

ÉNERGIES FOSSILES - FRACTURATION ET RISQUES POUR LA SANTÉ

Conférences du Collectif Scientifique sur les Enjeux Énergétiques au Québec

Dr Éric Notebaert MD MSc
Clinicien Chercheur, Hôpital Sacré Cœur de Montréal
Professeur Agrégé, Faculté de Médecine, Université de Montréal
Association Canadienne des Médecins pour l'Environnement –
Fondation David Suzuki - MSM Canada
UQAM 04.10.2018



Association Canadienne
des Médecins
pour l'Environnement



FONDATION
DAVID SUZUKI
Un monde. Une nature.



PHYSICIANS FOR GLOBAL SURVIVAL
MÉDECINS POUR LA SURVIE MONDIALE
CANADA

PLAN

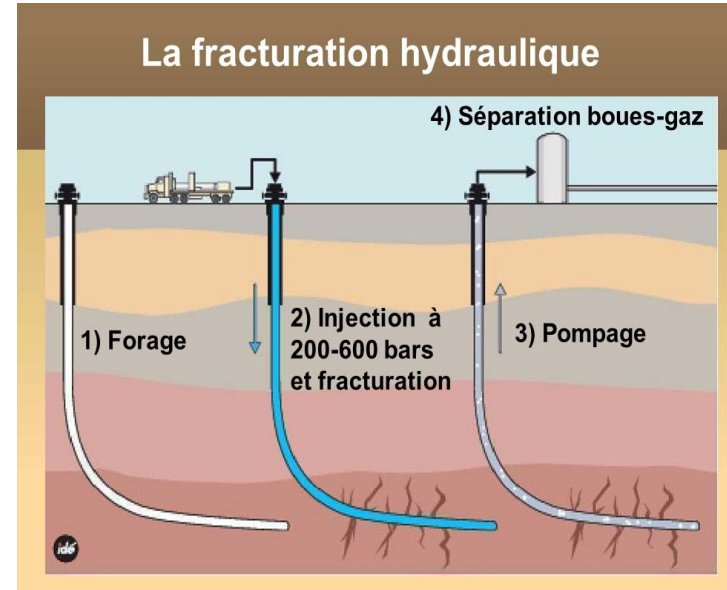
- Produits chimiques utilisés.
- Contaminants au niveau de l'eau et de l'air
- Limites des connaissances actuelles
- Risques pour la santé
- Environnement
- Conclusions
- Recommandations



PROCESSUS COMPLET

- Développement Gaz Naturel Non-Conventionnel (GNNC) - Étapes:

1. Préparation puits: ≈ 1 mois: 3-5 acres.
2. Forage: ≈ 1 mois: vertical (2-3Km) puis horizontal (1-2Km)
3. Fracturation: $\approx 1-2$ sem.: $10-20 \times 10^6$ L eau + sable + produits chimiques. Multiples voyages camions (1000).
4. Production gaz.



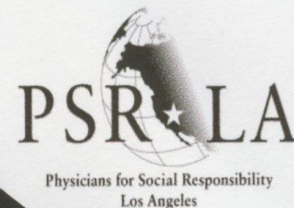
HEALTH EFFECTS OF CHEMICALS USED IN FRACKING

INFOGRAPHIC BY PHYSICIANS FOR SOCIAL RESPONSIBILITY- LOS ANGELES | WWW.PSR-LA.ORG

BASED ON "NATURAL GAS OPERATIONS FROM A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE" | WWW.ENDOCRINEDISRUPTION.ORG

COLBORN, THEO, ET AL. "NATURAL GAS OPERATIONS FROM A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE." HUMAN AND ECOLOGICAL RISK

ASSESSMENT: AN INTERNATIONAL JOURNAL 17.5 (2011): 1039-1056.



