

21. Les perspectives énergétiques

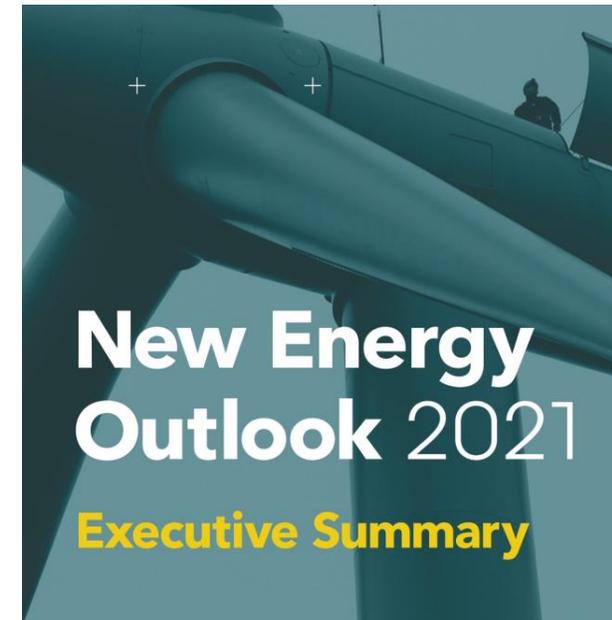
21.6 – *Blomberg New Energy Finance New Energy Outlook 2021*

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

Département de génie mécanique

Théo Delpech, M.Sc.A

Online at <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/#toc-download>



Plan de la présentation

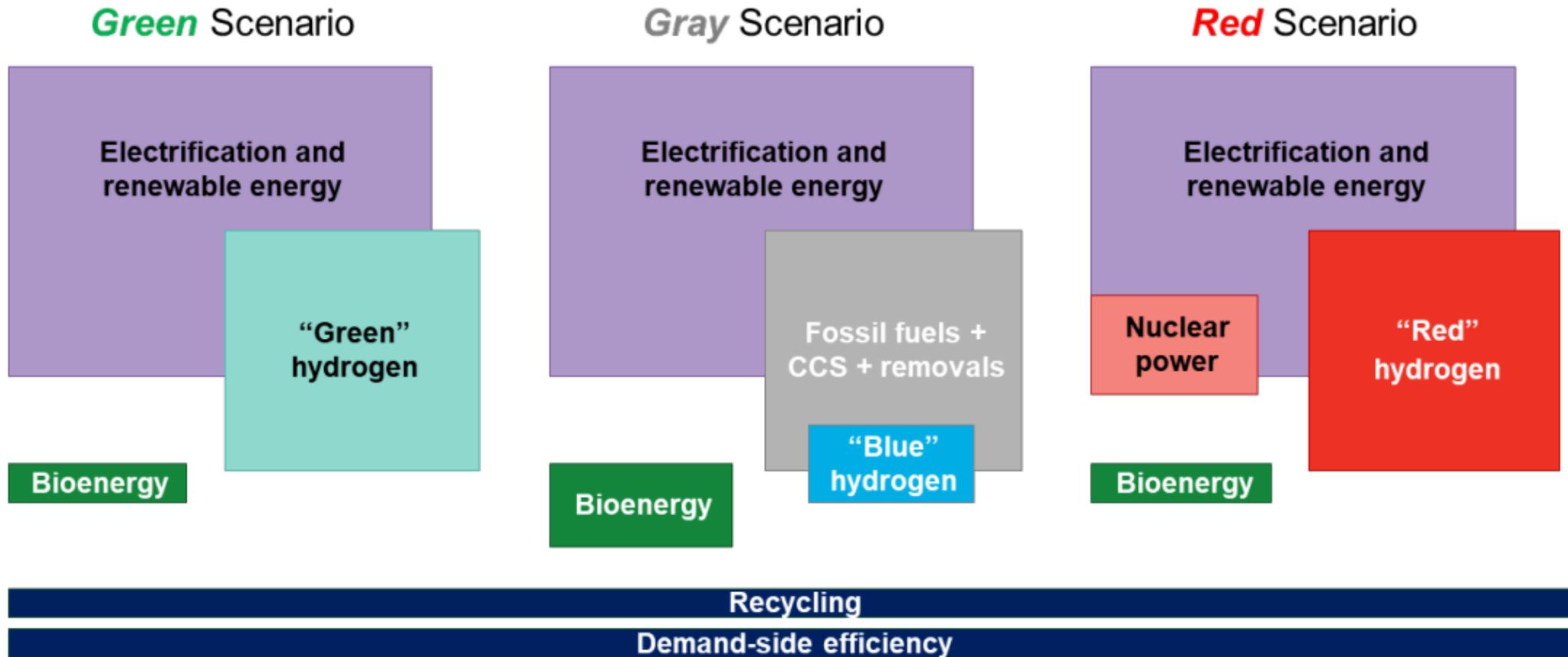
- Présentation des scénarios
- Budget carbone
- La voie à suivre avant 2030
- Niveau zéro en 2050
- Consommation finale d'énergie
- Approvisionnement en énergie primaire
- Investissement requis
- Conclusion

