v e l a b l e s ,
o b t e n u e g r â c e à u n e p r o d u c t i o n d e
m a s s e à l ' é c h e l l e m o n d i a l e , e t l a f o r t e
v a r i a t i o n d e s c o u t s d e s é n e r g i e s
f o s s i l e s r e n d e n t d e m o i n s e n m o i n s
n é c e s s a i r e l e s s u b v e n t i o n s a c c o r d é e s
v i a M J f M C ' < 3 R M • è | 3 Ð f D # M
t i o n s s u b s i s t e n t n é a n m o i n s s o u s
M R e d e Q
r e n o u v e l a t i o n v a r i a b l e d e s t i n é à

Un axe important des politiques énergétiques européennes, notamment en France, est de développer à grande échelle le véhicule électrique (autonome à terme). Même si on peut imaginer que l'introduction de la mobilité électrique l'appel de puissance électrique sur le réseau s'il faut recharger une flotte importante de véhicules. Quelques questions restent en suspens.

Si toutes les voitures étaient électriques, quelle est la production d'électricité supplémentaire qui serait nécessaire, en France, pour maintenir la circulation automobile actuelle ?

La consommation française d'énergie finale en produits pétroliers dans les transports est de l'ordre de 45,4 Mtep. Le rendement d'un moteur thermique (transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique) se situe dans la fourchette (15 – 30 %) ; donc l'énergie mécanique utilisée pour faire avancer les véhicules est dans la fourchette 7 – 14 Mtep. Cette énergie correspond à 80 – 160 TWh. Pour électrifier les transports, il faudrait 100 TWh de plus.

Si toutes les voitures sont électriques, quelle est la charge électrique totale qui sera stockée, à un moment donné, dans l'ensemble de leurs batteries ?

Le parc français comprend 30 millions de véhicules ; si l'on remplace tous ces véhicules par des véhicules électriques équipés d'une batterie de 52 kWh (batterie de la Zoé de Renault), alors ce parc a une capacité de stockage totale maximale de 1500 GWh. C'est une valeur basse, car la batterie de la Zoé est petite comparée au 100 kWh d'une Tesla model S. On peut garder en mémoire que le parc automobile stocke de 1 à 2 TWh. Rappelons que la production totale électrique française en 2019 était de 538 TWh. Un parc automobile électrique stocke donc de l'ordre d'un à deux jours de production électrique.

Quelles contraintes pour la charge des voitures ?

Si on charge une Zoé sur une prise domestique (10 A), il faut 32 heures pour la charger complètement pour une puissance appelée de 2,3 kW, soit 10 A x 230 V (tableau 1). Si toutes les voitures chargent en même temps dans une hypothèse de charge lente, alors elles appelleront 69 GW à comparer aux 61,4 GW de capacité nucléaire installée en France (depuis la fermeture de Fessenheim). Si elles sont en mode de charge rapide (43 kW), elles appelleront une puissance de 1,2 TW. Cette puissance correspond à douze fois la puissance maximale appelée sur le réseau français (100,5 GW le 7 février 2012 à 19 h 00), ce qui n'est guère réaliste.

Un parc automobile électrique implique nécessairement que le gestionnaire de réseau contrôle le régime de charge des véhicules électriques.

Comment se compare le stockage nécessaire pour le « tout électrique » à ce qui est nécessaire pour lisser les fluctuations des énergies renouvelables ?

Une voiture électrique ne peut avoir un sens économique que si elle est utilisée, car une somme importante est immobilisée dans sa batterie. Les batteries résistent en général à 1 000 – 2 000 cycles de charge-décharge (beaucoup de développements sont en cours pour augmenter ce nombre de cycles). Dans l'hypothèse où le réseau pourrait décharger et charger les batteries à sa guise (ce qui n'est évident ni d'un point de vue technique ni d'un point de vue sociologique), il est peu probable que cette marge aille au-delà de 20 % de la valeur nominale (le véhicule est chargé à 90 % de sa charge nominale et il est déchargé à 80 % en cas de pointe de consommation et est chargé à 100 % en cas de sous consommation ou de pointe de production des EnR), soit une capacité de stockage de 100 à 200 GWh. En théorie, cette quantité de stockage disponible permettrait d'effacer les pointes de production des EnR et les pointes de consommation des ménages. Toutefois, cette constatation doit être relativisée :

