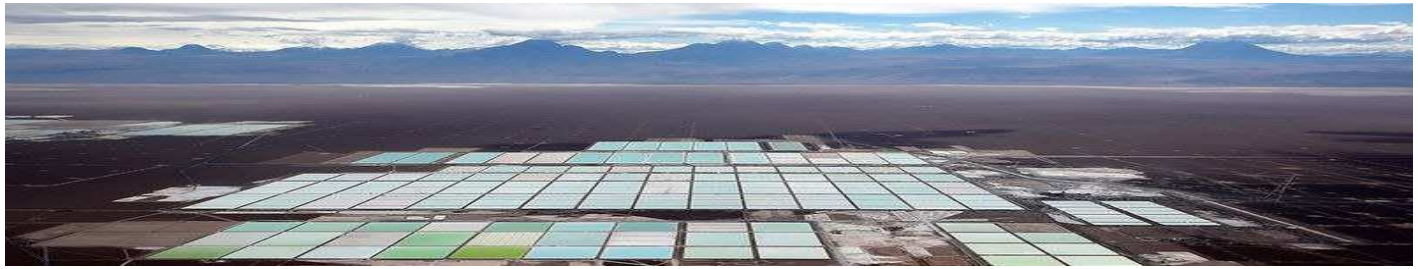


JOURNÉE TECHNIQUE

Batteries : comment les recycler ou leur donner une seconde vie ?

Mardi 21 mai 2019

Paris, espace du Centenaire

ADEME

RECORD

PROJET FINANCÉ PAR L'ANR - PROJECT FUNDED BY THE ANR

ANR

SCÉNARIO D'ÉLECTRIFICATION DU PARC AUTOMOBILE MONDIAL ET DEMANDE EN MÉTAUX

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Dr. Emmanuel HACHE (et toute l'équipe GENERATE : C. Bonnet, S. Carcanague, G-S. Seck et M. Simoën)

IFP Energies nouvelles

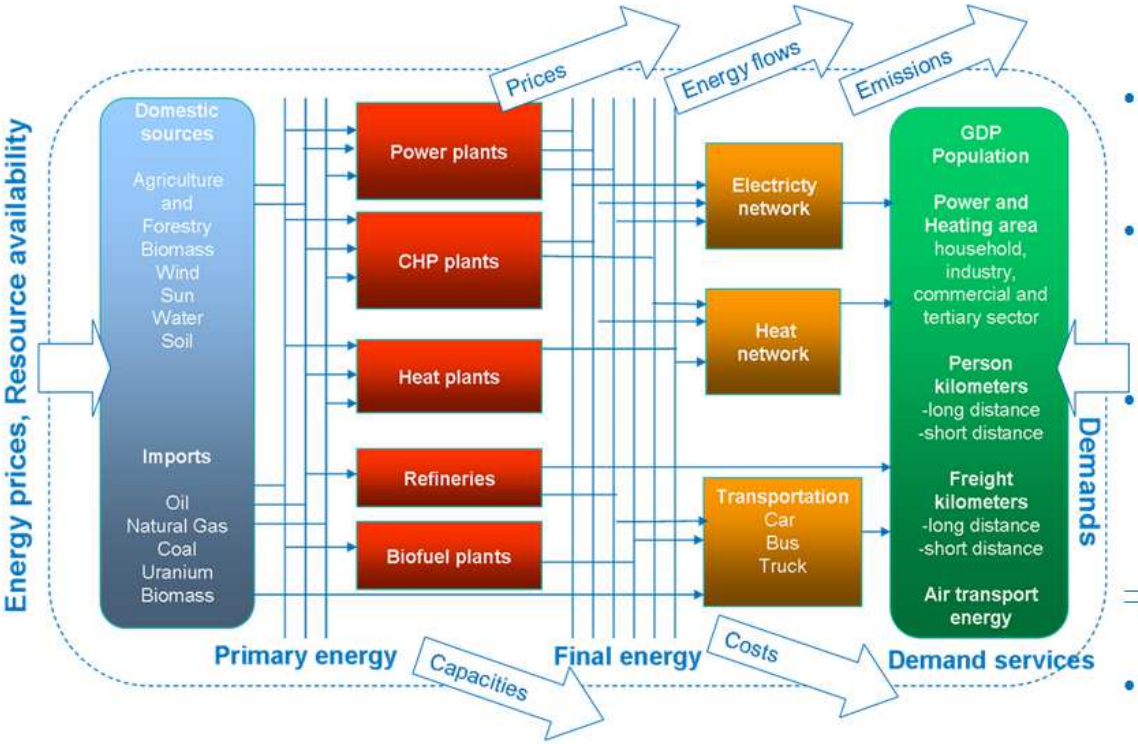
Projet GENERATE (Géopolitique des Energies Renouvelables et Analyse Prospective de la Transition Energétique) AAPG 2017-Projet 2017-2019

PLAN

- ✓ Modélisation à l'horizon 2050 : présentation du modèle et spécifications
- ✓ Modélisation
  - ✓ Le lithium dans le contexte d'électrification mondiale (scénario facteur 4 dans le seul secteur du transport)
  - ✓ Le lithium dans le contexte d'électrification mondiale (scénario 4°C/2°C et mobilité différenciée)
  - ✓ Le cobalt et le nickel (scénario 4°C/2°C et mobilité différenciée)
  - ✓ Le cuivre (scénario 4°C/2°C et mobilité différenciée) et l'importance des politiques publiques
- ✓ Eléments de conclusion

© 2016 IFPEN

LE MODÈLE TIAM-IFPEN



Le modèle TIMES

- **Les questions principales**
  - Changement climatique
  - Sécurité d'approvisionnement
- **Diversité de modèles**
  - Secteurs et géographie
  - Concepts économiques
  - Résolution…
- **Identifier des options de substitutions, des leviers**
  - Anticiper des futurs réalisables
  - Adéquation ressources – filières – services à des objectifs donnés