Présentation des scénarios

- **Scénario vert** : la voie nette zéro par de l'électricité propre et de l'hydrogène vert. Ici, l'hydrogène vert produit (que par des énergies renouvelables) est appliqué dans des secteurs tels que l'industrie et les transports lourds, ainsi que dans la production d'électricité pour compléter l'électrification.
- **Scénario gris** : la voie nette zéro par de l'électricité propre et du captage et du stockage du carbone (CSC). Dans ce scénario, outre la croissance de la consommation d'électricité et de l'énergie renouvelable, les émissions provenant des combustibles fossiles dans certains secteurs sont réduites grâce à la technologie de capture et de stockage du carbone après combustion. Il comprend également de petites quantités d'hydrogène "bleu" produit à partir de gaz naturel avec une technologie de captage du carbone pour des applications énergétiques non stationnaires, ainsi qu'une utilisation accrue de la bioénergie.
- **Scénario rouge** : la voie nette zéro par de l'électricité propre et le nucléaire. Celle-ci suit une trajectoire similaire à celle du scénario vert, à ceci près que nous déployons de petites centrales nucléaires modulaires pour compléter les technologies éolienne, solaire et des batteries dans le secteur de l'électricité, et que nous ajoutons de l'hydrogène dit "rouge", fabriqué par électrolyse comme dans notre scénario vert, mais cette fois alimenté par des centrales nucléaires spécialisées.