BY THE NUMBERS

980

NUMBER OF FRACKING CHEMICAL
"PRODUCTS" WE KNOW ABOUT

649

NUMBER OF CHEMICALS IN THE 980
FRACKING "PRODUCTS"

90%

"PRODUCTS" CONTAINING CHEMICALS
THAT HAVE ADVERSE HEALTH EFFECTS

43%

"PRODUCTS" THAT WE KNOW LESS THAN
1% OF THE CHEMICALS IN THEM



WHAT'S A
"PRODUCT"?



A PRODUCT MAY CONTAIN MORE THAN ONE CHEMICAL.
A CHEMICAL MAY BE IN MORE THAN ONE PRODUCT.

FOR THE 56% OF
FRACKING
CHEMICALS WE
CAN IDENTIFY



58%

**SOLUBLE
IN WATER**



36%

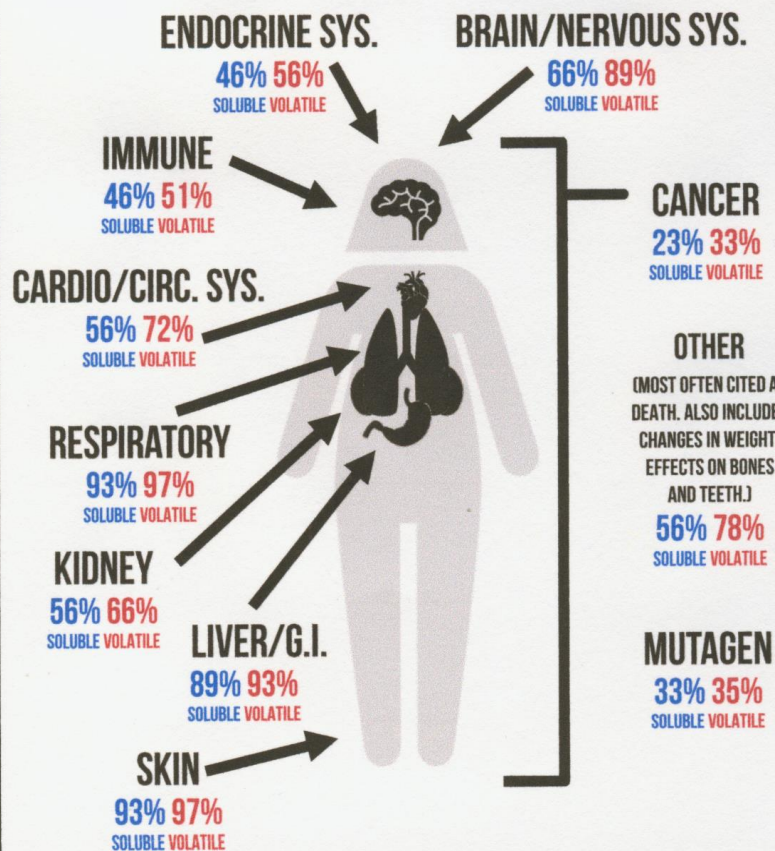
VOLATILE

SMALLER PERCENTAGE,
BUT BIGGER IMPACT. THESE
CHEMICALS CAN BE
INHALED, SWALLOWED,
AND/OR ABSORBED
THROUGH THE SKIN

ALL IMAGES FROM
THE NOUN PROJECT—
FRACKING: TOM ANANTWERP,
STOMACH: SERG DELGADO
GARCIA, HEART: CATHERINE
PLEASE, LUNGS: JORIS HOOGEN-
DOORN, WATER DROP: CRIS
DOBBINS, CLOUD: JAMES FEN-
TON, QUESTION CLOUD: ANAS
RAMADAN, WOMAN: LUIS PRADO

BODY SYSTEMS AFFECTED BY FRACKING CHEMICALS*

SHOWN WITH % OF CHEMICALS AFFECTING EACH BODY SYSTEM
(**SOLUBLE CHEMICALS IN BLUE** AND **VOLATILE CHEMICALS IN RED**)



CHEMICALS
WITH A "CAS"
NUMBER

WHAT'S A "CAS"
NUMBER?