⇒**Allocation de ressources rares (y.c. environnement)**

- **Quantifier pour expliquer et non pour prédire**

PROJET GENERATE

© 2018 IFPEN

SUBDIVISION GÉOGRAPHIQUE DU MODÈLE

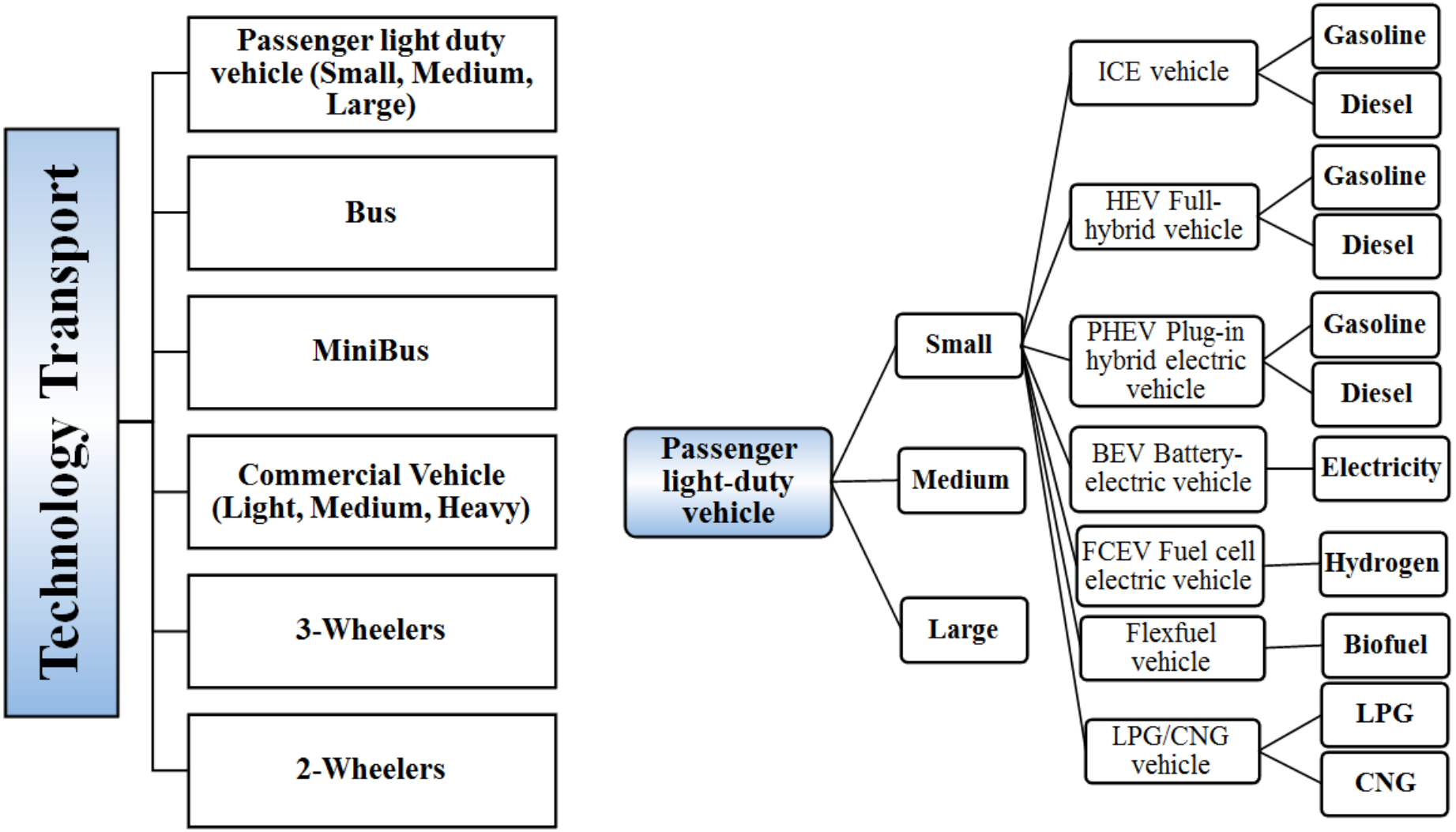
TIAM name	Region
AFR	Africa
AUS	Australia, New Zealand and Oceania
CAN	Canada
CHI	China
CSA	Central and South America
IND	India
JAP	Japan
MEA	Middle-east
MEX	Mexico
ODA	Other Developing Asia
SKO	South Korea
USA	United States of America
EUR	Europe 28+
RUS	Russia
CAC	Central Asia and Caucase (Armenia, Azerbaijan, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan)
OEE	Other East Europe (Albania, Belarus, Bosnia-Herzegovina, Macedonia, Montenegro, Serbia, Ukraine, Moldova)

- ✓ **Le modèle est désagrégé en 16 régions** au sein desquelles chacune a son propre système énergétique avec des demandes propres associées.
- ✓ Chaque région peut échanger des ressources fossiles, de la biomasse, des matériaux ou des permis d'émission avec d'autres régions ou sur un marché centralisé.
- ✓ **Le modèle décrit en détail dans chaque région** toutes les technologies existantes et futures, de l'offre (ressources primaires) aux différentes étapes de conversion et les demandes d'utilisation finales.

