

# 21. Les perspectives énergétiques

## 21.4.1 – IRENA Global Energy Transition

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

*Département de génie mécanique*

Patrick Belzile, ing., M.ing.

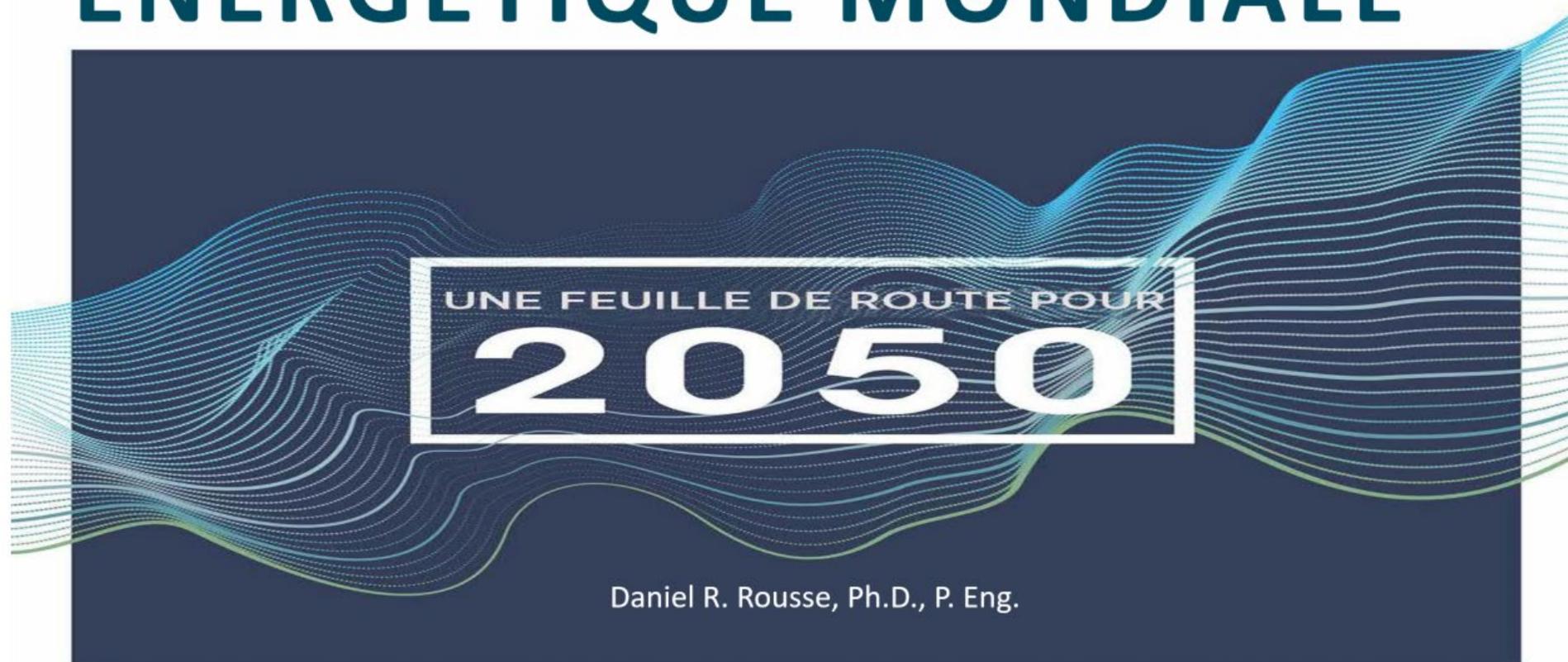
Pierre-Luc Paradis, ing. Ph.D.

Stéphane Hallé, M.Sc.A., Ph.D.

Frédéric Coulombe, M.ing.

Victor Aveline, M.ing.

