

Geneeskundige Dagen van Antwerpen – 17.09.2021  
“Klimaat, Milieu en Gezondheid”

# Particulate matter: a borderless problem

Benoit NEMERY, MD, PhD

Milieu en Gezondheid

Departement maatschappelijke Gezondheidszorg en Eerstelijnszorg

KU Leuven – Belgium

[ben.nemery@kuleuven.be](mailto:ben.nemery@kuleuven.be)



**KU LEUVEN**

## Pollution and poverty

92% of all pollution-related mortality is seen in low-income and middle-income countries, with the greatest

numbers of deaths from pollution-related disease

occurring in rapidly lower-middle-income severely affected countries more than one in four of income, the health frequent and severely marginalised. Further

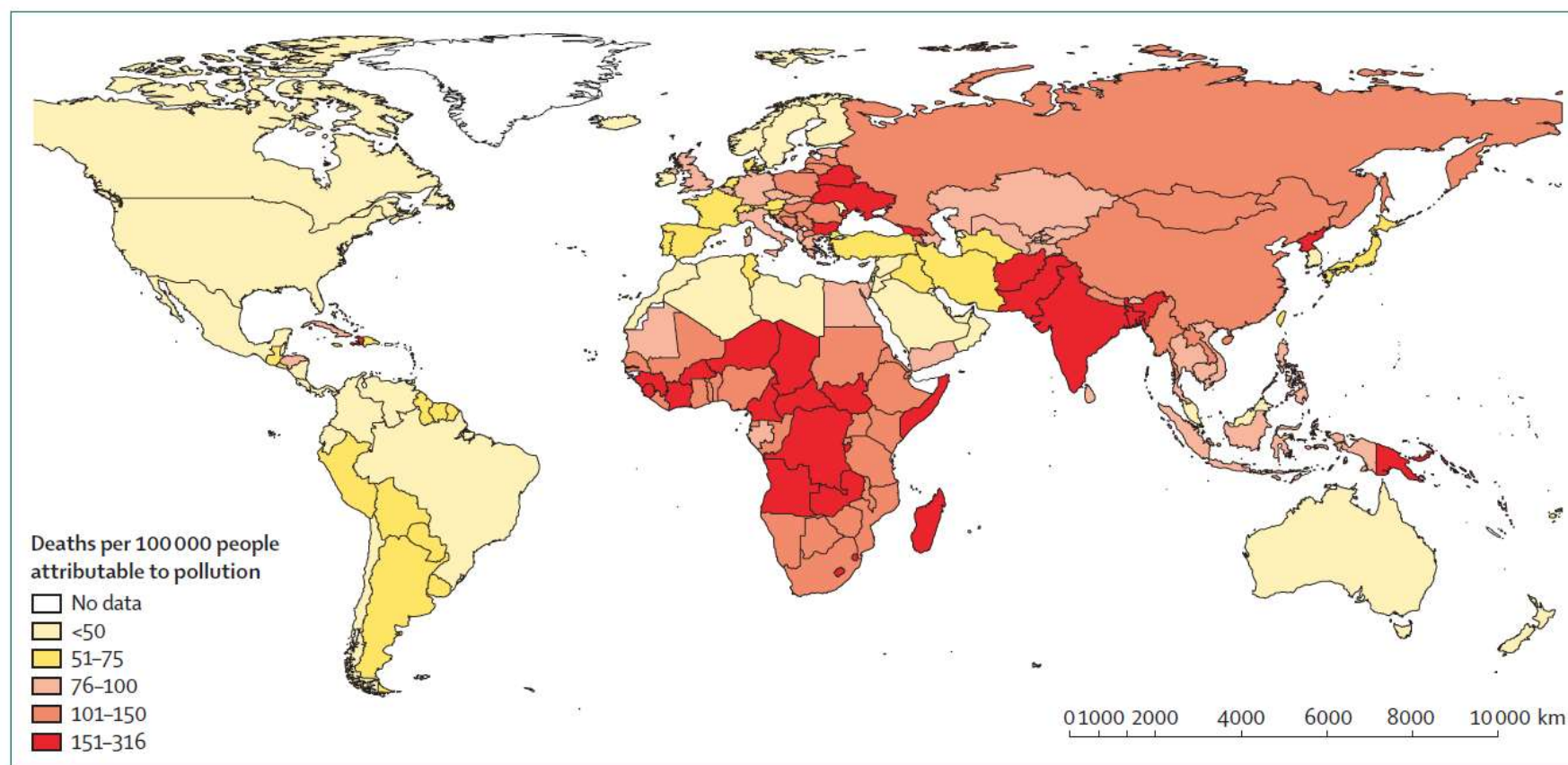
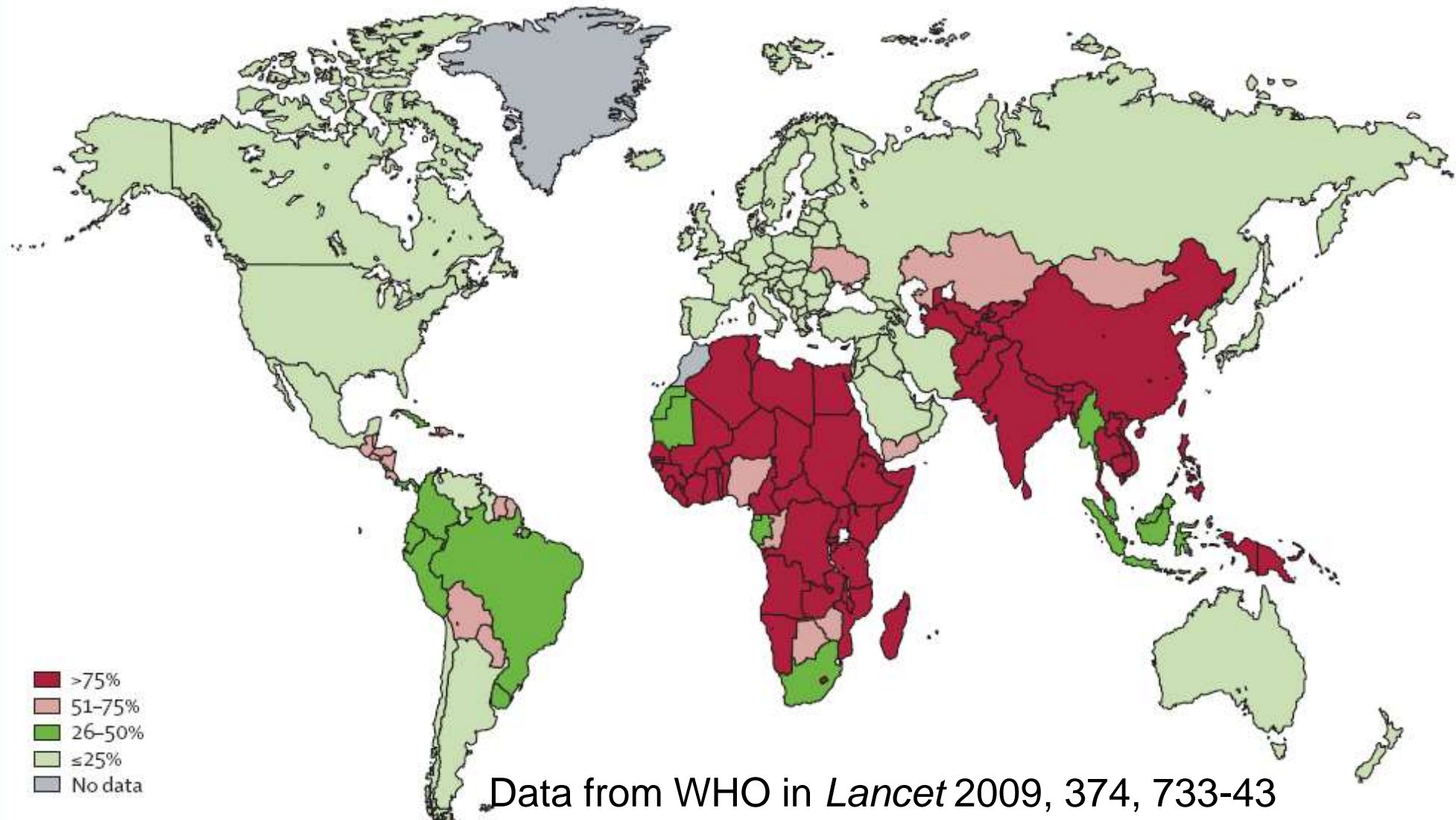


Figure 8: Number of deaths per 100 000 people that are attributable to all forms of pollution, 2015  
GBD Study, 2016.<sup>42</sup>

# Biomass fuel for cooking



Geneeskundige Dagen van Antwerpen – 17.09.2021  
“Klimaat, Milieu en Gezondheid”

# PM pollution and climate change: electric vehicles a borderless solution?

Benoit NEMERY, MD, PhD

Milieu en Gezondheid

Departement maatschappelijke Gezondheidszorg en Eerstelijnszorg

KU Leuven – Belgium

[ben.nemery@kuleuven.be](mailto:ben.nemery@kuleuven.be)