Présentations des scénarios

Figure 1: Overview of three net-zero scenarios described in NEO 2021



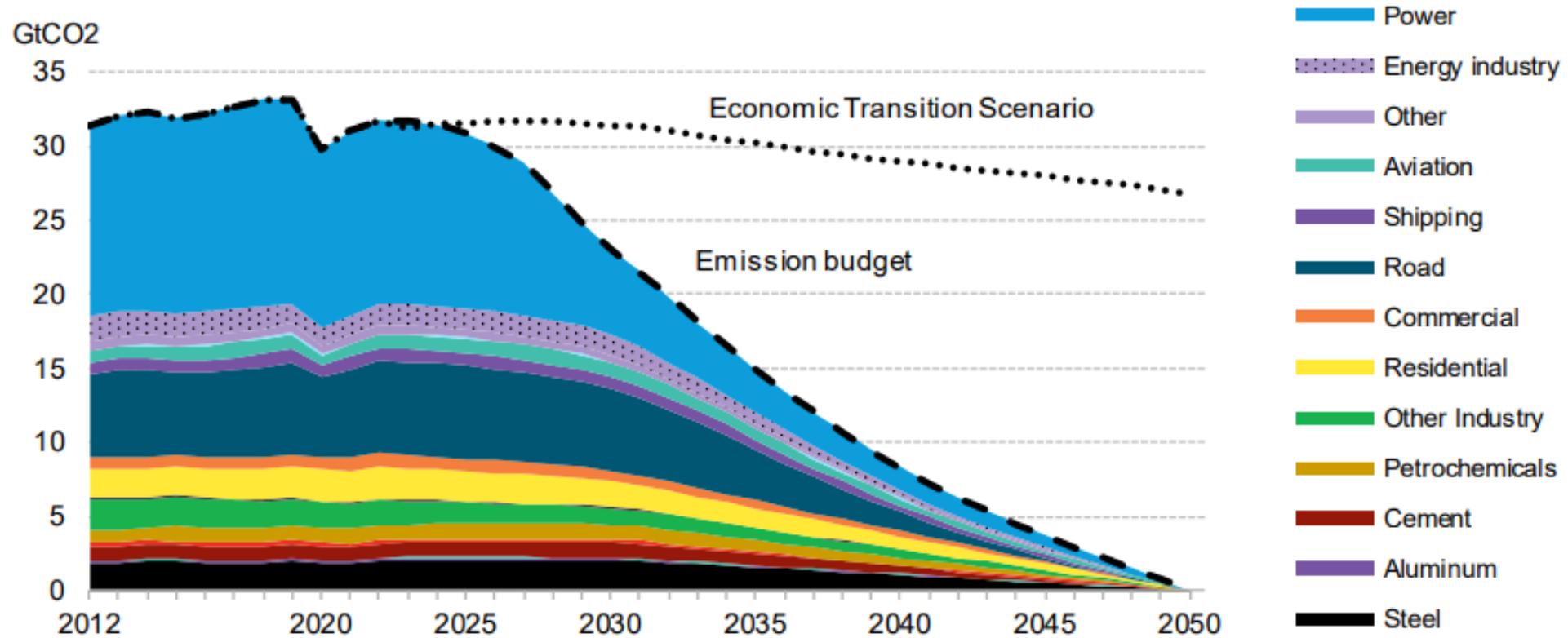
Source: BloombergNEF

Budget carbone

- Tous les secteurs de l'économie doivent éliminer complètement leurs émissions d'ici la moitié du siècle ;
- Selon Bloomberg, le budget carbone doit chuter de 30% d'ici 2030 puis de 75% entre 2030 et 2050 ;
- Le secteur de l'énergie devra être le plus rapide à diminuer ses émissions avec une baisse de 57% entre 2019 et 2030 pour arriver à une diminution de 89% en 2040 ;

Budget carbone

Figure 2: Total carbon budget for the energy sector



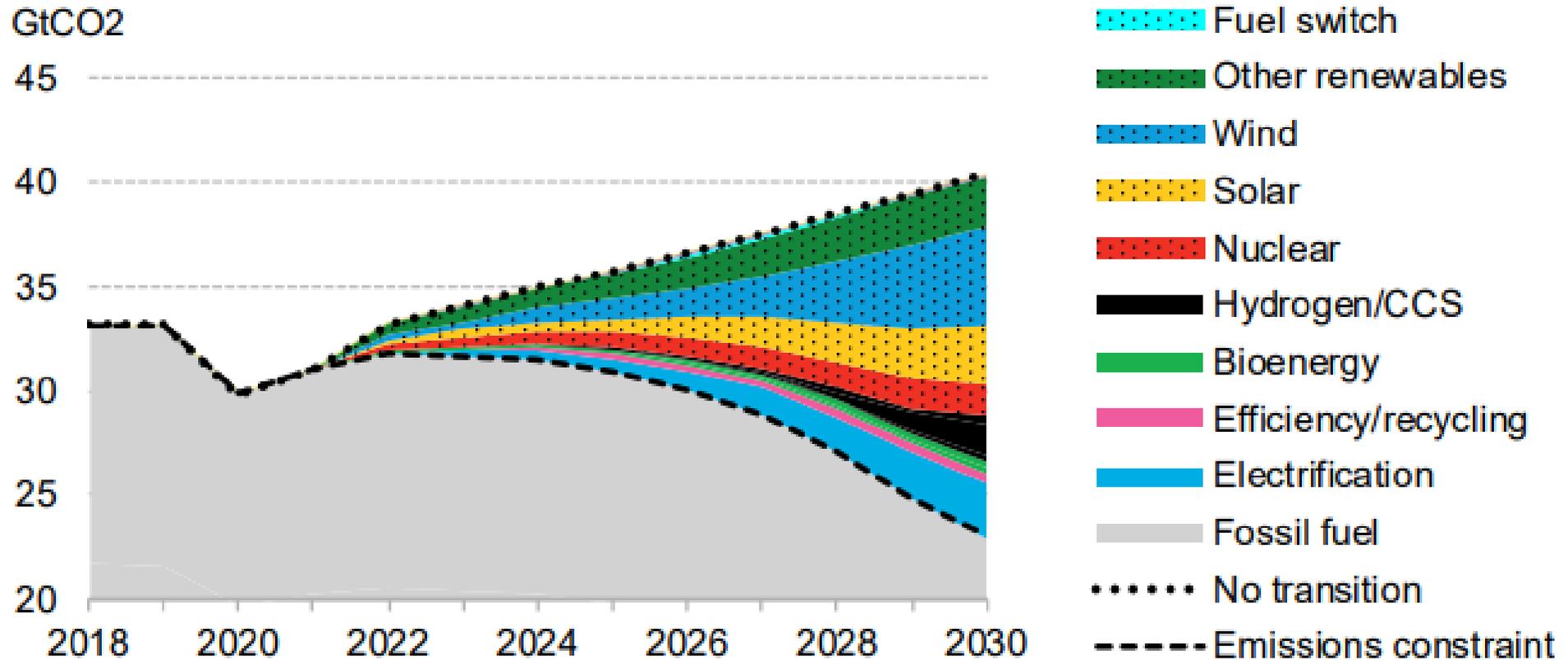
Source: BloombergNEF

La voie à suivre avant 2030

- Les années entre aujourd'hui et 2030 sont cruciales pour atteindre une empreinte carbone de zéro ;
- En énergie :
 - **Scénario vert** : il faut un ajout chaque année jusqu'à 2030 de 505 GW d'éolien, de 455 GW de solaire, et de 245 GWh de stockage par batterie. Déploiement de 1,9TW d'électrolyseurs pour lancer le secteur hydrogène.
 - **Scénario gris** : Amélioration et mise à niveau des technologies liées à l'hydrogène, le CCS et le nucléaire. Mise en place d'une capacité de capture et de stockage de 936 Mt de carbone en 2030.
 - **Scénario rouge** : Installation du premier petit module de réacteur nucléaire en 2027 et déploiement de 390 MW de cette énergie en 2030.