# TRANSFORMATION ÉNERGÉTIQUE MONDIALE



# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Résumé du Global Energy Transform : 2050
- Conclusion

# Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs de la capsule***
- Résumé du Global Energy Transform : 2050
- Conclusion

# Introduction

- IRENA: Agence Internationale de l'Énergie Renouvelable;
- L'IRENA fait des scénarios pour 2050 et non pour 2040 comme pour BP et l'IEA;
- L'IRENA se concentre sur les renouvelables;
- L'IRENA est assez optimiste...

# Objectif

- Présenter un autre point de vue sur les scénarios possibles de développement des énergies renouvelables;
- Résumer la vision prospective de l'IRENA;
- Présenter les six grands domaines où il faut agir, T21.4.2;
- Présenter un schéma de développement (T21.4.3) de :
  - L'industrie
  - Le bâtiment
  - Le transport
  - La génération d'électricité

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Résumé du Global Energy Transform : 2050***
- Conclusion



# Question

**Est-il techniquement faisable de limiter la hausse de température à 2°C voire 1,5°C 2050?**

**Quelle que soit votre idée sur cette question, pourquoi n'est-ce pas en voie de se réaliser?**

## Le développement des énergies renouvelables doit être au moins six fois plus rapide si le monde veut atteindre les objectifs définis dans l'accord de Paris.

L'accord historique de 2015 sur le climat vise, au minimum, à limiter la hausse moyenne de la température mondiale à niveau situé « **bien en-dessous de 2 °C** » pour ce siècle par rapport aux niveaux de l'époque préindustrielle. Les énergies renouvelables, associées à une amélioration rapide de l'efficacité énergétique, sont la pierre angulaire d'une solution climatique pérenne.

## Le développement des énergies renouvelables doit être au moins six fois plus rapide si le monde veut atteindre les objectifs définis dans l'accord de Paris.

Contenir la hausse des températures sous 2 degrés Celsius (°C) est **techniquement faisable**. Cela serait également plus positif du point de vue **économique**, **social** et **environnemental** que la voie tracée par les plans et **politiques actuelles**. Cependant, le système énergétique mondial doit subir **des transformations en profondeur** et passer d'un système reposant largement sur les combustibles fossiles à un système améliorant **l'efficacité énergétique** et fondé sur les **énergies renouvelables**. Une telle transformation énergétique mondiale, au cœur de la « transition énergétique » déjà à l'œuvre dans de nombreux pays, peut être la source d'un monde plus prospère et plus solidaire.

## L'évolution actuelle des émissions ne suit pas la bonne voie pour atteindre cet objectif.

Les plans gouvernementaux sont encore **bien loin des besoins nécessaires pour réduire les émissions**. Au vu des politiques actuelles et prévues, le monde **épuiserait son « budget carbone »** (CO<sub>2</sub>) lié à l'énergie d'ici à **20 ans** pour contenir la hausse de la température mondiale bien en-dessous de 2 °C (avec 66 % de probabilité), et les combustibles fossiles comme le pétrole, le gaz naturel et le charbon continueraient d'occuper une place dominante dans le mix énergétique mondial pour les décennies à venir.

## Pour atteindre cet objectif de limitation à 2 °C, il est décisif d'agir dès maintenant.

Pour que cet objectif soit atteint d'ici à 2050, **une réduction des émissions cumulées d'au moins 470 gigatonnes (Gt)** doit encore être effectuée par rapport aux politiques actuelles et prévues (politiques du statu-quo).