A "CAS" NUMBER IS A UNIQUE NUMBER ASSIGNED TO EVERY
CHEMICAL DESCRIBED IN OPEN SCIENTIFIC LITERATURE.

PRODUITS CHIMIQUES IMPLIQUÉS

Table 1. Functional categories of hydraulic fracturing chemicals [adapted from Colborn et al. (2011)].

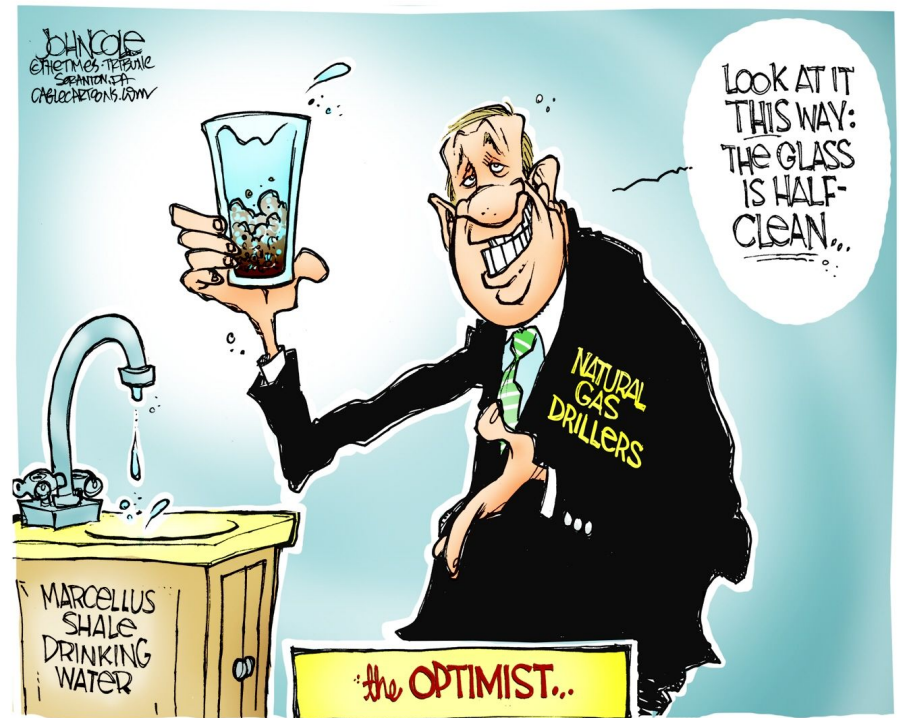
Chemical categories	Technical hydraulic fracturing use	Example compounds
Acids	To achieve greater injection ability or penetration and later to dissolve minerals and clays to reduce clogging, allowing gas to flow to the surface.	Hydrochloric acid
Biocides	To prevent bacteria that can erode pipes and fittings and to break down gellants that serve to ensure that fluid viscosity and proppant transport are maintained.	1-methyl-4-isothiazolin-3-one, bronopol, glutaraldehyde
Breakers	To allow the breakdown of gellants used to carry the proppant; these are added near the end of the hydraulic fracturing sequence to enhance flowback.	Ammonium persulfate, magnesium peroxide
Clay stabilizers	To create a fluid barrier to prevent mobilization of clays, which can plug fractures.	Tetramethyl ammonium chloride, sodium chloride
Corrosion inhibitors	To reduce the potential for rusting in pipes and casings.	Ethoxylated octylphenol and nonylphenol, isopropanol
Crosslinkers	To thicken fluids, often with metallic salts, in order to increase viscosity and proppant transport.	Ethylene glycol, sodium tetraborate decahydrate, petroleum distillate
Defoamers	To reduce foaming after it is no longer needed in order to lower surface tension and allow trapped gas to escape.	2-ethylhexanol, oleic acid, oxalic acid
Foamers	To increase carrying capacity while transporting proppants and decreasing the overall volume of fluid needed.	2-butoxyethanol, diethylene glycol
Friction reducers	To make water slick and minimize the friction created under high pressure and to increase the rate and efficiency of moving the hydraulic fracturing fluid.	Acrylamide, ethylene glycol, petroleum distillate, methanol
Gellants	To increase viscosity and suspend sand during proppant transport.	Propylene glycol, guar gum, ethylene glycol
pH control	To maintain the pH at various stages with buffers to ensure the maximum effectiveness of various additives.	Sodium hydroxide, acetic acid
Proppants	To hold fissures open, allowing gas to flow out of the cracked formation; usually composed of sand and occasionally glass or ceramic beads.	Styrene, crystalline silica, ceramic, graphite
Scale inhibitors	To prevent buildup of mineral scale that can block fluid and gas passage through the pipes.	Acrylamide, sodium polycarboxylate
Surfactants	To decrease liquid surface tension and improve fluid passage through pipes in either direction.	Naphthalene, 1,2,4-trimethylbenzene, ethanol, methanol, 2-butoxyethanol