La voie à suivre avant 2030

Figure 3: Total energy emissions and abatement to 2030, by source, all scenarios



Source: BloombergNEF

Niveau zéro en 2050

- **Scénario vert** : l'électricité propre représente 61 % de la réduction totale des émissions jusqu'en 2050. L'utilisation accrue de l'électricité sous forme de véhicules électriques, de pompes à chaleur et de processus industriels à plus basse température représente 18 % supplémentaires de baisse des émissions. L'hydrogène dans l'économie d'utilisation finale représente 14 % supplémentaires de la réduction totale. Il s'agit notamment de la chaleur à haute température dans les procédés industriels tels que la sidérurgie, la chimie et le ciment, de l'aviation, de la navigation, de certaines routes et chemins de fer, et de l'hydrogène utilisé dans les chaudières pour le chauffage des locaux et de l'eau. La combinaison de l'hydrogène dans la production d'électricité et l'économie d'utilisation finale, représente près d'un quart, soit 23%, de la réduction totale des émissions.

Niveau zéro en 2050

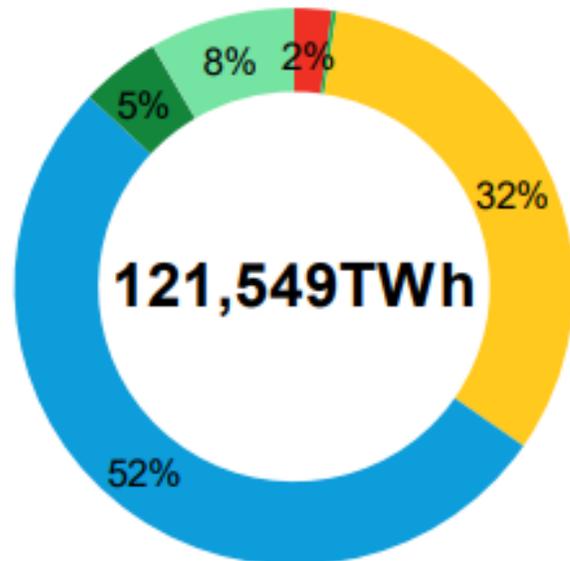
- **Scénario gris** : la réduction des émissions est à nouveau dominée par l'électricité propre, qui représente 61 % de la réduction totale des émissions jusqu'en 2050. Cette fois, le captage et le stockage du carbone (CSC) permettent au charbon et au gaz de continuer à jouer un rôle important. La combinaison du CSC dans la production d'électricité et dans l'économie d'utilisation finale, représente 18 % de la réduction totale des émissions jusqu'à zéro dans ce scénario. La bioénergie dans l'économie d'utilisation finale joue un rôle plus important dans ce scénario, notamment dans l'aviation et la navigation, représentant 6 % de la réduction totale. L'augmentation du recyclage et de la fabrication secondaire dans l'industrie représente 3 % supplémentaires, et une petite quantité d'hydrogène bleu dans l'industrie et les transports, soit 4 %.

Niveau zéro en 2050

- La réduction des émissions dans le **scénario rouge** est similaire à celle du scénario vert, à l'exception d'un changement dans le secteur de l'électricité, où la renaissance du nucléaire réduit le volume des énergies renouvelables, et où son facteur de capacité plus élevé et sa flexibilité limitée annulent la nécessité d'une production à l'hydrogène pour répondre à la demande saisonnière, mais augmentent l'utilisation de batteries. L'électricité propre représente 61 % de la réduction totale d'ici à 2050. L'énergie éolienne en représente 41 %, l'énergie solaire 20 %, l'énergie nucléaire 26 % et les autres sources d'énergie sans émissions, y compris l'énergie hydraulique, 13 %.