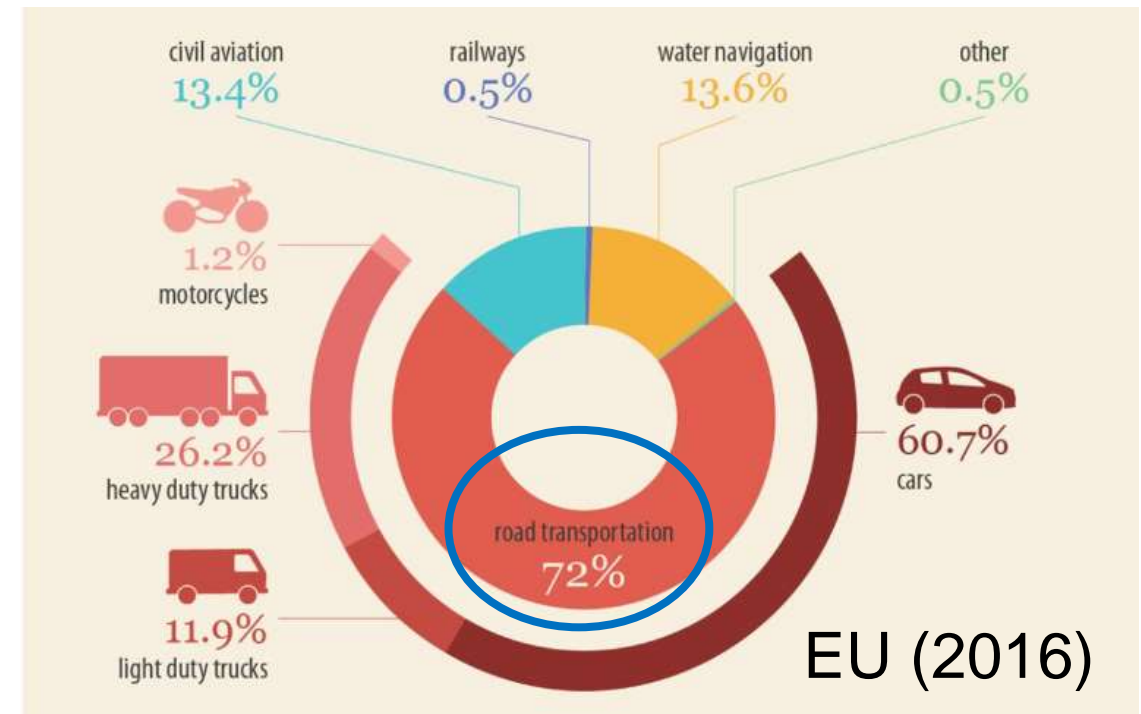
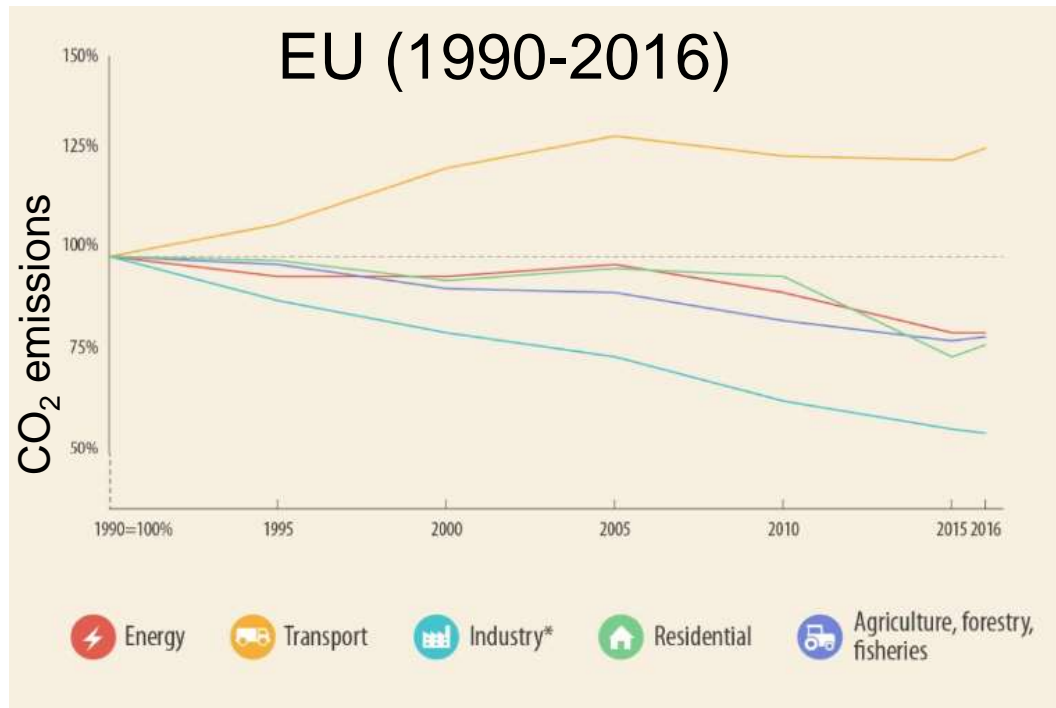
**KU LEUVEN**



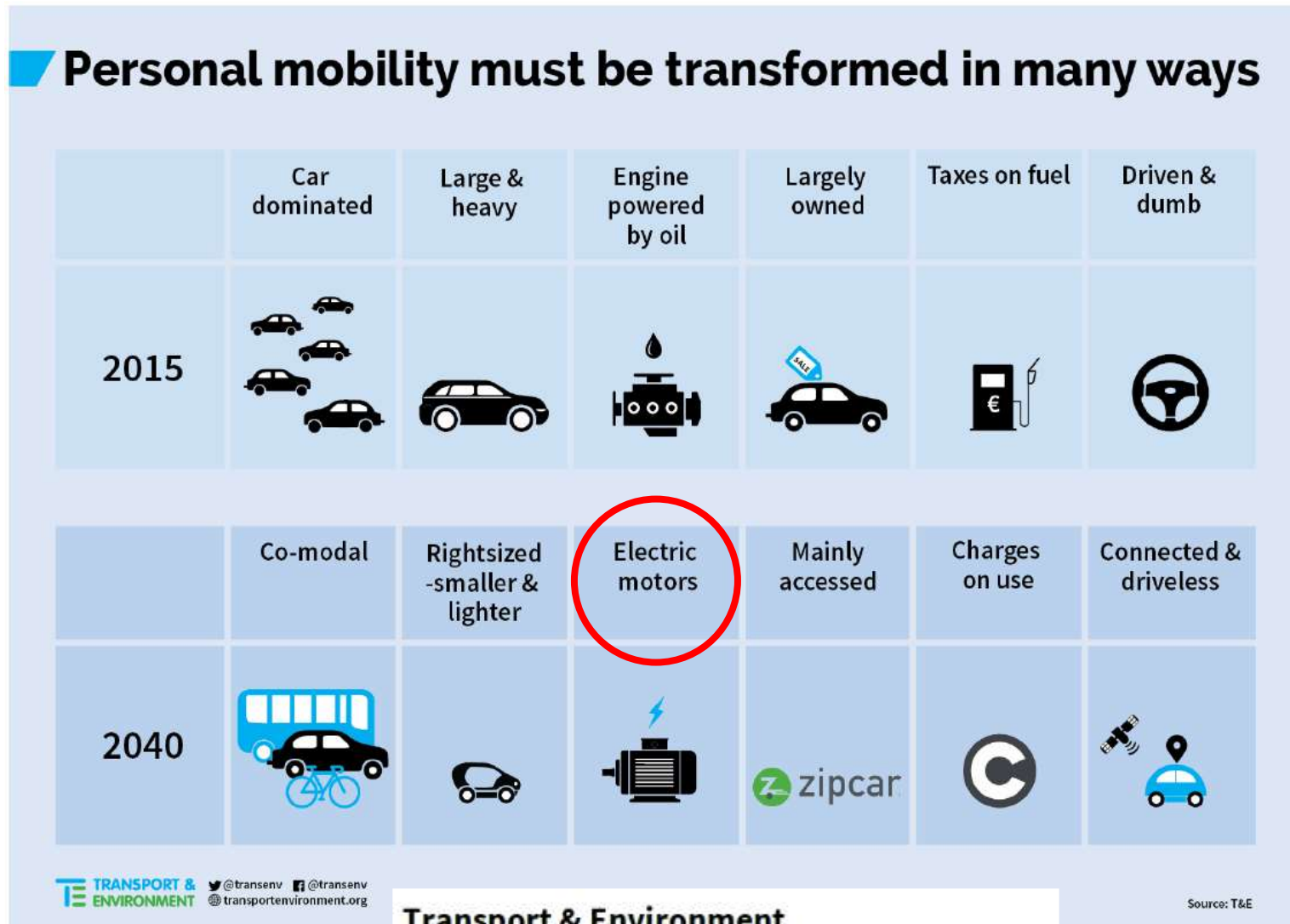
# Climate change and transport

- Climate change (global warming) is caused by progressive accumulation of “greenhouse gases” (CO<sub>2</sub>, ...), emitted mainly from burning fossil fuels by power plants, industry, transport, households and agriculture.