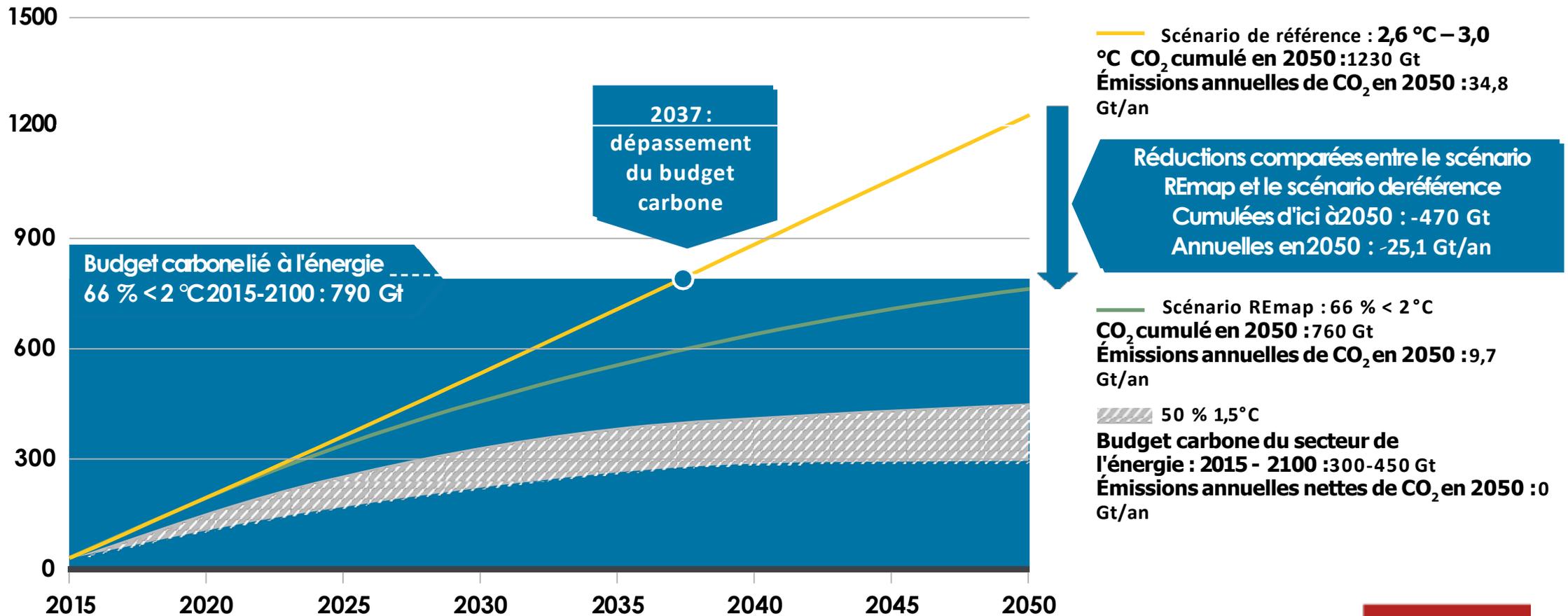
# Question

**Pouvons-nous réduire nos émissions cumulées d'au moins 470 gigatonnes (Gt) d'ici 2050?**

**Figure 1.** D'ici 20 ans, le budget mondial des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie permettant de maintenir le réchauffement à moins de 2 °C sera épuisé

*Émissions et écart des émissions, 2015-2050*

Émissions cumulées de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie (Gt CO<sub>2</sub>)



# Efficacité énergétique et ER

- L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables sont les principaux piliers de la transition énergétique, bien qu'il existe différentes possibilités pour atténuer le changement climatique.
- L'association de ces deux éléments peut assurer **plus de 90 %** des réductions nécessaires d'émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie, à l'aide de technologies sûres, fiables, économiques et largement disponibles.

# Efficacité énergétique et ER

- Les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique doivent être développées dans tous les secteurs.
- La part totale des énergies renouvelables doit augmenter et passer d'environ **15%** de la production totale d'énergie primaire (PTEP) en 2015, **à deux tiers** d'ici 2050.
- Pour que les objectifs climatiques soient réalisés, l'intensité énergétique de l'économie mondiale devra **diminuer d'environ deux tiers** d'ici à 2050 : de 2015. cette année-là, la production totale d'énergie primaire devra avoir été réduite à un niveau légèrement **inférieur** à celui
- Malgré une croissance économique et démographique importante, cela est possible par une amélioration profonde de l'efficacité énergétique.