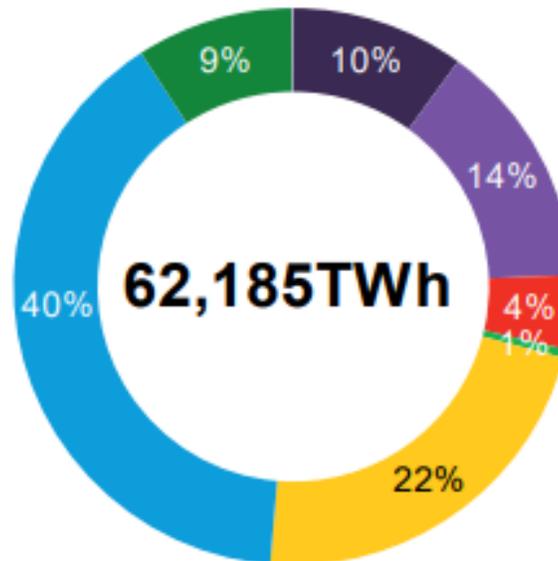
Niveau zéro en 2050

Figure 4: Electricity generation by technology in the *Green Scenario*, 2050



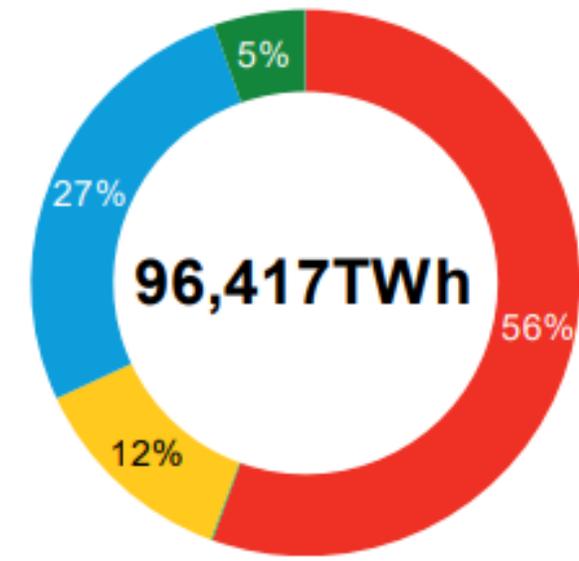
Source: BloombergNEF Note: includes both power for end-use economy and hydrogen manufacturing.

Figure 5: Electricity generation by technology in the *Gray Scenario*, 2050



Source: BloombergNEF

Figure 6: Electricity generation by technology in the *Red Scenario*, 2050



Source: BloombergNEF Note: includes both power for end-use economy and hydrogen manufacturing.