~30%



# Climate change and road transport



# Electric vehicles (EVs)



<https://www.nytimes.com/2021/03/02/climate/electric-vehicles-environment.html>

# Forbes Wheels Technology Of The Decade: Electric Cars



John Voelcker  
Contributor

Updated: Dec 30, 2020

The global auto industry now pretty much accepts that over the next two or three decades, the bulk of the 100 million new vehicles built every year will transition from fossil-fuel engines to electric power.

<https://www.forbes.com/wheels/features/forbes-wheels-technology-of-decade-electric-cars/>

# De Standaard

dinsdag  
20 april 2021  
Vlaams-Brabant  
www.standaard.be



Als de hebzucht te groot wordt  
Rebellie van rijke topclubs  
lokt vooral woede uit

4, 12-13, opinie

De Vooruit is nog niet dood  
Nieuw overleg over naam  
kunstencentrum

8



Ondanks corona opvallend  
minder doden begin dit jaar

6

## Bedrijfswagen blijft aantrekkelijk, als hij maar elektrisch is

**MOBILITEIT** Met een exclusieve fiscale aftrekbaarheid voor elektrische wagens en een fiscale stimulans om overal laadpalen neer te poten, hoopt minister van Financiën Vincent Van Peteghem dat de elektrische bedrijfswagen vanaf 2026 de norm wordt.

'De bedrijfswagen is de hefboom om het wagenpark te vergroenen', zegt minister van Financiën Vincent Van Peteghem (CD&V). In het regeerakkoord luidt de ambitie dat alle nieuwe bedrijfswagens tegen 2026 broeikasgasvrij zijn. Van Peteghem heeft nu in de regering een voorstel gedaan om die ambitie waar te maken. 'Elke werkgever zal nog altijd aan zijn werknemer een benzine- of dieselwagen mogen aanbieden', zegt hij. 'De vrije keuze blijft, maar vervuillende bedrijfswagens zullen niet meer kunnen rekenen op een fiscaal voordeel.'

Als de werkgever na 2026 nog een nieuwe niet-elektrische bedrijfswagen toekent, zal die voor hem niet meer fiscaal aftrekbaar zijn en vervalt ook de huidige kostenafschrijving bij de werknemer voor het woon-werkverkeer. Elektrische wagens blijven voor 100 procent fiscaal aftrekbaar.

**Overgangsregime**  
De minister gaat ervan uit dat de exclusieve aftrekbaarheid voor elektrische wagens zal volstaan om daarvan de enige valabele optie te maken. Aan het voordeel van alle aard – de waarde waartegen het voordeel bij de werknemer wordt

belast – verandert voorlopig niets. Het is wel zo dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot vandaag al een belangrijke factor is in het bepalen van die waarde. Het principe van de bedrijfswagen als fiscaalvriendelijke looncomponent wordt dus voorlopig niet in vraag gesteld. Het blijft goedkoper voor een werkgever om een elektrische bedrijfswagen toe te kennen dan een loonsverhoging in cash te geven. 'Dat is een ander debat dat zal worden gevoerd bij de grote fiscale hervorming', zegt Van Peteghem. 'De voornaamste bekommernis is dat het wagenpark vergroent. Om te maken dat de sector zich kan voorbereiden op die omslag, moet die beslissing nu genomen worden.'

Een leasingcontract loopt meestal toch vier tot vijf jaar. 'Ik hecht erg veel belang aan voorspelbaarheid en rechtszekerheid. Er wordt niet ingebroken in bestaande contracten. Bovendien wordt in een overgangsregime voorzien. Zo zal de nieuwe regeling al geleidelijk beginnen lopen voor bedrijfswagens aangeschaft vanaf 2023. De fiscale aftrekbaarheid voor die auto's zal jaar na jaar afgebouwd worden, om vanaf 2028 terug te vallen op nul.

Ook lichte vrachtwagens

en motorfietsen zullen vanaf 2026 elektrisch moeten zijn, om nog volledig aftrekbaar te zijn. In het andere geval zijn ze nog maar voor 50 procent aftrekbaar. We moeten vermijden dat werkgevers deze regel omzeilen door de bedrijfswagen te vervangen door bijvoorbeeld een bedrijfsmotorfiets.'

'De vrije keuze blijft, maar vervuillende wagens zullen niet meer kunnen rekenen op een fiscaal voordeel'

Vincent Van Peteghem  
Minister van Financiën



**Laadpalen nu**  
Het succes van de elektrische wagen hangt af van voldoende laadinfrastructuur. Daarom stelt Van Peteghem voor om wie thuis een laadpaal installeert, een belastingvermindering van 45 procent toe te kennen op de investering. Om de installatie snel en goed te laten lopen, zal de vermindering jaar na jaar afgebouwd worden. De voorwaarde is wel dat de palen gevoed worden met groene energie – van bijvoorbeeld zonnepanelen of een groen contract – en voorzien zijn van slimme software, zodat het laden op het beste moment gebeurt. Bedrijven zullen hun investering in laadinfrastructuur meer dan 100 procent van de kostprijs fiscaal mogen aftrekken en bovendien versneld mogen afschrijven. Ook voor hen wordt het fiscale voordeel jaar na jaar wat afgebouwd, want die palen zijn nu nodig. De paal moeten wel op een semi-publieke ruimte worden geplaatst. 'Denk maar aan de bedrijfsparking, waar de buurt na de kantooruren tegen betaling de auto kan opladen.'

Aan het principe van de bedrijfswagen wordt voorlopig niet geraakt, maar

Van Peteghem hoopt met een vereenvoudiging van het weinig succesrijke alternatief – het mobiliteitsbudget – toch wat bedrijfswagens van de weg te halen. Het plan is om de toegang voor zowel werkgevers als werknemers tot het mobiliteitsbudget te vergemakkelijken. Nu geldt bijvoorbeeld nog altijd de voorwaarde dat de werkgever al minstens drie jaar ononderbroken bedrijfswagens moet aanbieden. De werknemer moet dan weer al een bedrijfswagen hebben of er uit zijn functie aanspraak op maken. Ook is het de bedoeling om met het mobiliteitsbudget meer mogelijk te maken, de abonnements van inwonende gezinnen van de werknemers financieren bijvoorbeeld.

Van Peteghem zal op eieren moeten lopen. Bedrijfswagens liggen altijd erg gevoelig. De groenen zien ze het liefst volledig afgeschaft. Een fiscale aftrek voor wie een laadpaal installeert – voor wie zich dus een elektrische wagen kan permitteren – is dan weer geen evidente maatregel voor socialisten.

Christof Vanschoubroek,  
Jan-Frederik Abbeloos

► Blz. 18 berichtgeving.



# Electric vehicles (EVs)

No tail-pipe emission of CO<sub>2</sub>

+ reduced emission of NO<sub>2</sub> and fine particles → ↑ air quality (“co-benefit”)

But:

- Electricity generation (fossil fuel / renewable sources)
- Life cycle emissions (vehicle production + use + disposal)

➤ *“taking into account the average energy mix in Europe, electric cars are already proving to be cleaner than vehicles running on petrol. As the share of electricity from renewable sources is set to increase in the future, electric cars will become even less harmful for the environment”*



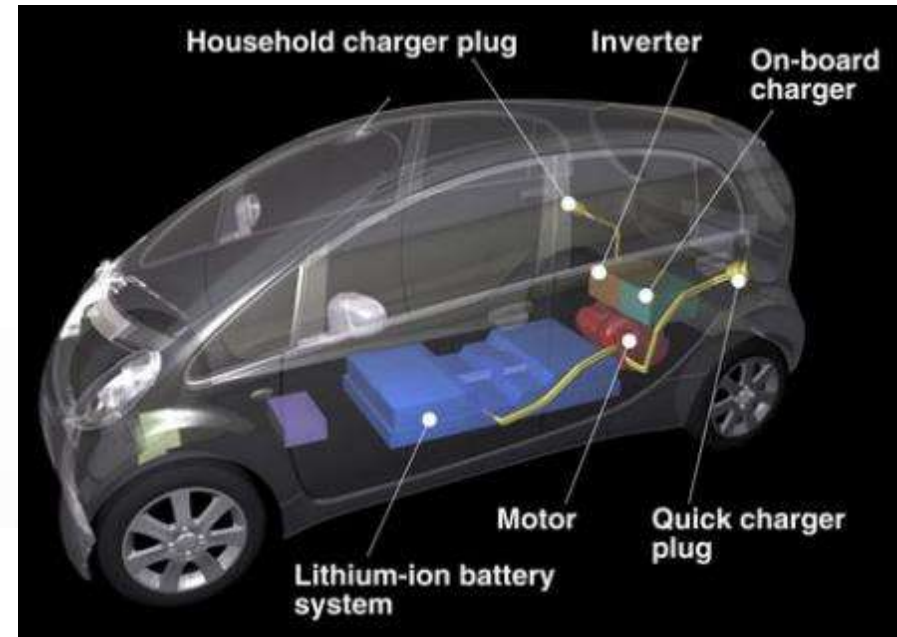
# Net emission reductions from electric cars and heat pumps in 59 world regions over time