PROJET GENERATE

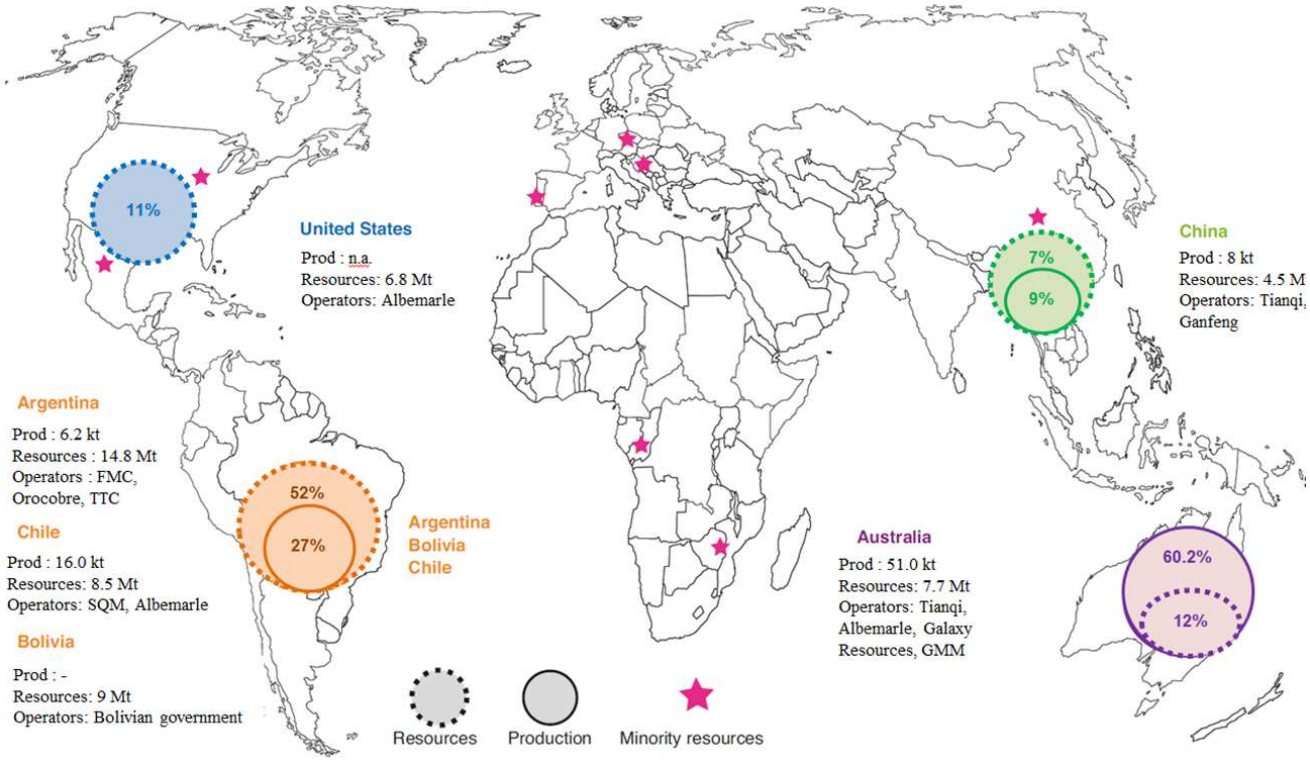
© 2018 IFPEN

LE MODELE TIAM-IFPEN : SECTEUR DU TRANSPORT



POURQUOI S'INTÉRESSER AU LITHIUM ?

Distribution of lithium resources and primary production worldwide, with the main companies operating at current production sites and ongoing projects (Estimated 2018 data)



Source : USGS (2019), producer announcements

	Lithium content
BE passenger vehicle	14.9 kg/item
BE bus	49.7 kg/item
PHE passenger vehicle	9 kg/item
PHE Bus	12.8 kg/item
Electric bicycle	0.3 kg/item
Mobile phone	4.8 g/item
Portable computer	31.7 g/item
Energy storage system	0.59 kt/kWh

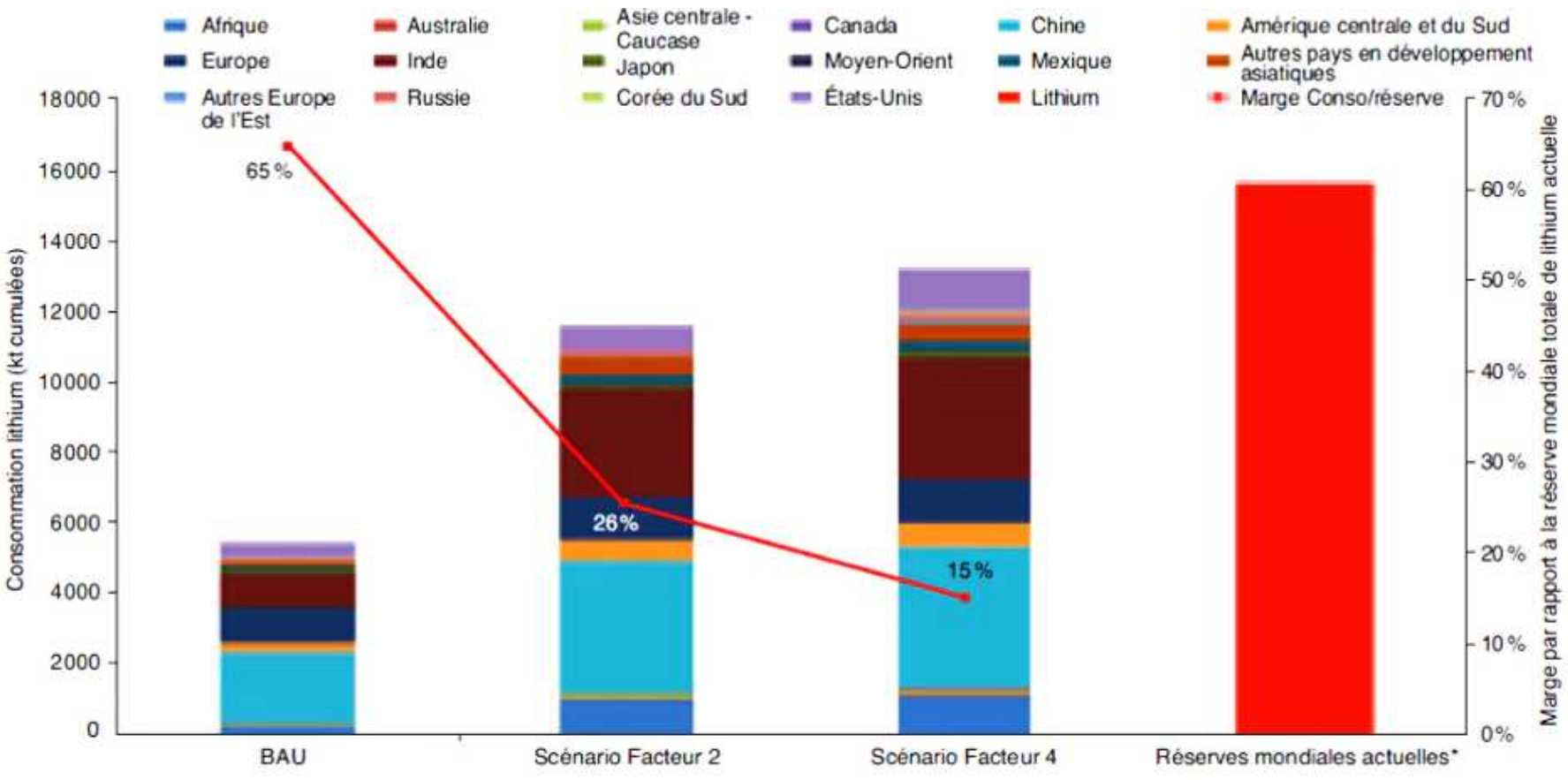
Source : Data from Hao et al., 2017

PROJET GENERATE

© 2018 IFPEN

IMPACT DU PARC MONDIAL DE VÉHICULE SUR LA CONSOMMATION DE LITHIUM (SCÉNARIO FACTEUR 4 SUR LE SEUL SECTEUR TRANSPORT) –SCÉNARIO ADEME/IFPEN