Consommation finale d'énergie

Figure 7: Hydrogen demand, *Green Scenario*

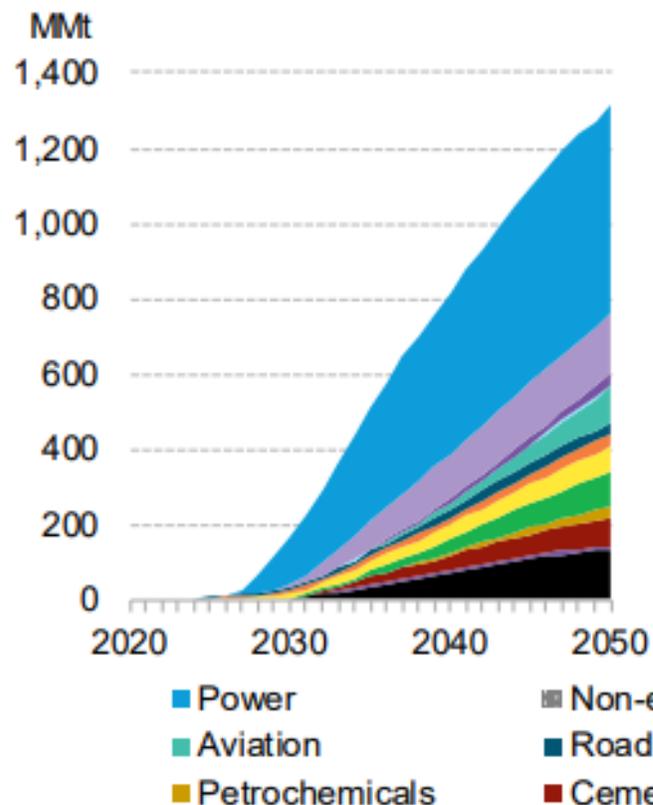


Figure 8: Hydrogen demand, *Red Scenario*

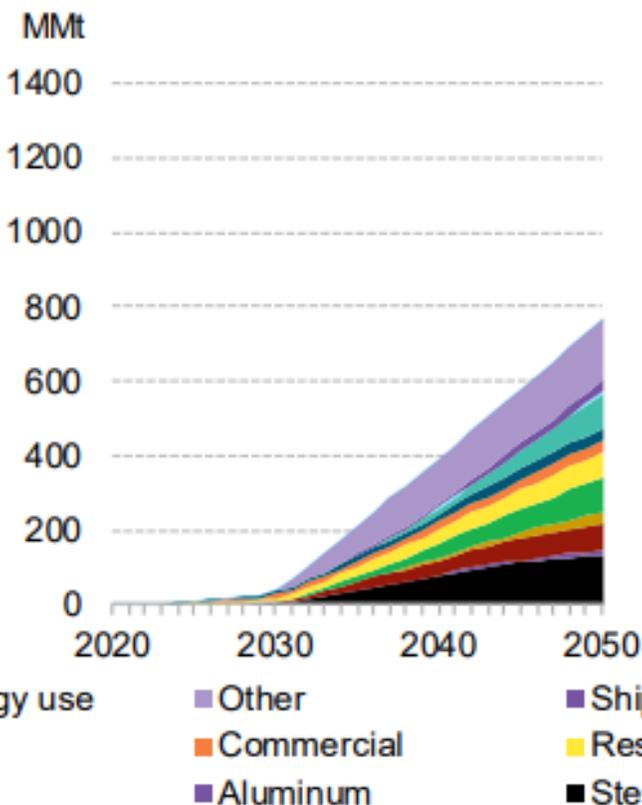
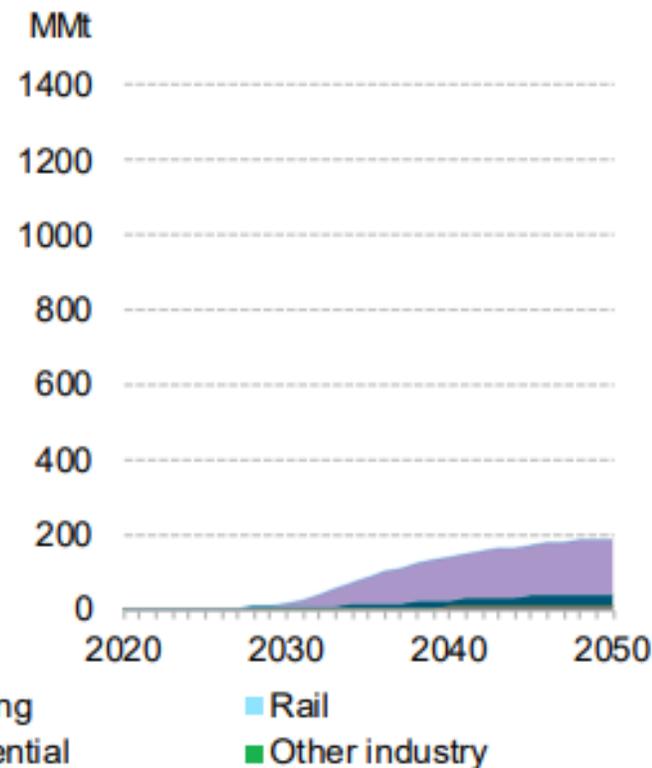


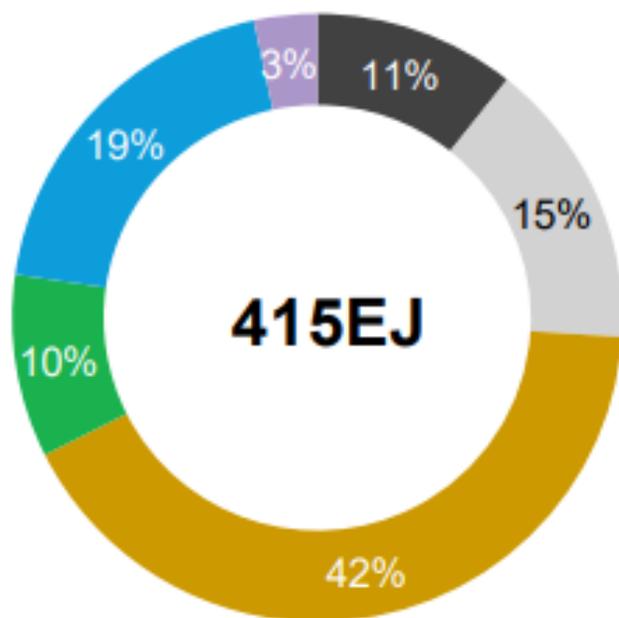
Figure 9: Hydrogen demand, *Gray Scenario*



Source: BloombergNEF. Note: Existing hydrogen market of 67MMt assumed to be supplied via current dedicated production, and 48MMt as a by-product of industrial processes.