Florian Knobloch <sup>1,2</sup> , Steef V. Hanssen <sup>1</sup>, Aileen Lam<sup>2,3</sup>, Hector Pollitt <sup>2,4</sup>, Pablo Salas <sup>2,5</sup>,  
Unnada Chewpreecha<sup>4</sup>, Mark A. J. Huijbregts <sup>1</sup> and Jean-Francois Mercure <sup>1,2,4,6</sup>

The electrification of passenger road transport and household heating features prominently in current and planned policy frameworks to achieve greenhouse gas emissions reduction targets. However, since electricity generation involves using fossil fuels, it is not established where and when the replacement of fossil-fuel-based technologies by electric cars and heat pumps can effectively reduce overall emissions. Could electrification policies backfire by promoting their diffusion before electricity is decarbonized? Here we analyse current and future emissions trade-offs in 59 world regions with heterogeneous households, by combining forward-looking integrated assessment model simulations with bottom-up life-cycle assessments. We show that already under current carbon intensities of electricity generation, electric cars and heat pumps are less emission intensive than fossil-fuel-based alternatives in 53 world regions, representing 95% of the global transport and heating demand. Even if future end-use electrification is not matched by rapid power-sector decarbonization, it will probably reduce emissions in almost all world regions.

We show that already under current carbon intensities of electricity generation, electric cars and heat pumps are less emission intensive than fossil-fuel-based alternatives in 53 world regions, representing 95% of the global transport and heating demand. Even if future end-use electrification is not matched by rapid power-sector decarbonization, it will probably reduce emissions in almost all world regions.

# Rechargeable batteries ?



## The Nobel Prize in Chemistry 2019



© Nobel Media. Photo: A. Mahmoud  
**John B. Goodenough**  
Prize share: 1/3



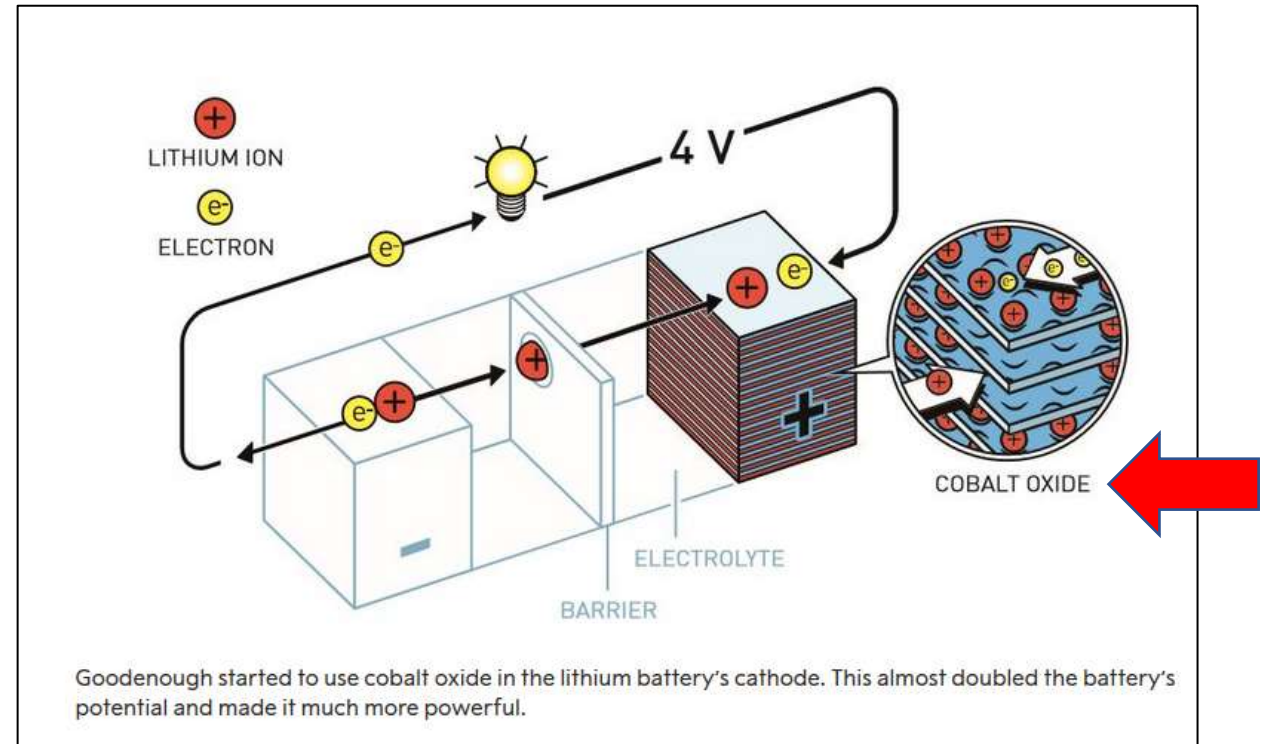
© Nobel Media. Photo: A. Mahmoud  
**M. Stanley Whittingham**  
Prize share: 1/3



© Nobel Media. Photo: A. Mahmoud  
**Akira Yoshino**  
Prize share: 1/3

The Nobel Prize in Chemistry 2019 was awarded jointly to John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham and Akira Yoshino "for the development of lithium-ion batteries."

## Lithium-ion battery



“The battery has enabled the development of cleaner energy technologies and electric vehicles, thus contributing to reduced emissions of greenhouse gases and particulates. Through their work, John Goodenough, Stanley Whittingham and Akira Yoshino have created the right conditions for a wireless and fossil fuel-free society, and so brought **the greatest benefit to humankind.**”

(<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/summary/>)

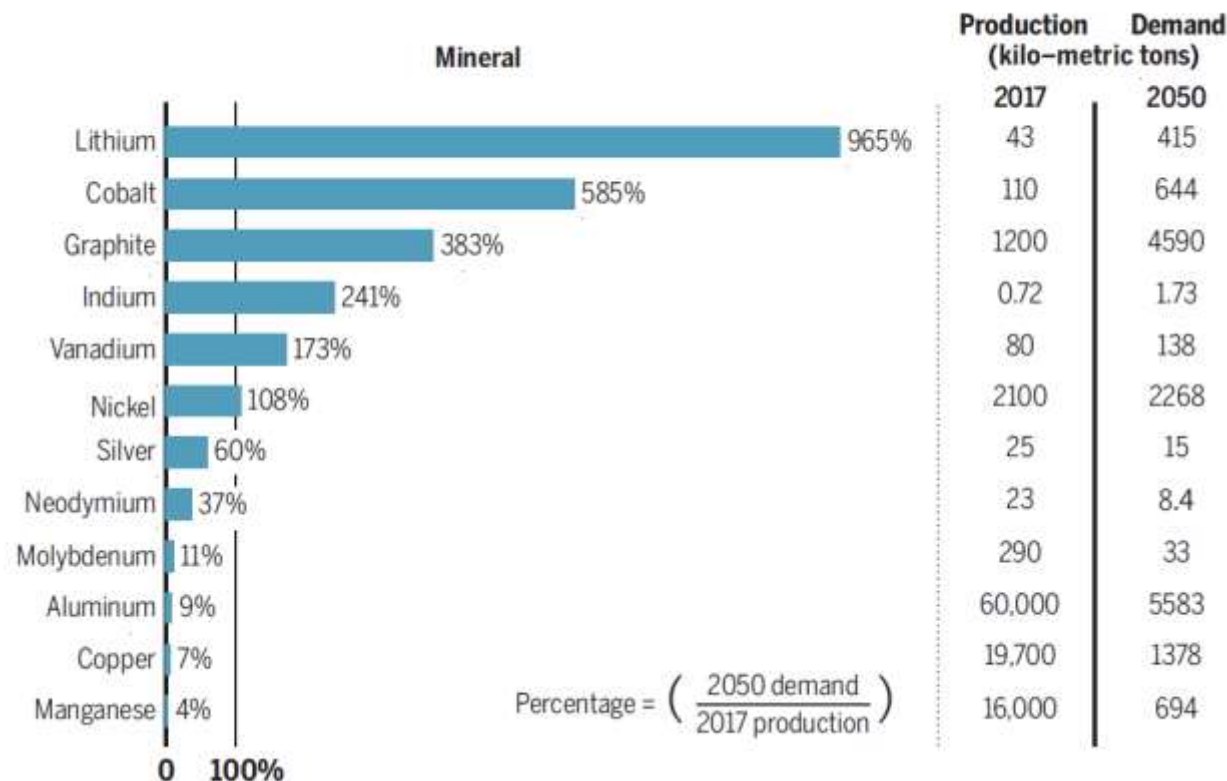


# Sustainable minerals and metals for a low-carbon future

Policy coordination is needed for global supply chains

By Benjamin K. Sovacool<sup>1</sup>, Saleem H. Ali<sup>2,3,4</sup>,  
Morgan Bazilian<sup>5</sup>, Ben Radley<sup>6</sup>, Benoit  
Nemery<sup>7</sup>, Julia Okatz<sup>8</sup>, Dustin Mulvaney<sup>9</sup>