RESULTS



© 2018 IFPEN

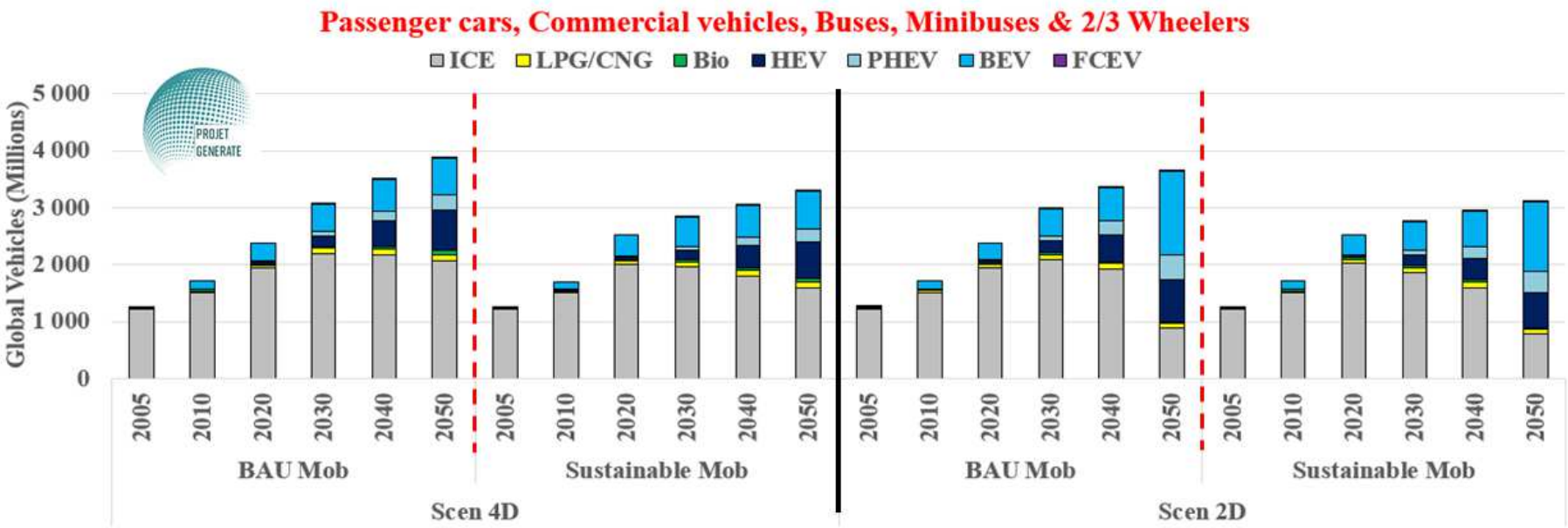
SPÉCIFICATION DES SCÉNARIOS (SCÉNARIO GENERATE)

- ✓ **Nous avons ensuite examiné 4 scénarios où nous avons considéré deux scénarios climatiques avec deux formes de mobilité différentes afin d'évaluer l'impact sur le marché du lithium ainsi que l'électrification des transports :**
  - ✓ **Scénario 4D qui est compatible avec la limitation de l'augmentation prévue de la température moyenne mondiale à 4°C au-dessus des niveaux préindustriels d'ici 2100.**
  - ✓ **Scen 2D qui est un scénario plus ambitieux, qui traduit les objectifs climatiques de limitation du réchauffement climatique à 2°C d'ici 2100.**
- ✓ **Dans chaque scénario climatique, deux formes futures de mobilité ont été supposées et dérivées du modèle de mobilité de l'AIE**
  - ✓ **BAU Mob**
  - ✓ **Sustainable Mob**

PROJET GENERATE

© 2018 IFPEN

EVOLUTION DES STOCKS DE VÉHICULE 2005-2050

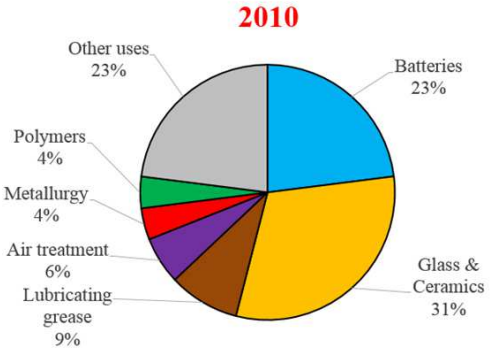


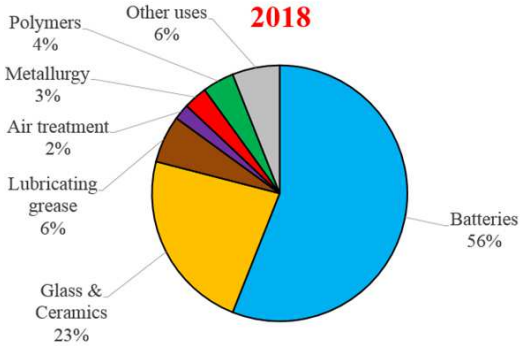
- Le parc mondial de véhicule est dominé par les moteurs thermiques entre 2005 et 2050, excepté dans le scénario 2D à partir de 2040
- Environ 1/3 de la flotte mondiale est constituée de 2/3 roues (principalement en Chine et en Inde)
- Véhicules électriques : plus de 50% de la flotte électrique est constituée des 2/3 roues. Le parc de véhicules électriques est principalement situé dans des pays asiatiques (Chine, Inde et autres pays en développement d'Asie) en raison de la forte présence de véhicules à deux et trois roues

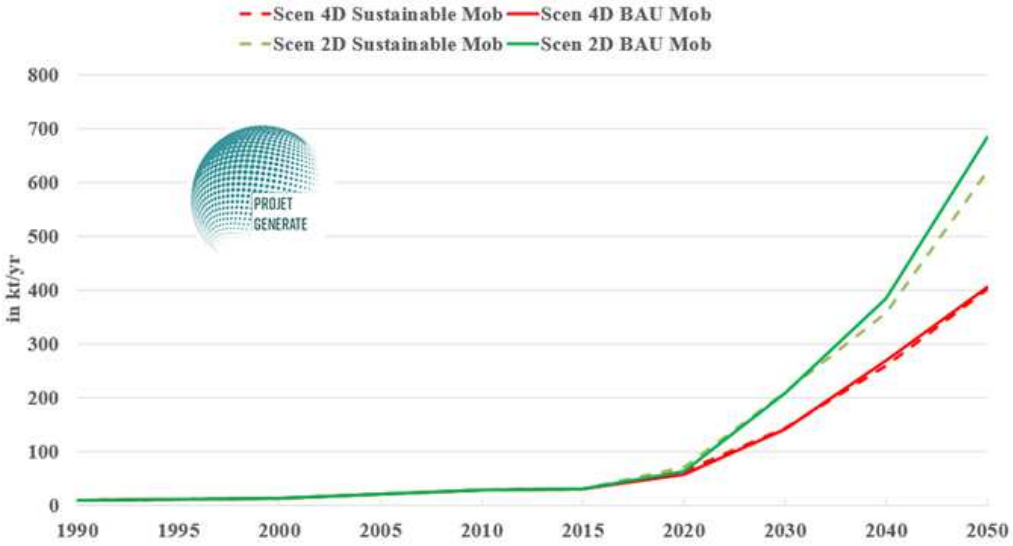
© 2018 IFPEN

IMPACT DU PARC MONDIAL DE VÉHICULE SUR LA CONSOMMATION DE LITHIUM

Evolution of global lithium end-use markets between 2010 and 2018 (Source: USGS)