Consommation finale d'énergie

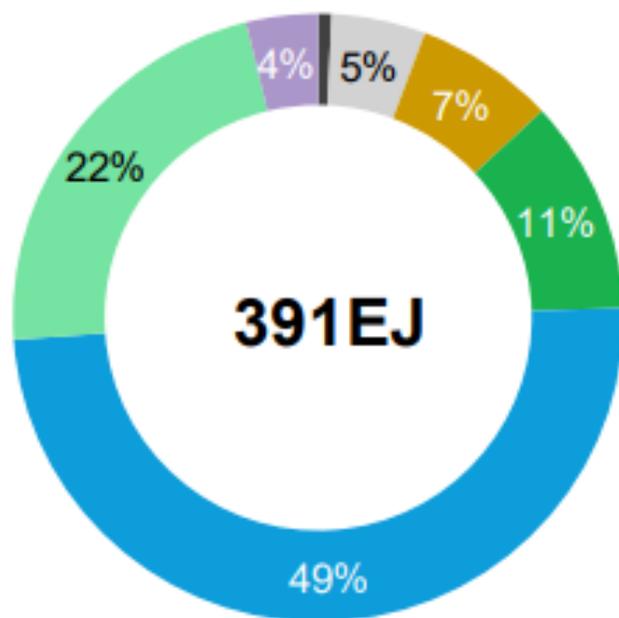
Figure 10: Total final energy, 2019



■ Coal ■ Gas

Source: BloombergNEF

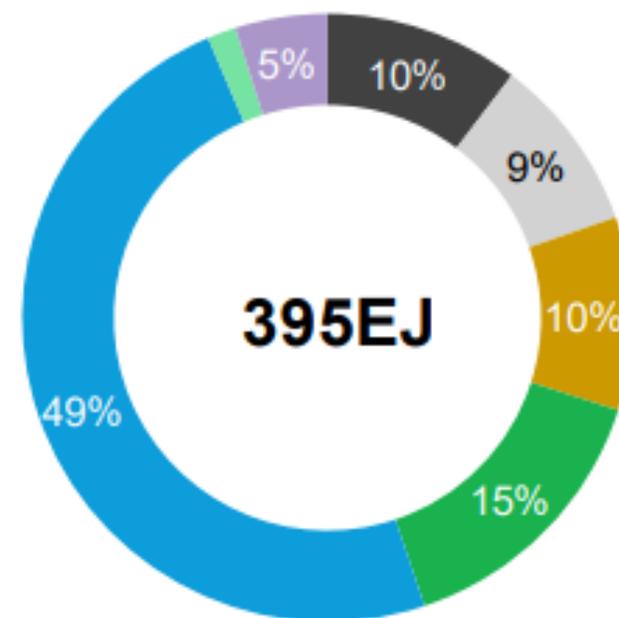
Figure 11: Total final energy, 2050
Green Scenario and Red Scenario