## Growth in mineral needs for low-carbon energy technology



# Cobalt

U.S. Geological Survey. Mineral Commodities Summaries. Jan. 2017

**World Mine Production and Reserves:** Reserves for Australia, Canada, New Caledonia, the Philippines, Africa, the United States, and “Other countries” were revised based on company or Government reports

	Mine production		Reserves <sup>7</sup>
	<u>2015</u>	<u>2016<sup>e</sup></u>	
United States	<sup>e</sup> 760	690	21,000
Australia	6,000	5,100	<sup>8</sup> 1,000,000
Canada	6,900	7,300	270,000
China	7,700	7,700	80,000
Congo (Kinshasa)	63,000	66,000	3,400,000
Cuba	4,300	4,200	500,000
Madagascar			30,000
New Caledonia <sup>9</sup>			34,000
Philippines	4,300	3,500	290,000
Russia	6,200	6,200	250,000
South Africa	3,000	3,000	29,000
Zambia	4,600	4,600	270,000
Other countries	<u>11,600</u>	<u>8,300</u>	<u>690,000</u>
World total (rounded)	126,000	123,000	7,000,000

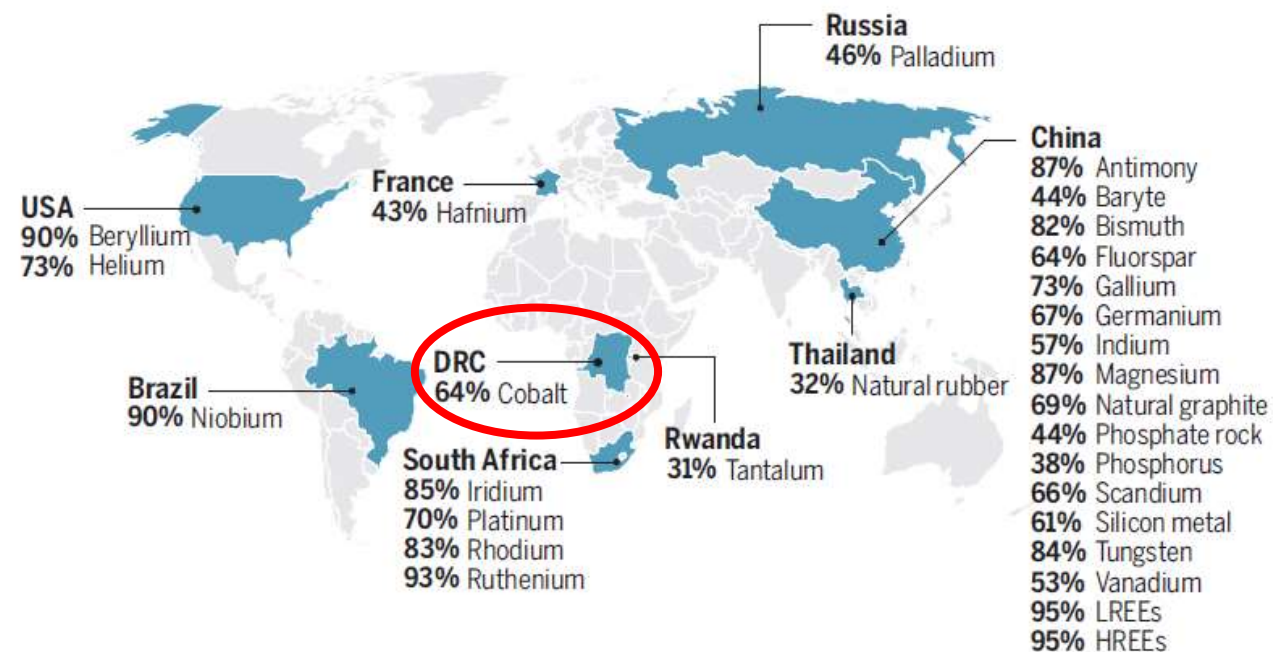
~ 10,500 tons (?) by artisanal mining

# Sustainable minerals and metals for a low-carbon future

Policy coordination is needed for global supply chains

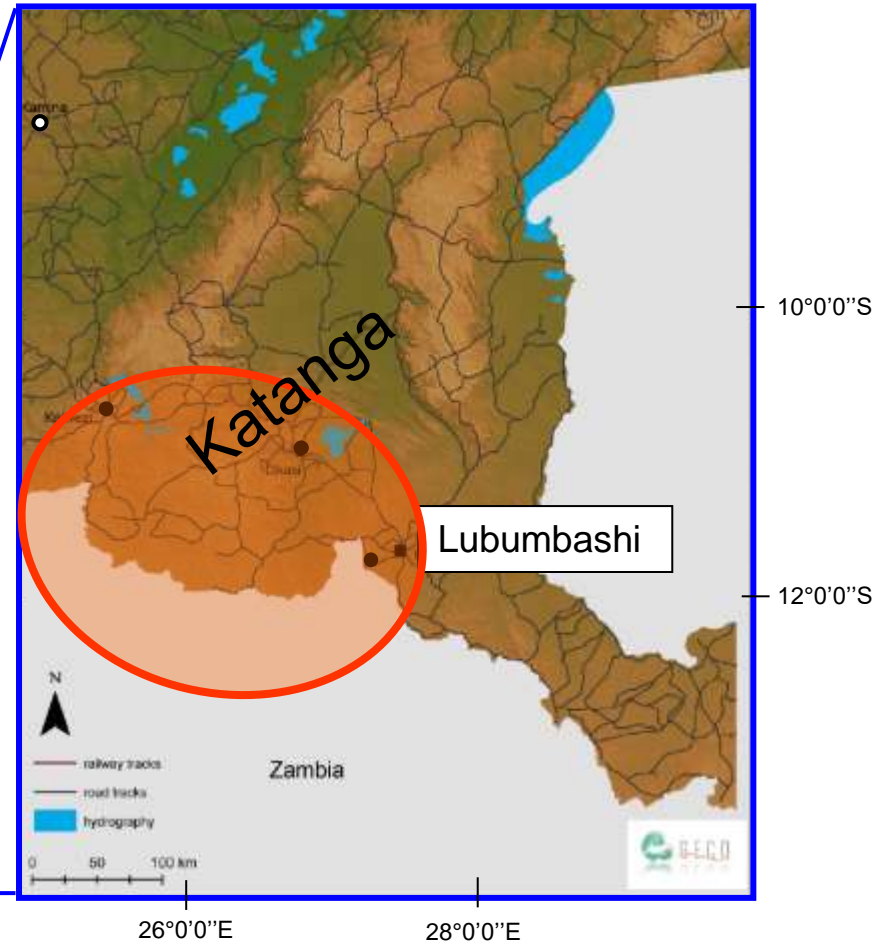
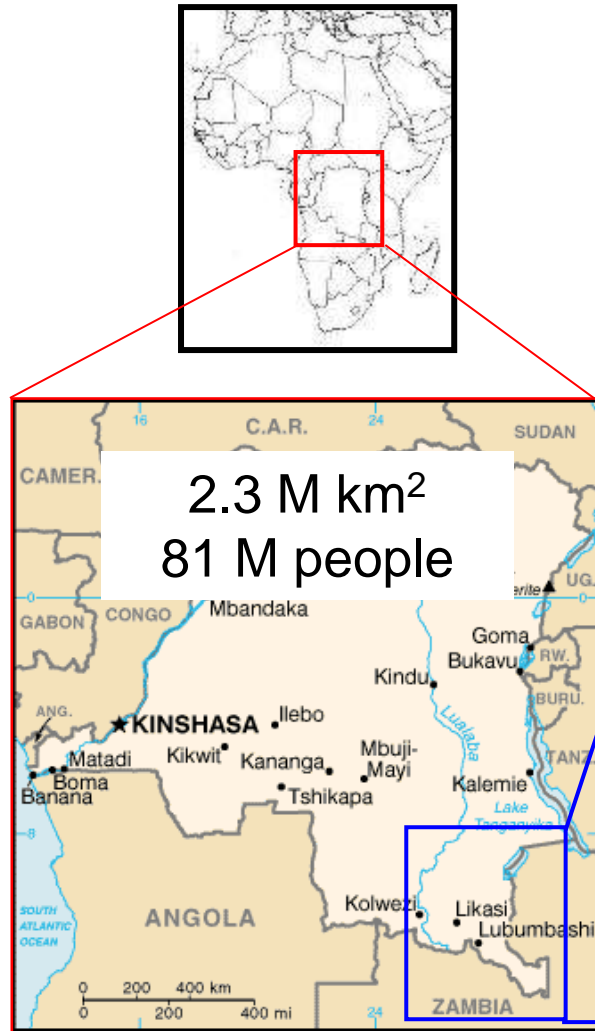
By Benjamin K. Sovacool<sup>1</sup>, Saleem H. Ali<sup>2,3,4</sup>,  
Morgan Bazilian<sup>5</sup>, Ben Radley<sup>6</sup>, Benoit  
Nemery<sup>7</sup>, Julia Okatz<sup>8</sup>, Dustin Mulvaney<sup>9</sup>

## Countries accounting for the largest share of critical raw materials



DRC, Democratic Republic of Congo; LREs, light rare earth elements; HREs, heavy rare earth elements. Figure modified from European Commission, "Third list of critical raw materials for the EU of 2017" (European Commission, 2017); [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en).