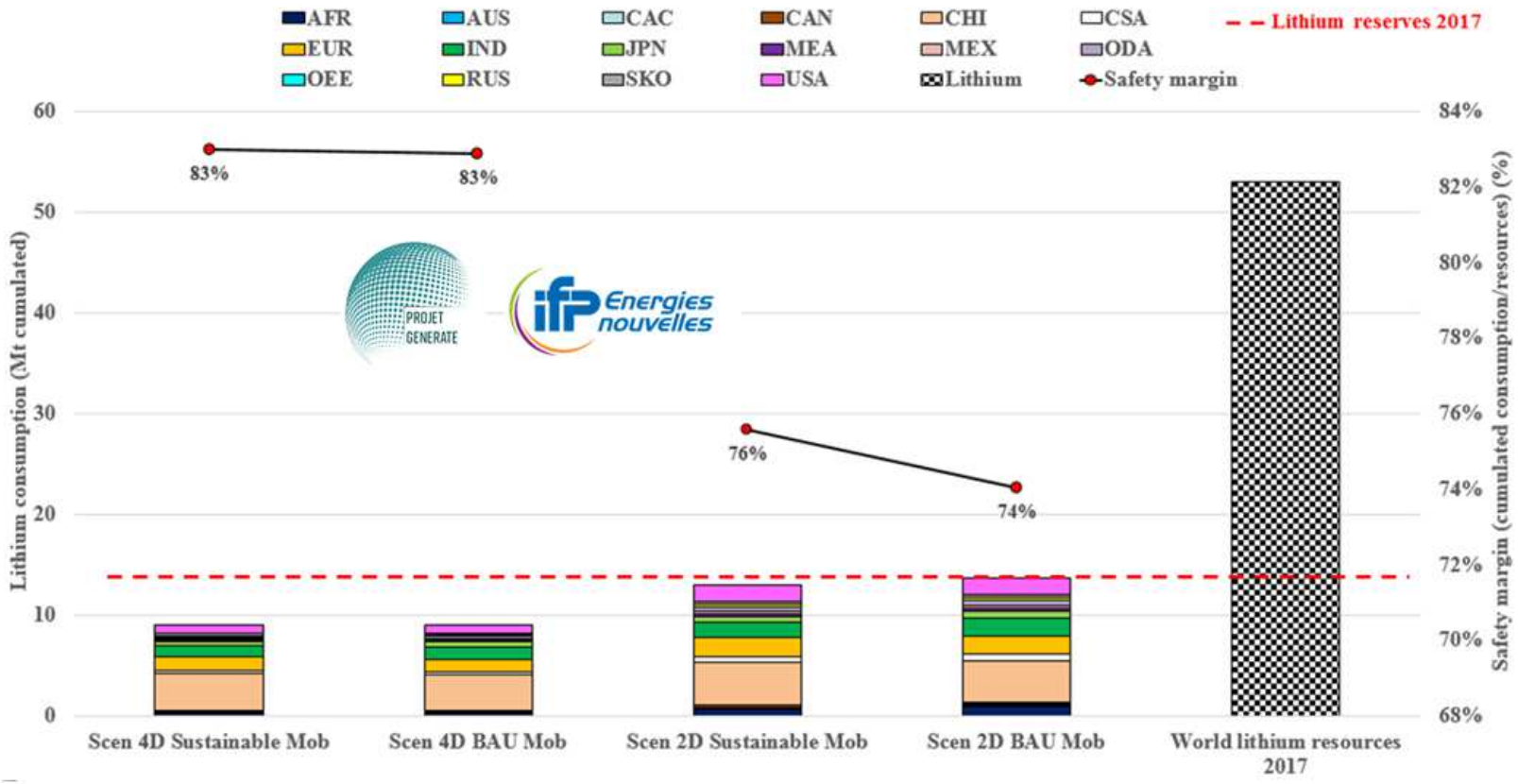






IMPACT DU PARC MONDIAL DE VÉHICULE SUR LA CONSOMMATION DE LITHIUM

RESULTS

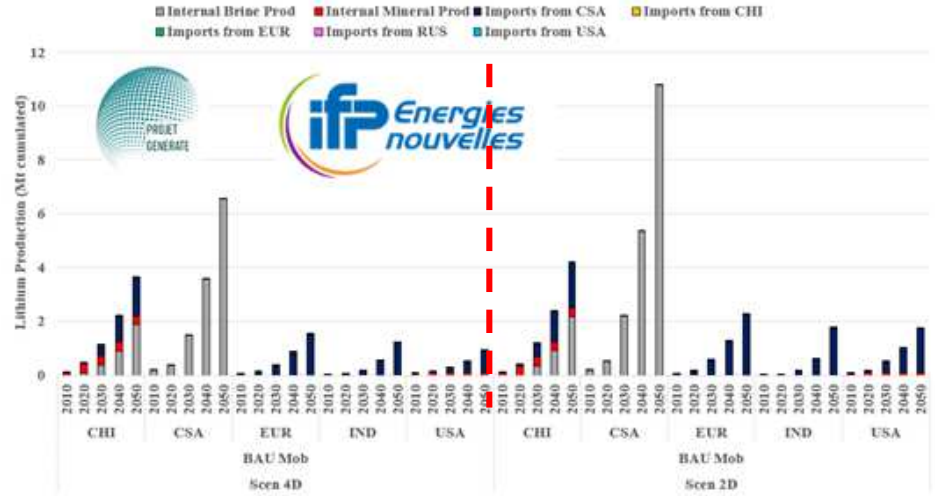


- **Demande cumulée entre 2005 et 2050 : Chine (33%), Europe (15%), Inde (10%) et Etats-Unis (10%)**
- **Marge de 83 % sur les ressources mondiales actuelles (sans compter la Bolivie) dans le scénario 4°C à 74 % dans le scénario 2°C**