# Énergies renouvelables

- D'ici à 2050, tous les pays peuvent augmenter la part des énergies renouvelables dans leur consommation d'énergie totale. REmap, une feuille de route globale préparée par l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), estime que la part des énergies renouvelables dans la consommation totale **d'énergie finale** (CTEF) de nombreux pays peut atteindre **au moins 60%**.
- La Chine par exemple, **pourrait** accroître la part des énergies renouvelables dans sa consommation d'énergie de **7%** en 2015 à **67%** en 2050.
- Dans l'Union européenne (UE), cette part pourrait passer d'environ **17%** à plus de **70%**.
- L'Inde et les États-Unis pourraient voir ces proportions atteindre **deux-tiers** ou plus.



**Pouvons-nous augmenter à 66% de ER la PTEP?**

**Et augmenter à 60% la CTEF?**

**Et enfin réduire de 66% notre intensité énergétique?**

# Électricité

- Un secteur de l'électricité « décarbonisé », dominé par des sources renouvelables, est au cœur de la transition vers un futur énergétique pérenne.
- La part des énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité devrait augmenter et passer **de 25 % en 2017, à 85 % en 2050**, principalement grâce à la croissance de la production d'énergie solaire et éolienne.
- Cette transformation nécessiterait de nouvelles approches en termes de planification du réseau électrique, de fonctionnement des marchés et du système, de régulation et de politique publique.



# Électricité

- À mesure que l'électricité à faible intensité de carbone devient le principal vecteur énergétique, **la part de l'électricité consommée dans les secteurs d'utilisation finale devrait doubler et passer d'environ 20% en 2015 à 40% en 2050.**
- Les véhicules électriques (VE) et les pompes à chaleur sont appelés à devenir plus courants dans la plupart des régions du monde.
- En ce qui concerne l'énergie finale, l'électricité renouvelable fournirait quasiment 60 % de la consommation totale d'énergie renouvelable, soit **2,5 fois** sa part actuelle dans la consommation totale d'énergie renouvelable.



**Croyez vous que 40% d'électricité dans la consommation finale sera atteignable?**

**Et croyez vous que 40% d'électricité dans la consommation finale sera suffisant?**

**Et croyez vous que nous atteindrons 85% d'électricité renouvelable en 2050?**

# Électricité

- Le secteur de l'électricité a réalisé des progrès importants ces dernières années mais le rythme de ces évolutions doit être accéléré.
- En 2017, le secteur de l'électricité a vu la capacité d'énergie renouvelable augmenter de **167 gigawatts (GW) dans le monde** : une forte croissance de 8,3 % par rapport à l'année précédente, qui poursuit le rythme entamé depuis 2010 d'environ **8 %** par an.
- La production d'électricité renouvelable a représenté près **d'un quart de la production totale** d'électricité dans le monde, ce qui constitue un nouveau record.

# Électricité

- De nouveaux records ont également été battus pour les installations solaires et éoliennes, avec **94 GW d'énergie solaire photovoltaïque (PV) et 47 GW d'énergie éolienne en plus, dont 4 GW d'éolien offshore.**
- Les coûts de production de l'électricité renouvelable ne cessent de diminuer.
- Les preuves selon lesquelles les systèmes électriques peuvent reposer en grande partie sur les énergies renouvelables étant nombreuses, il est possible d'élargir l'étendue et d'accélérer le rythme du développement des énergies renouvelables en toute confiance.

# Industrie, transport et bâtiment

- L'industrie, les transports et le bâtiment devront recourir davantage aux énergies renouvelables;
- Dans ces secteurs, les sources renouvelables, à savoir une production d'électricité renouvelable plus importante, mais aussi l'énergie solaire thermique, géothermique et la bioénergie, doivent jouer un rôle central;
- L'électricité renouvelable jouera certes un rôle de plus en plus important mais les combustibles renouvelables et les consommations directes apporteront une contribution majeure dans le domaine du chauffage et des transports;
- En effet dans ces domaines, le recours à la biomasse pourrait fournir **un peu moins de deux-tiers** de l'énergie renouvelable nécessaire pour le chauffage et le carburant – l'énergie thermique solaire pourrait en fournir environ **un quart**, tandis que la géothermie et d'autres sources renouvelables couvriraient le reste.