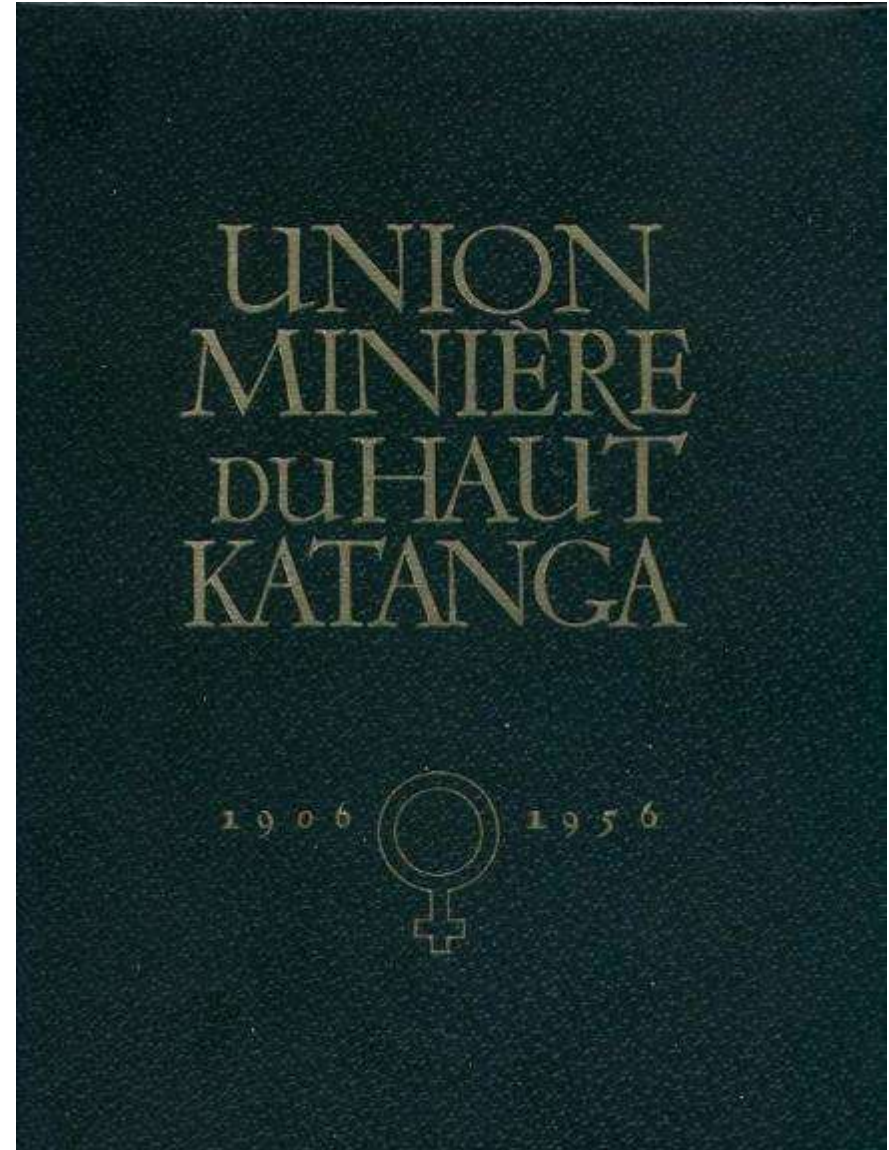
# “African copperbelt”





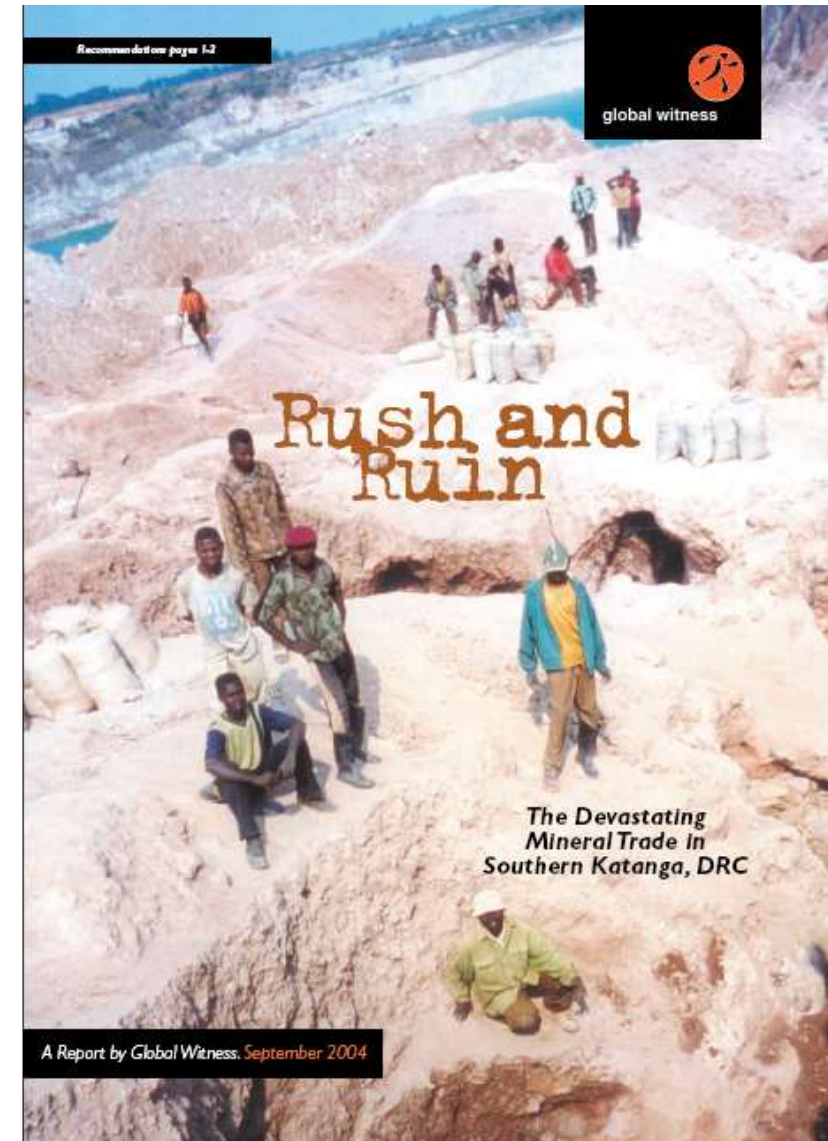
# Industrial mining in Katanga

- Belgian Congo (1908-1960)
  - UMHK: mining + local transformation of ores
    - Copper, cobalt, lead, zinc, ...
    - Uranium (→ 1945 A-Bomb)
    - Manganese, gold, tin, coltan



# Mining in Katanga

- Congo/Zaire/D.R. Congo:
  - **Gecamines**
  - + since ~ 2000: companies from China, India, USA, Canada, Australia ...
    - industrial large-scale mining + transformation of ores
    - **artisanal** mining by thousands of “creuseurs”
    - mainly for **COBALT**



# Cobalt mining in Katanga

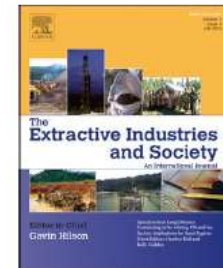
The Extractive Industries and Society 6 (2019) 915–939



Contents lists available at ScienceDirect

The Extractive Industries and Society

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/exis](http://www.elsevier.com/locate/exis)



Original article

The precarious political economy of cobalt: Balancing prosperity, poverty, and brutality in artisanal and industrial mining in the Democratic Republic of the Congo

Benjamin K. Sovacool<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup> Science Policy Research Unit (SPRU), School of Business, Management, and Economics, University of Sussex, United Kingdom

<sup>b</sup> Center for Energy Technologies, Department of Business Development and Technology, Aarhus University, Denmark



<https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.05.01>



2009

Environmental Research 109 (2009) 745–752



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Research

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envres](http://www.elsevier.com/locate/envres)



## High human exposure to cobalt and other metals in Katanga, a mining area of the Democratic Republic of Congo<sup>☆</sup>

Célestin Lubaba Nkulu Banza<sup>a</sup>, Tim S. Nawrot<sup>b</sup>, Vincent Haufroid<sup>c</sup>, Sophie Decrée<sup>d,e</sup>, Thierry De Putter<sup>e</sup>, Erik Smolders<sup>f</sup>, Benjamin Ilunga Kabyla<sup>a</sup>, Oscar Numbi Luboya<sup>a</sup>, Augustin Ndala Ilunga<sup>a</sup>, Alain Mwanza Mutombo<sup>a</sup>, Benoit Nemery<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Unité de Toxicologie et Environnement, Ecole de Santé Publique, Université de Lubumbashi, Democratic Republic of Congo