IL EXISTE TOUTEFOIS DES VULNÉRABILITÉS SUR LE MARCHÉ DU LITHIUM

- Les stratégies nationales des pays producteurs (Triangle du lithium), des pays consommateurs (Etats-Unis, Europe, etc.), des oubliés (Russie), des possibles émergents et de leur conséquences géopolitiques
- La stratégie chinoise
- Les délais de mise en production et la surestimation des capacités de production (Délais de mise en production longs)
- Les risques environnementaux (besoin en eau, pollution des eaux) et météorologiques (inondations des salars, exploitation de sites naturels, etc.)
- La structure oligopolistique du marché (Big 5)

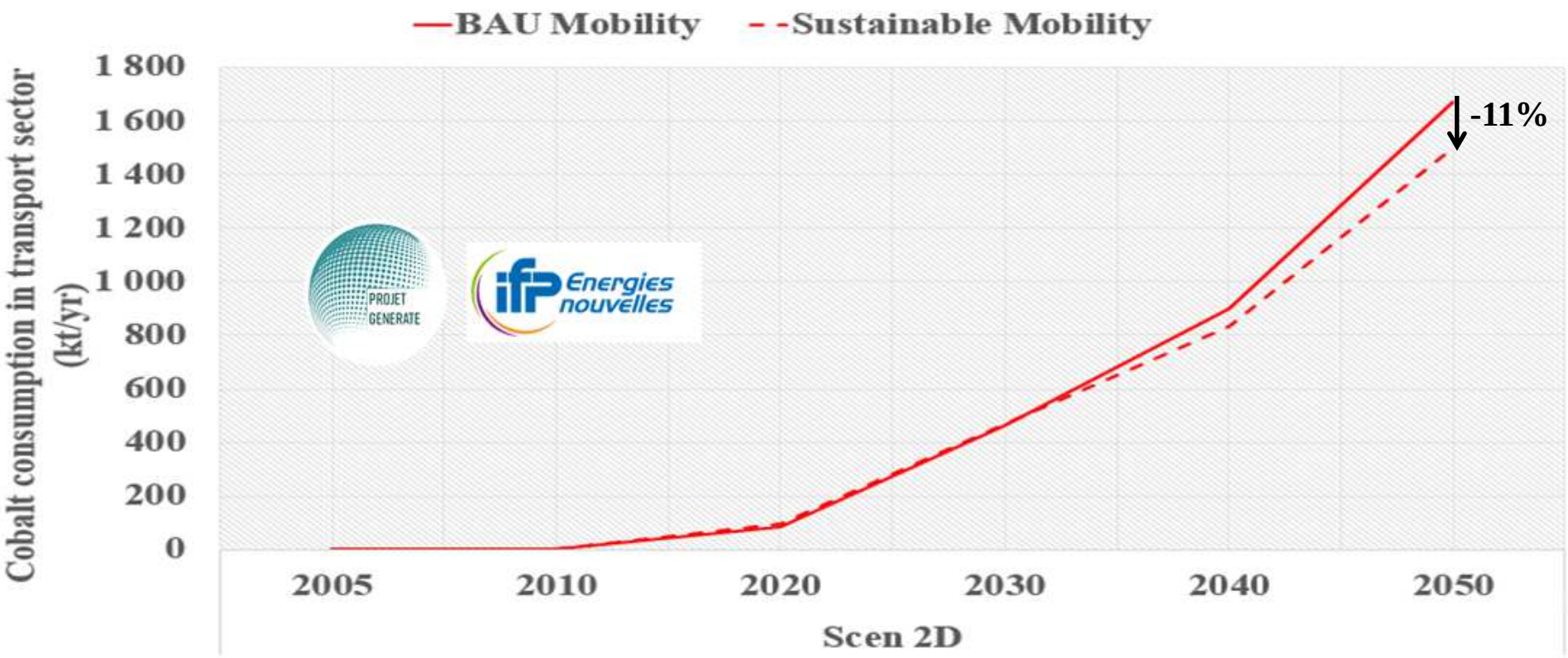
Internal production and imports in five major regions: China (CHI), Central and South America (CSA), India (IND), Europe (EUR) and United States of America (USA)



Profile of regionalized lithium imports from the Central and South America (CSA) region