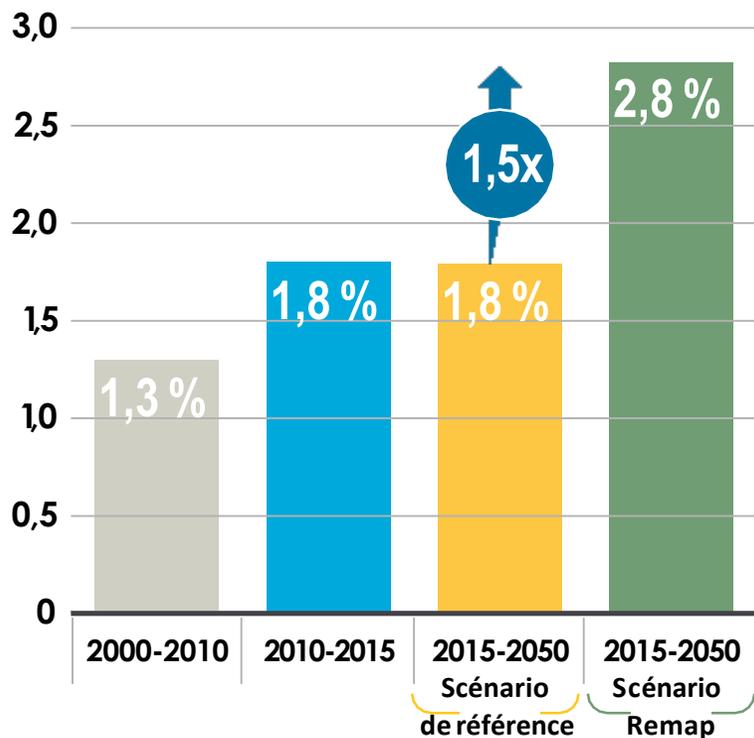
# Industrie, transport et bâtiment

- L'efficacité énergétique est vitale dans le secteur du bâtiment.
- Toutefois, la lenteur dans l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur, notamment en raison d'un faible taux de rénovation de bâtiment, à savoir **1% par an** sur le bâtiment existant, demeure un problème important.
- Ce rythme de rénovation doit être **multiplié par trois**.
- Dans l'industrie, la demande élevée en énergie de certains secteurs, la teneur élevée en carbone de certains produits et les processus générant des émissions élevées nécessitent de trouver de nouvelles solutions et de repenser tout le cycle de vie.