<sup>b</sup> Occupational & Environmental Medicine, Unit of Lung Toxicology, Katholieke Universiteit Leuven, Herestraat 49 (O&N 706), B-3000 Leuven, Belgium

<sup>c</sup> Industrial Toxicology and Occupational Medicine Unit, Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium

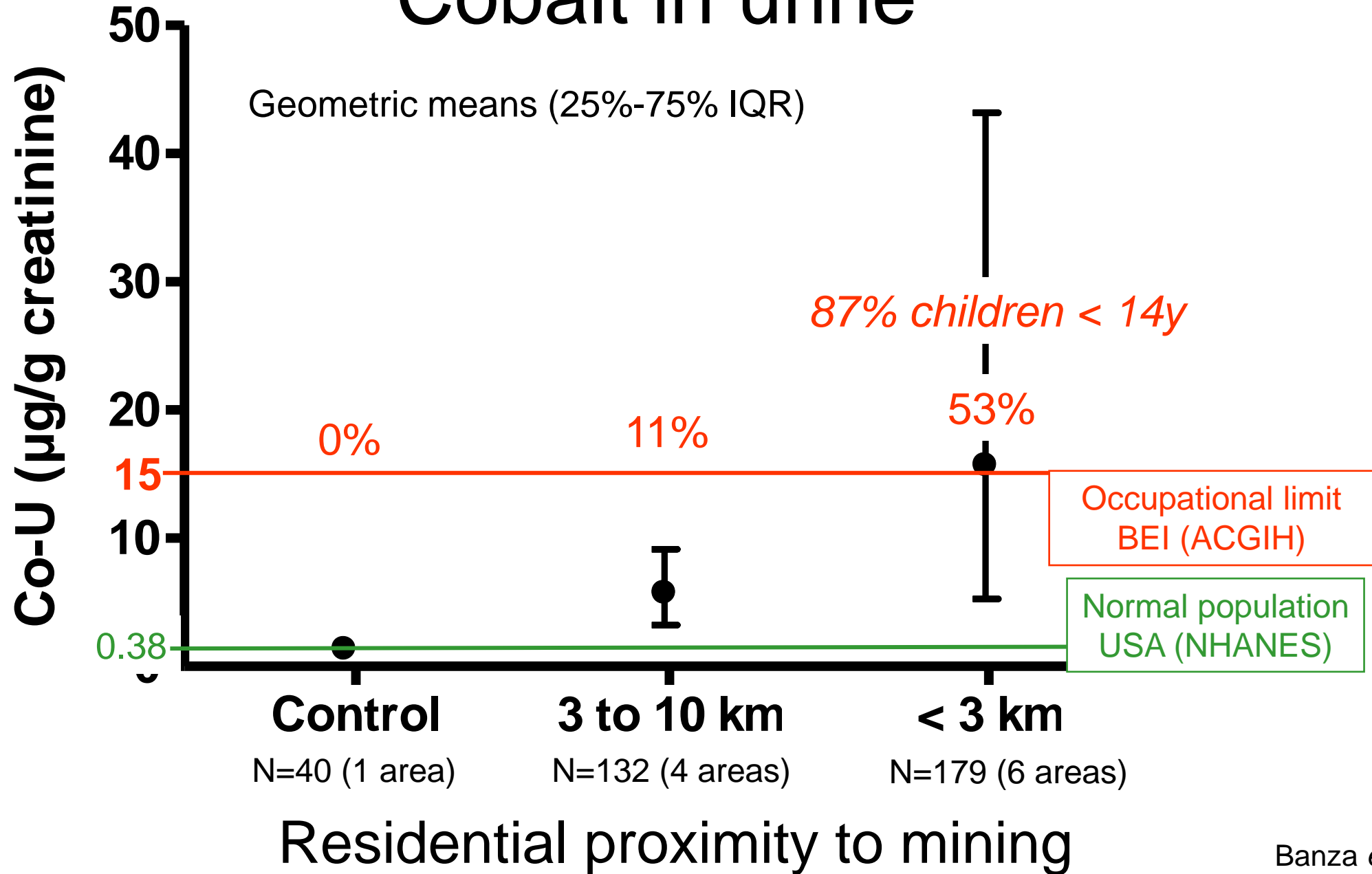
<sup>d</sup> Geology Department, Royal Museum for Central Africa, Tervuren, Belgium

<sup>e</sup> Geology Department, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur, Belgium

<sup>f</sup> Division of Soil and Water Management, K.U. Leuven, Belgium



# Cobalt in urine



# Sustainability of artisanal mining of cobalt in DR Congo

Célestin Banza Lubaba Nkulu<sup>1</sup>, Lidia Casas<sup>2,3</sup>, Vincent Haufroid<sup>4</sup>, Thierry De Putter<sup>5</sup>,  
Nelly D. Saenen<sup>6</sup>, Tony Kayembe-Kitenge<sup>1</sup>, Paul Musa Obadia<sup>1</sup>, Daniel Kyanika Wa Mukoma<sup>1</sup>,  
Jean-Marie Lunda Ilunga<sup>7</sup>, Tim S. Nawrot<sup>2,6</sup>, Oscar Luboya Numbi<sup>1</sup>, Erik Smolders<sup>8</sup> and  
Benoit Nemery<sup>2\*</sup>





[illegible]

## Mining area

Control area

**Banabharug Kabila**

Avenue Kazembe

© 2015 Google  
Image © 2015 CNES / Airbus

Imagery Date: 11/1/2013 10°42'07.32" S 25°29'41.24" E elev 1509 m eye alt 4.23 km







Kolwezi Nov 2014

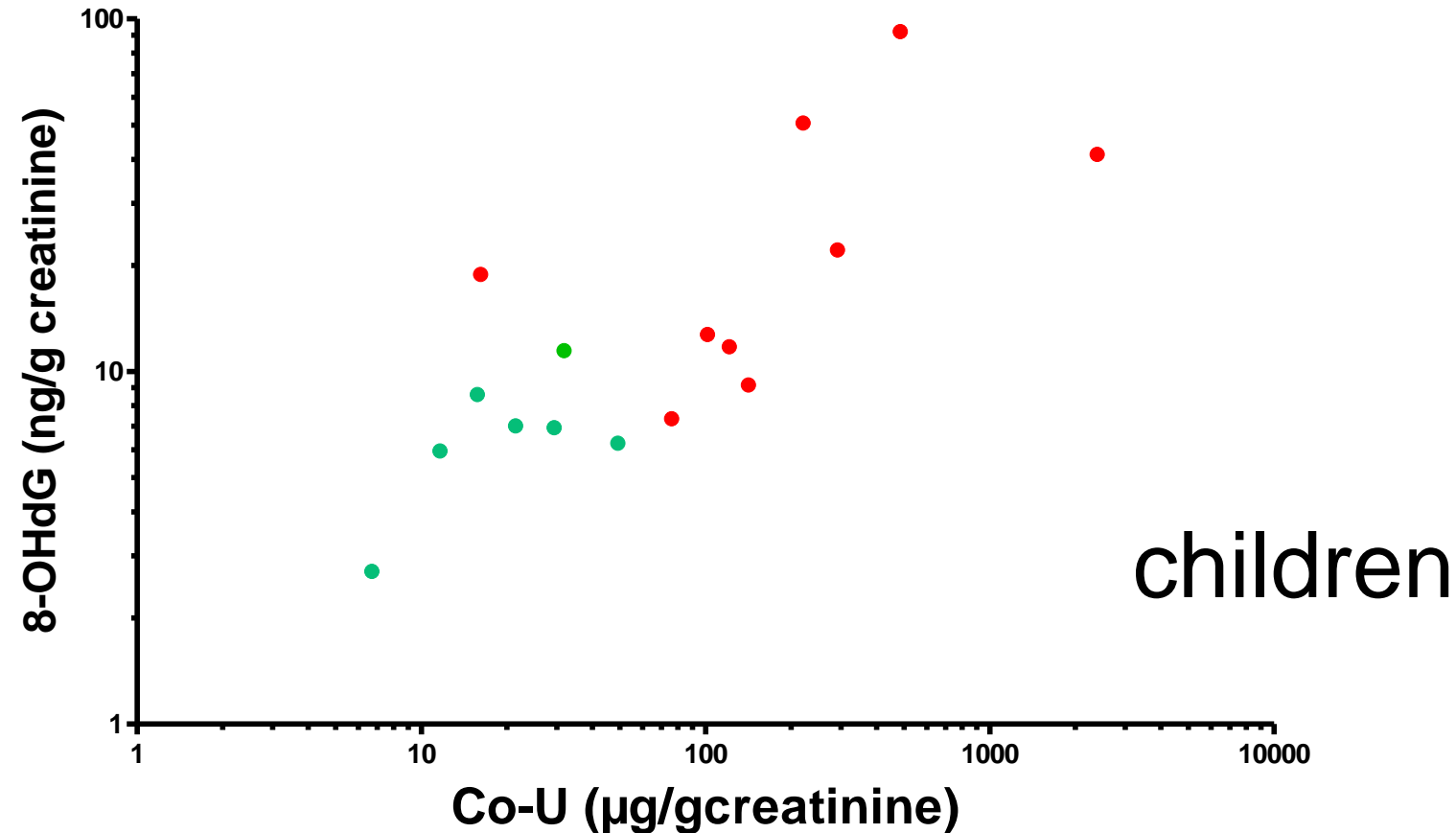








# 8-Hydroxydeoxyguanosine (8OHdG) (marker of oxidative DNA damage)





Concerns expressed by doctors, NGOs,  
authorities, media, ...