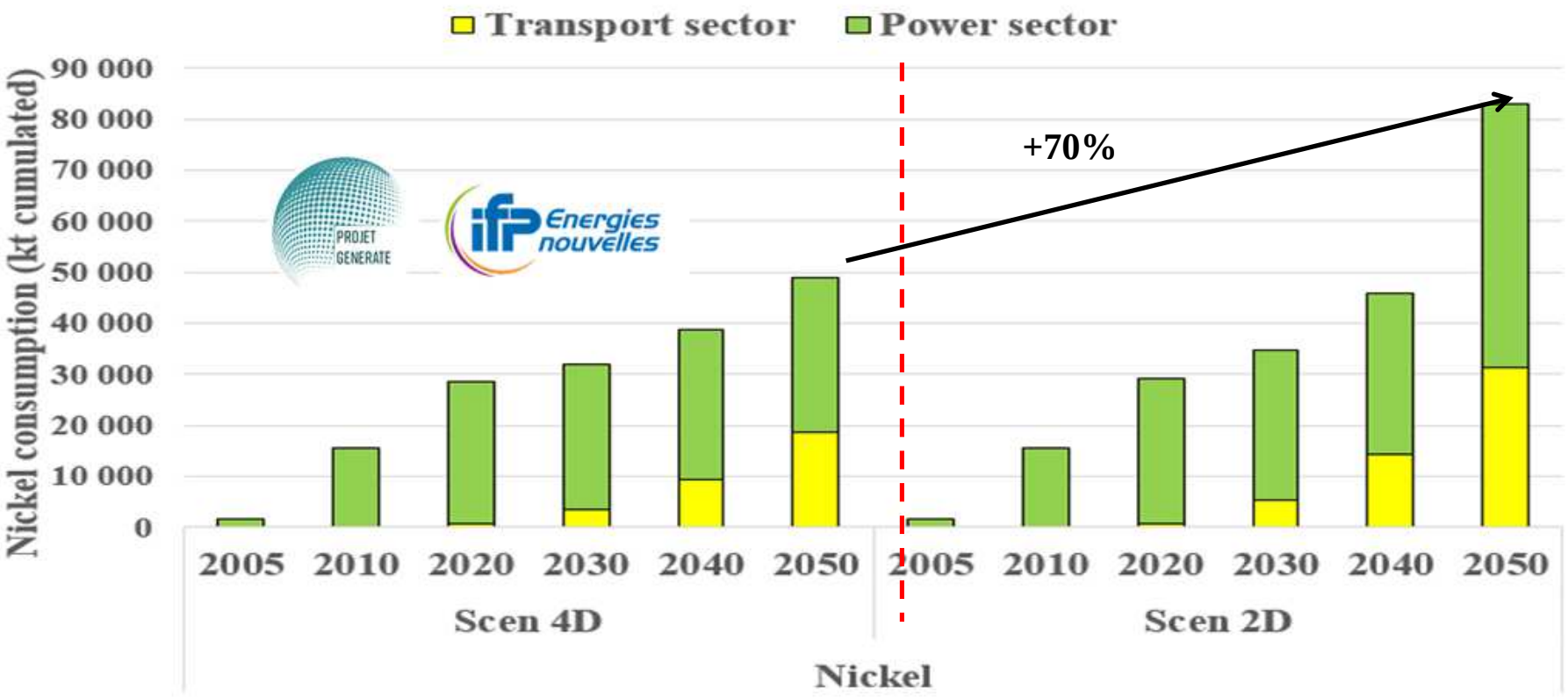
IMPACT DU PARC MONDIAL DE VÉHICULE SUR LA CONSOMMATION DE COBALT

RESULTS



IMPACT DU PARC MONDIAL DE VÉHICULE SUR LA CONSOMMATION DE NICKEL

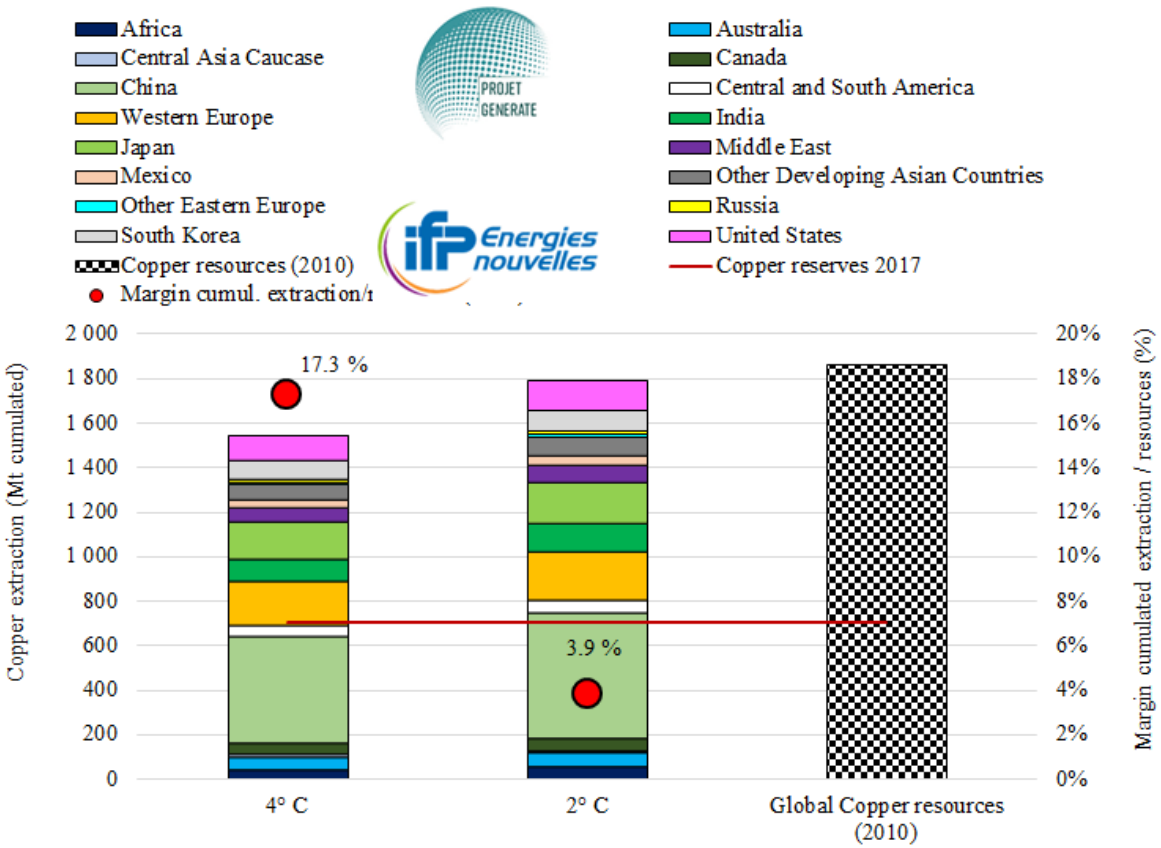
RESULTS



IMPACT DU PARC MONDIAL DE VÉHICULE SUR LA CONSOMMATION DE CUIVRE

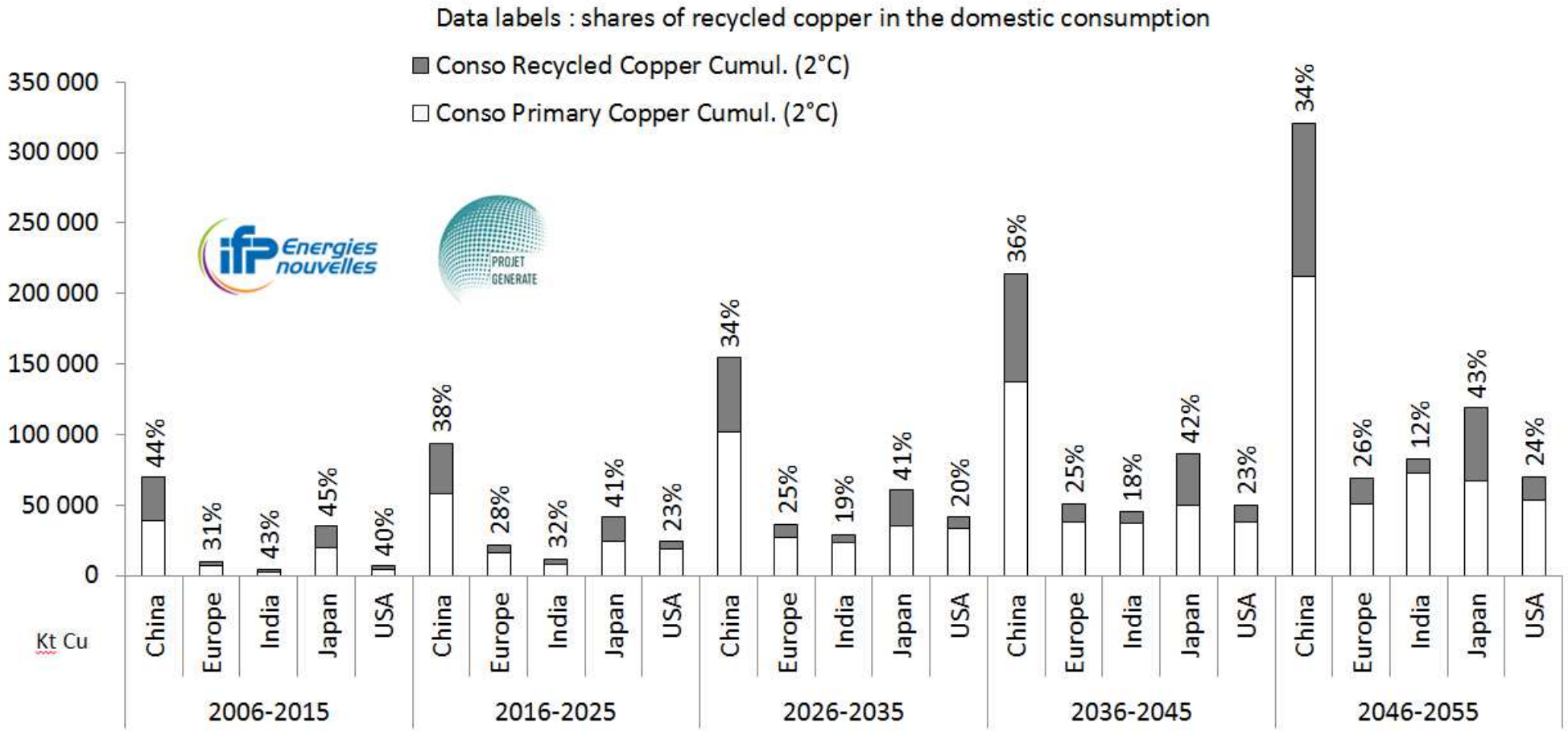
RESULTS

- Les réserves de cuivre doivent être multipliées par 2,7 entre 2010 et 2050 dans un scénario 2°C
- Elles ont été multipliées par 2,25 entre 1996 et 2015)
- Mais :
  - Réalités environnementales (guerre de l'eau)
  - Concurrence des usages
  - Structure du marché et poids des stratégies nationales
- Prise en compte des possibles politiques publiques



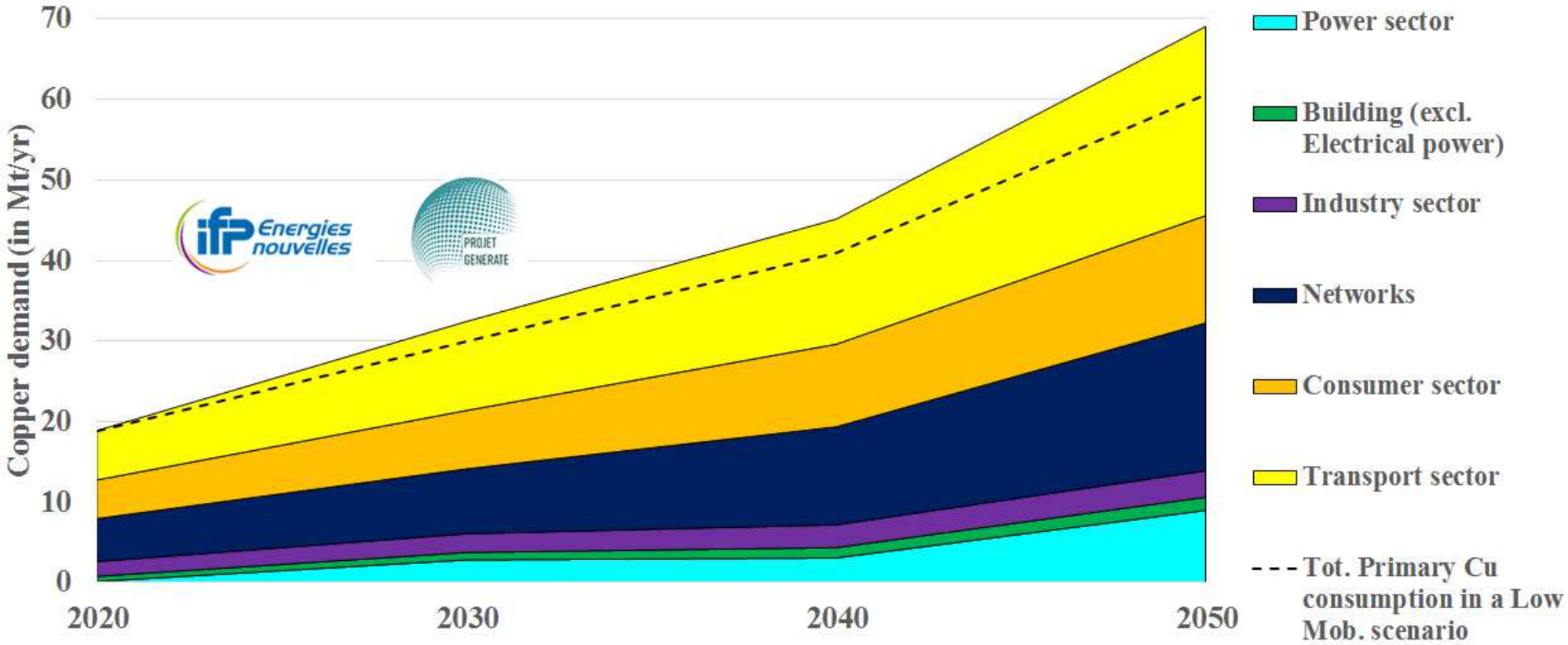
IMPORTANCE DU RECYCLAGE POUR LE CUIVRE

RESULTS



IMPORTANCE DES POLITIQUES DE MOBILITÉ POUR LE CUIVRE

RESULTS



- **Réduire la pression sur le cuivre par des politiques publiques axées sur la mobilité partagée**

ELEMENTS DE CONCLUSION

- ✓ La transition énergétique et l'électrification du parc mondial de véhicule va impacter durablement la demande en métaux, et notamment ceux qui rentrent dans la composition des véhicules électriques et des batteries

- ✓ Les métaux structurels doivent être analysés également car ils sont soumis à des forces sectoriels plus importantes que les matériaux dits technologiques

- ✓ Les politiques publiques sont essentielles dans la dynamique de transition énergétique pour réduire la pression sur les matériaux
  - ✓ Politique de mobilité dite soutenable
  - ✓ Politique renforcée sur le recyclage

© 2016 IFPEN

Innovating for energy

Find us on:

www.ifpenergiesnouvelles.com

@IFPENinnovation