- 1• il faut trouver un modèle économique qui soit collectivement acceptable (juste rétribution du propriétaire du véhicule) ;
- 2• cette capacité de stockage ne sert que pour 24 heures, car dès le lendemain c'est une autre journée qui commence ;
- 3• il faut que le réseau soit capable de supporter l'intermittence des EnR.

Les batteries des voitures peuvent aider à l'absorption des pics de production des énergies renouvelables : effacement des pointes de production imposées par les conditions météorologiques du moment. Plutôt que d'injecter à prix négatif cette électricité excédentaire, on peut ainsi la stocker.

Peut-on imaginer une utilisation en seconde vie des batteries des voitures, afin de faire du stockage saisonnier et de l'effacement de pointe ?

Vu le nombre important de batteries embarquées dans le parc automobile et le fait qu'elles peuvent faire un nombre limité de cycles avec une perte de capacité compatible avec leur usage, on peut estimer qu'un parc automobile mettra au rebut une capacité nominale 200 GWh de batteries par an (1/5 du stockage). Comme ces batteries sont vieilles, on peut considérer que leur capacité est divisée par deux, soit 100 GWh pour une durée moyenne de 5 ans. Cette capacité totale cumulée sur 5 ans de 500 GWh est voisine de la consommation journalière française et pourrait permettre de résoudre la composante court terme du problème de l'intermittence des EnR. Le modèle technique et économique de la seconde vie des batteries dans le stockage de l'électricité reste à démontrer : compatibilité et disponibilité des BMS ("battery management system"), infrastructures, entretien...

9 ^ U J I J G T W S ou prise de recharge	Puissance de charge	5 T Z W	P R
Prise domestique 10 A	2,3 kW		32 h
Prise domestique renforcée 16 A	3,7 kW		19 h
Borne de recharge domestique/publique	7,4 kW		9 h 30
Borne de recharge publique	11 kW		6 h
Borne de recharge publique	22 kW		3 h
Borne de recharge rapide	50 kW		1 h 30

Tableau 10. Véhicule électrique chargé dans diverses conditions. Batterie 52 kWh. Autonomie : jusqu'à 395 km. (Données 2023. Source : site web de Renault.)