*“more babies born with severe birth defects,  
especially among creuseurs”*

# Case-control study (KMC)

---

- Cases: infants born with visible birth defects
- Controls: infants without birth defects born from mother of similar age
- Hypothesis: different exposure to metals

# KMC study

---

- Notification system for all hospitals/maternalities in Lubumbashi: each newborn born with visible birth defects (except isolated polydactyly, club foot) to be notified to a central telephone number (+ back-up)
  - 4 MDs (T. Kayembe, L. Kabamba, S. Mbuyi, T. Lubala)
- MD at hospital within 24h of notification
  - detailed questionnaire
  - diagnosis (photographs)
  - sampling from mother, placenta, child (+ father)
- + same procedure with healthy control newborn

# Holoprosencephaly



Kayembe-Kitenge T *et al. Birth Defects Research* 2019 DOI: 10.1002/bdr2.1583



# KMC study: methods

---

- Recruitment [11.11.11]: 01/03/2013 to 28/02/2015
- Final diagnosis of type of birth defect (photos)
  - Prof. K. Devriendt
- Analysis of samples by ICP-MS
  - April 2015: funding received from VLIR (250,000 €; 4 y)
  - Prof. E. Smolders
- Statistical analysis (2017-2018)
  - Dr. Daan Van Brusselen, Dr. Tony Kayembe-Kitenge

---

# Metal mining and birth defects: a case-control study in Lubumbashi, Democratic Republic of the Congo

*Daan Van Brusselen\*, Tony Kayembe-Kitenge\*, Sébastien Mbuyi-Musanzayi, Toni Lubala Kasole, Leon Kabamba Ngombe, Paul Musa Obadia, Daniel Kyanika wa Mukoma, Koen Van Herck, Dirk Avonts, Koen Devriendt, Erik Smolders, Célestin Banza Lubaba Nkulu, Benoit Nemery*

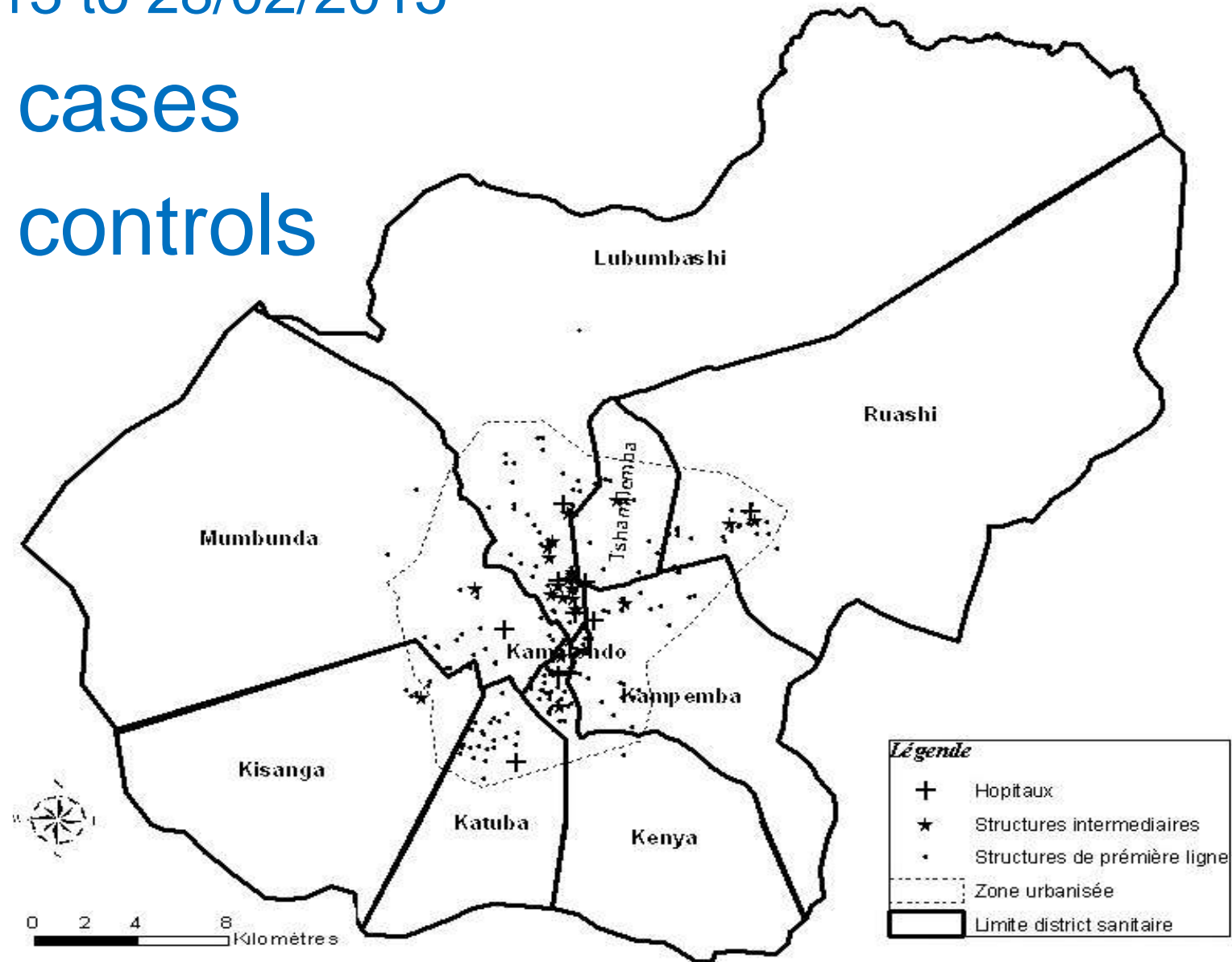
*Lancet Planetary Health* 2020, 4; e158-67

01/03/2013 to 28/02/2015

# LUBUMBASHI

➤ 138 cases

➤ 108 controls



# KMC study: results

	CASES (n=138)		CONTROLS (n=108)		p-value (t-test)
	mean	SD	mean	SD	
Age mother	28.5	7.0	26.5	6.8	0.03
Parity	3.7	2.8	3.0	2.6	0.08
Gestational age	38.2	3.4	38.3	3.7	0.84
Birth weight	2816	92	3084	70	0.03
Age father	35.1	8.2	33.7	7.8	0.21
Adults in household	2.9	1.5	2.8	1.5	0.52
Children in household	3.2	2.0	3.2	2.5	0.84



# KMC study: results

---

- Questionnaire data:
  - No significant differences for most factors
    - Vitamins during pregnancy: higher among controls
  - Job of mother: more “paid job” among cases (not mining)
  - Job of father: more “mining-related jobs” among cases (17%) than among controls (8%),  $p < 0.05$
- Trace metals:
  - High levels in both cases and controls
  - Generally, no significant differences between cases and controls
    - Mn higher in cord blood and fetal placenta in cases

# KMC study: results

## Multivariable model

	aOR (95%CI)
Vitamins during pregnancy	0.3 (0.1 - 0.5), p=0.001
Mother with paid job	2.5 (1.2 – 6.9), p=0.02
Father with mining-related job	5.6 (1.2 – 25), p=0.025
Doubling of Mn in cord blood	1.7 (1.1 – 2.7), p=0.026

# KMC study: discussion

---

- Unique investigation of association between environmental pollution and birth defects
- Effect appears to be mediated mainly by **paternal** occupational exposure to mining (epigenetic effect ?)
- Exposure to Mn ?
- Limitations:
  - Possible overmatching of cases and controls
  - Biomonitoring at delivery (toxicokinetics!)
  - No/limited biomonitoring of fathers

# Conclusions

---

- To reduce CO<sub>2</sub> emissions from traffic, Electric Vehicles represent a solution that must be integrated within a broad transport policy (modal shift, taxation, road pricing, ...)
- Equity issues :
  - Subsidising expensive cars (Matthews effect)
  - Unsustainable production methods (environment, workers, residents) = “collateral damage”
  - ...



Thank you for your attention

[ben.nemery@kuleuven.be](mailto:ben.nemery@kuleuven.be)

# *Acknowledgements*

Prof. Célestin BANZA LUBABA NKULU

+ Dr. Tony KAYEMBE-KITENGE, Dr. Paul MUSA OBADIA, ...

Unité de Toxicologie et Environnement, Ecole de Santé Publique – UNILU

Lubumbashi – DR Congo

Prof. Erik SMOLDERS + collaborators

Dept. Earth and Environmental Sciences, Div. Soil and Water Management

KU Leuven

Lidia CASAS, Tim NAWROT, Thierry DE PUTTER, ...

FUNDING: 11.11.11, VLIR-UOS, ARES-CUD