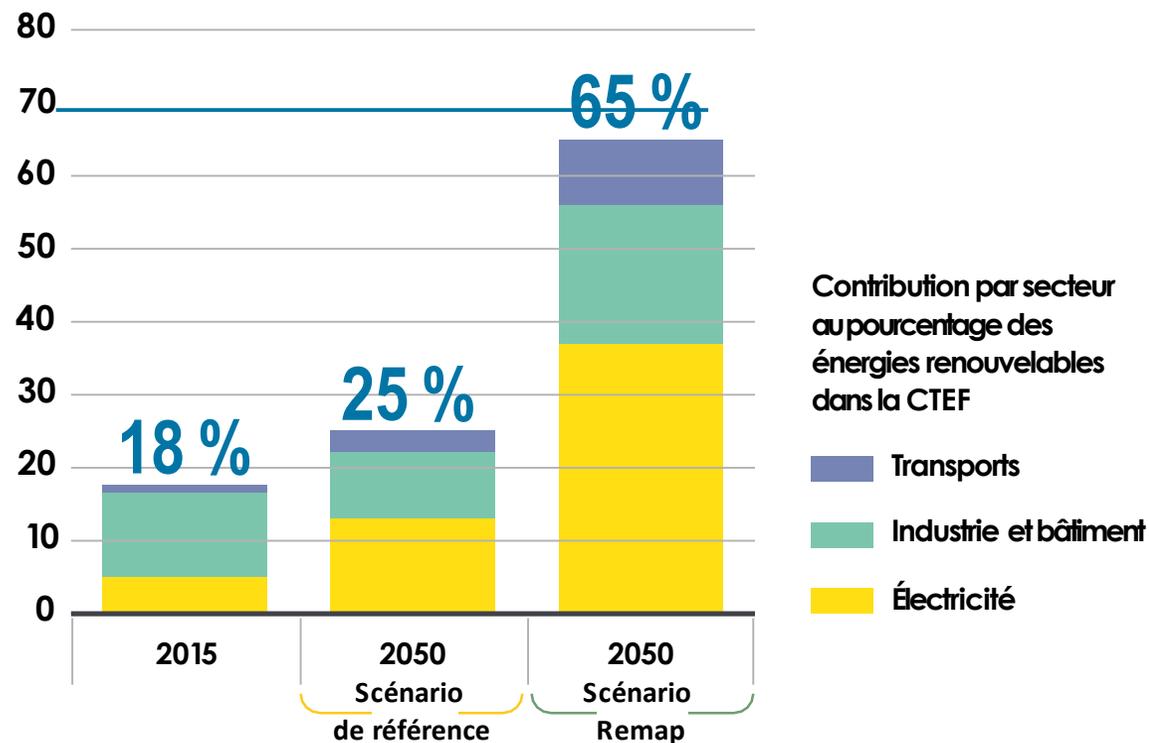
**Figure 2.** Des progrès importants doivent être réalisés en matière d'intensité énergétique et la part des énergies renouvelables doit augmenter pour atteindre deux-tiers

*Taux d'amélioration de l'intensité énergétique (%/an) et part des énergies renouvelables dans la CTEF (%), scénario de référence et scénario REmap, 2015-2050*

Amélioration de l'intensité énergétique (%/an)



Part des énergies renouvelables dans la CTEF (%)



# Avantages de la transformation énergétique

- La transformation énergétique mondiale est logique du point de vue économique.
- Les frais supplémentaires résultant de la transition énergétique globale à long terme s'élèveraient à **1,7 billions** de dollars (des États-Unis) **par an** en 2050.
- Néanmoins, les économies réalisées grâce à la réduction de la pollution de l'air, à l'amélioration de la santé et à la baisse des dommages causés à l'environnement compenseraient **plus que largement ces coûts**: **6 billions** de dollars en moyenne **par an** jusqu'à 2050.

# Avantages de la transformation énergétique

- De plus, la transition énergétique rendrait les effets socioéconomiques du système énergétique au niveau mondial bien plus positifs qu'une situation de statu quo, en permettant **l'amélioration du bien-être, l'augmentation du PIB et la croissance de l'emploi.**
- À l'échelle de l'économie mondiale, le PIB augmente d'ici à 2050 à la fois dans le scénario de référence et dans celui de la transition.
- La transition énergétique stimule non seulement l'activité économique mais aussi la croissance telle qu'elle est souhaitée dans une approche de statu quo.
- Les gains cumulés résultant de la hausse du PIB entre 2018 et 2050 s'élèveraient à **52 billions** de dollars.

# Avantages de la transformation énergétique

- D'autres investissements importants dans les technologies à faible intensité de carbone seront nécessaires au vu des politiques actuelles et prévues. Il faudra, entre 2015 et 2050, augmenter les investissements cumulés dans le système énergétique d'environ 30 % et passer de **93 billions de dollars** dans les politiques actuelles et prévues à **120 billions de dollars** pour permettre la transition énergétique.
- Les investissements réalisés dans les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique compenseraient le volume total des investissements dans l'énergie. Ce montant comprend également les **18 billions de dollars** qui devraient être investis pour améliorer les réseaux d'électricité et la flexibilité énergétique, soit le double du montant des politiques actuelles et prévues.