>>>

R \ " | è (| M " R M R | (3 M G N p r o d u i t u r à n e t t e n o m b r e d e C O 2
Cependant, il faut tenir compte des pour obtenir du méthane. Mais cette
" • f M 3 R " 3 • f M y è | M • s o l u t i o n s p o u r d o i c q u e s s e r i e u s e n t , n ' e s t
R \ • è Q Q R • M " 3 M J 3 f - M y M f J F 3 R \ | | Q \$ • R • è J M è - M J f m N é b e l l e d e v é h i c u l e s é l e c t r i q u e s (v o i r
t e n t e e t l e s c o u t s d e r e n f o r c e m e n t C y \ @ | < • \ < (è f D M y " 3 f M C (è f < • \ < y \ e n c a d r e d e l a p a g e 3 4) .
f M | f è " 3 M 8 à \$ M à 9 # q u i c o m p r o m e t l a m i s e e n p l a c e d ' u n
Pour anticiper un recours croissant f • \ G è (M ú M (| è R M / J J M ú M \ " | • M " M
à de telles énergies, on envisage Q \ ' R M • | Q M 8 à 9 # M ¥ \ " • f M f M { " f • 3 \ R f M
è " D \ " | F / " 3 M J " | M f • \ G è s e r u n ú M s q u é t é e s d a n s l a q u a t r i è m e
échelle lorsque la production est y è | • 3 M M M R " Q | \ # M - R Ñ R \$ M J F l ' h o r i z o n 2 0 4 0 r e q u i e r t d ' i n v e s t i r
3 R • è 3 | M y è | M | è y y \ | • M è M M • \ f G R f M Q è f f 3 ' M • M J è M 3 Q n o n s e u l e m e n t
è - M " R M Q è R 3 f Q M M e s m o y e n s d e p r o d u c t i o n c e n t r a l i s é s
lorsque c'est nécessaire, en particulier et répondant à la demande peuvent
è " 3 M / " | f M M y \ 3 R • # M e n t r a î n e r d e f o r t e s v o l u t é s d a n s l a
4 è " M D \ " | M J M D \ " | 5 \$ M \ R M y è " 3 M R • 3 R é M | M J F M R | (3 M 8 æ 9 #
f • \ G | M " R M y è | • 3 M M l e p o t e n t i e l d e S T E P M é t a n t l i m i t é
è R f M f M è • • | 3 f N & M p o u r d é s v r a i s m s g é o l o g i q u e s , i l f a u t
• | Q M 4 { " J { " f M D \ " | f M - \ 3 | | M { " | M { " F f a M • | f M f \ J " • 3 \ R f # M R \ Q M | " 3 M - | | \ " f M f 3 R • 3 Ñ { "
f Q è 3 R f 5 \$ M 3 J M ' è " • M y è r é c h e r c h e s o n t e n e s s e n t i e l l e s p o u r m i t t r e
C y \ @ | < • \ < (è f D M { " 3 M \ R f a u p o i n t d e n o u v e l l e s t e c h n i q u e s d e
de l'hydrogène via l'électrolyse de l'eau f • \ G è (M \ " M è Q J 3 \ | | M J F ð 3 è 3 n o n s e u l e m e n t
| è J 3 f M (| ñ M ú M • • M b a t t é r i e s B e s B a t t é r i e s a u l i t h i u m
R • è 3 | \$ M y " 3 f M ú M f • \ G \ R f J 5 " R \ (M R è " D \ " | F / " 3 M J è M Q 3 J J " | M

f \ J " • 3 \ R M M f • \ G è (M ú M y • 3
mais on risque de se heurter très vite
à l'épuisement de la ressource. Pour
f • \ G | M " 3 M D \ " | f M M \ R f \ Q
d'électricité française, il faudrait par
3 Q y J M 3 f y \ f | M M à ã Ý N Ý Ý
de lithium avec la technologie
è • " J J M f J \ R M " R M • " M
4 J J 3 è R M R è • 3 \ R è J M M \ \
M J è M | / | / M y \ " | M J F R | (3
production mondiale de lithium
R F 3 M y è f M á Ý N Ý Ý Y M • \ R R
t R M y " • M | • f M y R f | M è " 3 M
\ Q " f • 3 J N % M \ R M | è J 3 f M J
l'électrolyse de l'eau et on utilise
ensuite l'hydrogène pour faire l'opé-
ration inverse. Toutefois, l'utilisation
massive de cette technologie est
freinée par la disponibilité du platine.
\$ f M f y \ 3 | f M f \ R • M Q 3 f M è R f M
nouvelles, notamment des batteries
solides.
« R M Ñ M 3 Q y \ | • è R • M ú M J F /
péenne est le développement à grande
N é b e l l e d e v é h i c u l e s é l e c t r i q u e s (v o i r
e n c a d r e d e l a p a g e 3 4) .
a F \ D • 3 ' M M J è M R " • | è J 3 •
l'horizon 2040 requiert d'investir
massivement dans les technologies
énergétiques respectueuses du climat
et de l'environnement, tout en garan-
tissant une énergie accessible au plus
grand nombre et disponible pour la
réussite des politiques publiques
4 f è R • \$ M è J 3 Q R • è • 3 \ R \$ M • | è
R \ Q M | " 3 M - | | \ " f M f 3 R • 3 Ñ { "
technologiques restent à lever, et cela
passe par des investissements soute-
nables dans la recherche fondamentale,
technologique et industrielle. ■