■ Oil ■ Bioenergy ■ Electricity

Source: BloombergNEF

Figure 12: Total final energy, 2050
Gray Scenario



■ Hydrogen ■ Other

Source: BloombergNEF

Approvisionnement en énergie primaire

Figure 13: Total primary energy
Green Scenario

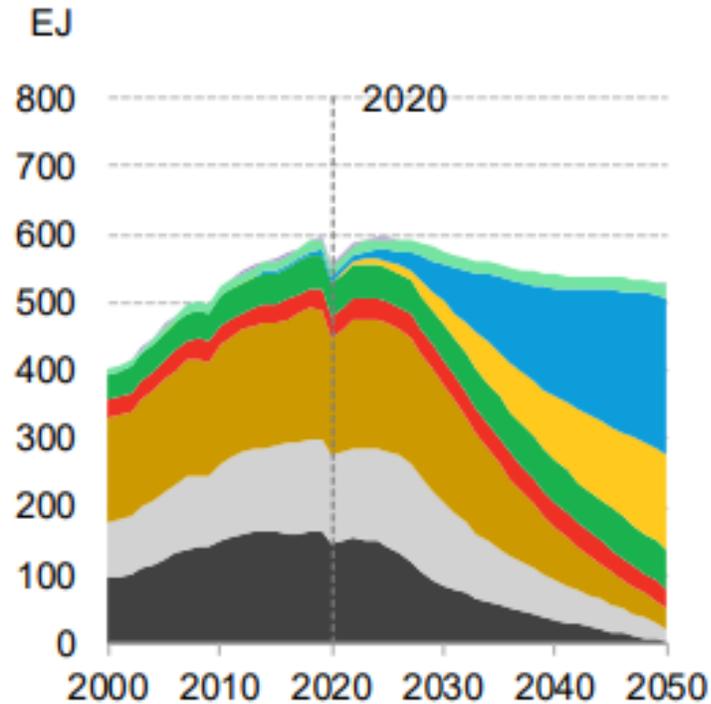


Figure 14: Total primary energy
Gray Scenario

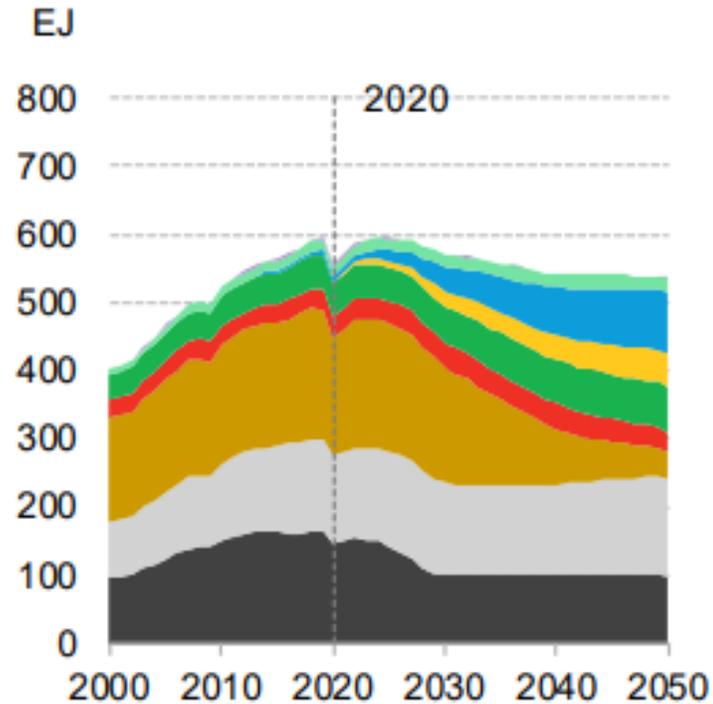
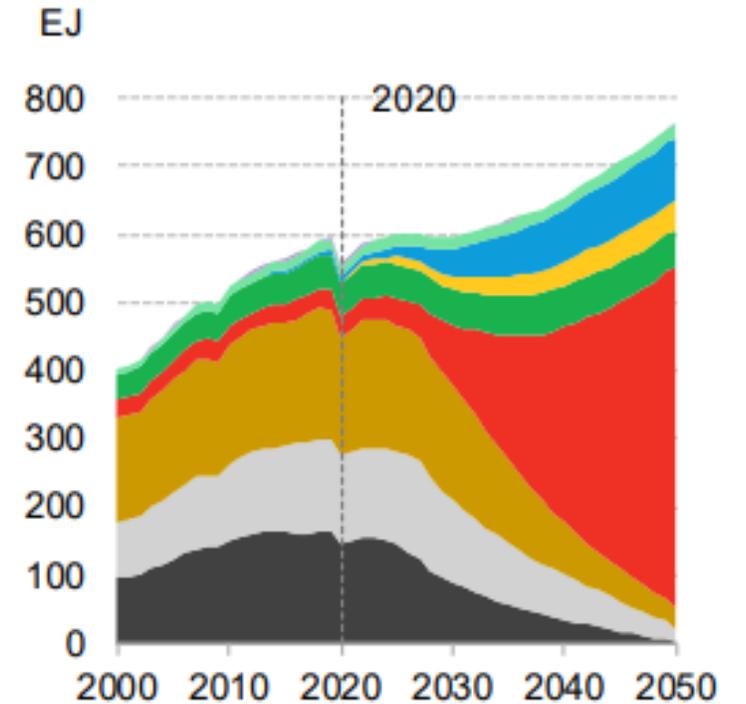


Figure 15: Total primary energy
Red Scenario



■ Other ■ Other renewables ■ Wind ■ Solar ■ Bioenergy ■ Nuclear ■ Oil ■ Gas ■ Coal

Source: BloombergNEF

Investissement requis

- **Scénario vert** : Environ 53 % de tous les investissements sont consacrés à la production, au stockage et au transport de l'hydrogène. La production d'électricité, le stockage et le réseau en absorbent 37 %, et les combustibles fossiles les 10 % restants.
- **Scénario rouge** : 55 % des investissements doivent être consacrés au secteur de l'électricité, dont 35 % à la production d'électricité (énergies renouvelables et nucléaire). L'hydrogène représente 34 % et les combustibles fossiles 11 %.
- **Scénario gris** : les investissements dans la production d'électricité, le stockage de l'énergie et le réseau constituent la majeure partie des investissements, soit 55 %, les combustibles fossiles représentant 20 % et le CSC quelque 15 %. Les 8 % restants vont à l'hydrogène.

Conclusion

- Les prédictions de Bloomberg sont des boîtes noires ;
- Les modèles sous-jacents ne sont pas discutés ni même présentés ;
- Trois scénarios qui reposent sur la création/amélioration de technologies ;
- Scénario gris qui propose une solution aux émissions tout en gardant la plupart de nos installations les plus émettrices ;

Conclusion

- Scénario vert qui propose pratiquement de remplacer le pétrole par l'hydrogène ;
- Utilisation de trois scénarios totalement différents et impertinents alors que la réelle solution serait un mix des trois ;
- Pas une seule mention sur la sobriété, au contraire le rapport montre que la consommation va augmenter et que le recyclage serait suffisant...
- Des investissements à la hauteur des scénarios et qui représentent bien la priorité du rapport : comment garder notre addiction croissante à la calorie facile en limitant son impact ?