# Avantages de la transformation énergétique

- Au total, sur toute cette période, l'économie mondiale devrait investir environ **2 % du PIB mondial moyen par an** dans des solutions de décarbonisation, y compris dans les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique et d'autres technologies opérationnelles.
- Il est essentiel de comprendre l'empreinte socioéconomique de la transition énergétique pour optimiser les résultats.
- Le scénario REmap améliore grandement l'empreinte socioéconomique du système énergétique (par rapport au scénario de référence). D'ici à 2050, il permettra une amélioration de **15% du bien-être**, une hausse de **1% du PIB** et une croissance de **0,1 % des emplois**.

# Avantages de la transformation énergétique

- Les avantages socioéconomiques de la transition (bien-être) vont bien au-delà de la hausse du PIB : ils comprennent des avantages spécifiques pour l'environnement et la société.
- Au niveau régional, les conséquences de la transition énergétique varient selon l'ambition régionale et les structures socioéconomiques régionales. Il y aura certes des variations dans le PIB et l'emploi mais le bien-être s'améliorera de façon importante dans toutes les régions du monde.

# Création d'emplois

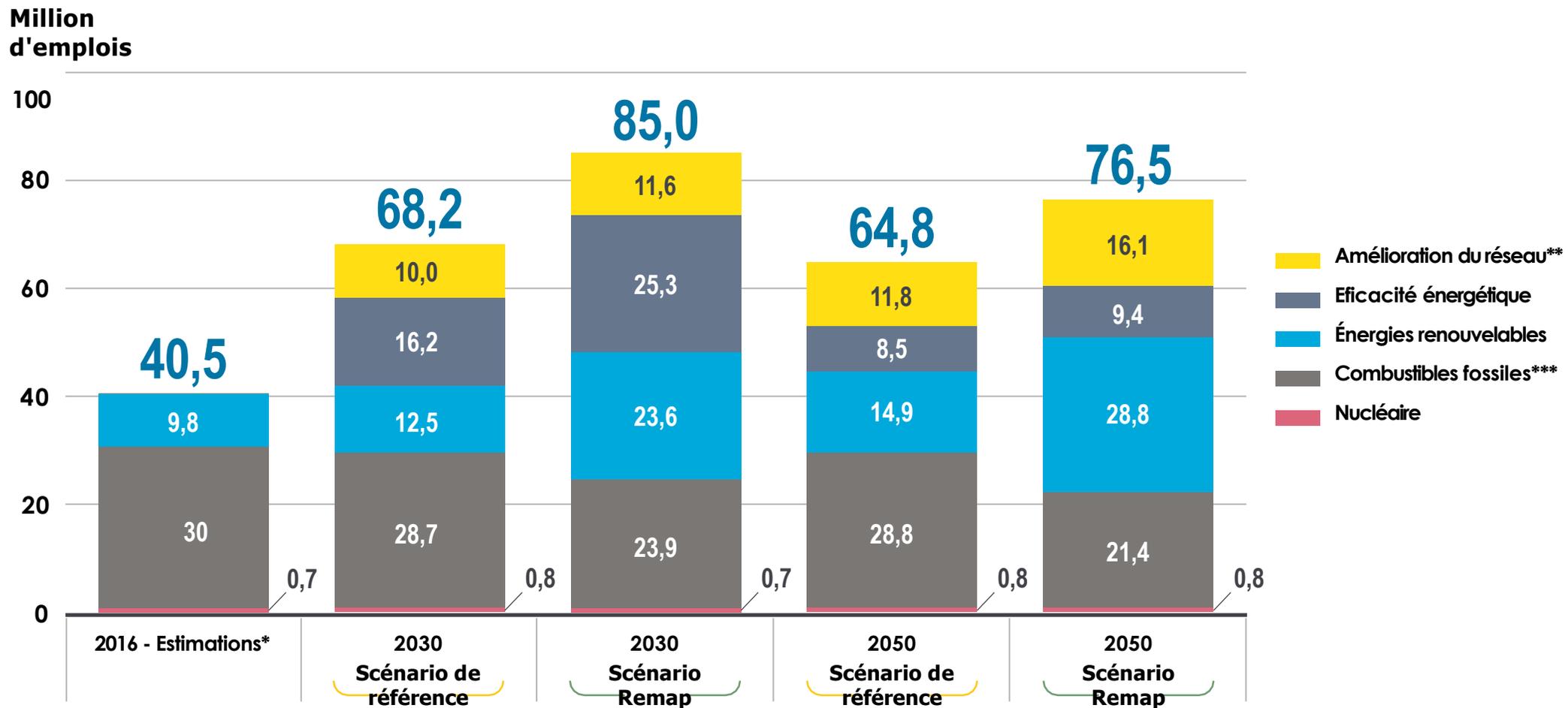
- Le recours à des politiques holistiques orientées vers la transition peut considérablement dynamiser la création d'emplois dans le secteur de l'énergie.
  - Au total, la transition vers les énergies renouvelables pourrait créer plus d'emplois dans le secteur de l'énergie qu'il n'en supprimerait dans l'industrie des combustibles fossiles.
  - Le scénario REmap impliquerait la **destruction de 7,4 millions d'emplois** dans les combustibles fossiles d'ici à 2050, **mais 19,0 millions de nouveaux emplois** seraient créés dans les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, l'amélioration du réseau et la flexibilité énergétique, soit un gain net de 11,6 millions d'emplois.

# Création d'emplois

- Le recours à des politiques holistiques orientées vers la transition peut considérablement dynamiser la création d'emplois dans le secteur de l'énergie.
  - Pour répondre aux besoins en ressources humaines dans les secteurs en pleine expansion que sont les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, des **politiques de formation et d'éducation devraient être mises en place** pour développer les compétences nécessaires dans ces secteurs et maximiser la création de valeur ajoutée au niveau local.
  - Une transition qui produit des résultats socioéconomiques justes et équilibrés permettra de contourner les résistances qui viseraient à la faire échouer ou à l'arrêter. La transformation du système socioéconomique est l'un des principaux avantages potentiels.

**Figure 4.** La transition permettrait la création de plus de 11 millions d'emplois supplémentaires dans le secteur de l'énergie d'ici à 2050.

*Nombre d'emplois dans le secteur mondial de l'énergie en 2016, 2030 et 2050 (en million d'emplois)*



# Avantages de la transformation énergétique

- Toutes les régions du monde peuvent bénéficier des avantages de la transformation énergétique mais la redistribution des bénéfices varie selon le contexte socioéconomique.
- Les bénéfices socioéconomiques ne sont pas redistribués de façon égale entre les pays et les zones géographiques. Ceci est lié au fait que les conséquences ne sont pas les mêmes selon la dépendance du pays ou de la région aux combustibles fossiles, leur ambition en ce qui concerne la transition énergétique, et leurs caractéristiques socioéconomiques.
- En termes de bien-être, on constate que c'est au Mexique, suivi de près par le Brésil, l'Inde ainsi que les pays et territoires de l'Océanie, que les améliorations globales sont les plus importantes.

# Avantages de la transformation énergétique

- D'autres régions, comme le reste de l'Est de l'Asie, le Sud de l'Afrique, le Sud de l'Europe et l'Europe occidentale, enregistrent également des gains élevés en termes de bien-être.
- Les bénéfices environnementaux sont similaires dans tous les pays car il s'agit principalement d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre, dont l'envergure est mondiale.
- Les gains nets en termes d'emplois au niveau régional varient dans le temps mais l'impact est positif dans presque toutes les zones géographiques et tous les pays.