Categories and uses for commonly applied chemicals that are commonly used throughout the hydraulic fracturing process with specific examples provided for each category class. Adapted with permission from Colborn T et al. (2011). Reprinted by permission of Taylor & Francis LLC (<http://www.tandfonline.com>).

CONTAMINANTS PRINCIPAUX

- **LIQUIDES DE FRACTURATION:**

- Composition:
secret industriel
- ≈ 1000 produits connus:
Plus d'une trentaine sont
démontrés cancérogènes.



CONTAMINANTS PRINCIPAUX

- **AIR:**

Oxydes d'azote – Dioxyde de soufre – CO - Particules fines (PM_{10} et $PM_{2.5}$) – Composés organiques volatiles (COV).

- **Aussi:** Sulfure d'hydrogène – Mercaptans –
BTEX (benzène, toluène, ethylbenzène, xylène) –
HAP (hydrocarbures aromatiques polycliques)
Méthanol
Dioxines
Acétaldéhydes.



CONTAMINANTS PRINCIPAUX

- **BENZÈNE:**
 - Cancérogène
 - Lié à des problèmes respiratoires sérieux chez les enfants
 - Perturbateur endocrinien, lié à des retards de croissance chez le fœtus, des malformations cardiaques, même à basses concentrations
 - Presque toujours retrouvé dans l'eau et l'air des sites de forage



CONTAMINANTS PRINCIPAUX

- **ÉTHANE.**

- Troisième gaz qui contribue aux changements climatiques
- 2/3 de l'éthane sur la planète provient des énergies fossiles
- Contribue à la formation d'ozone de basse altitude et smog
- Problèmes respiratoires, ORL
- En hausse croissante depuis le 'boom' de la fracturation (2010)



CONTAMINANTS PRINCIPAUX

- **EAU et SOL:**
 - Hydrocarbures: méthane et autres HC
 - BTEX
 - HAP
 - Liquides de fracturation
 - Métaux lourds (aluminium, arsenic, zinc, cuivre, fer, plomb, cadmium, chrome...)
 - Produits radioactifs (radium, uranium, radon)
- **EAU: 'Wastewater' : eaux usées**
et 'Produced Water': eaux de reflux
'Produced water': Plus acide, saline et radioactive.



CONTAMINATION DE L'EAU

- Eaux usées et de reflux en général plus contaminées car réactions chimiques (chlorures- bromures). Entraîne une hausse de composés cancérogènes.
- Fuites dans l'eau des réservoirs démontrées dans un grand nombre d'études (Californie – Texas – Colorado – Pennsylvanie)
- Une étude Texas: 19 hydrocarbures différents identifiés.
- Fuites ↑ avec le temps



CONTAMINATION DE L'EAU



- **PRODUITS RADIOACTIFS**

- Mis en circulation par l'activité de fracturation..
- Parfois hausse marquée: État NY: Niveaux de radium dans l'eau de reflux: 3600 fois le maximum permis pour l'eau potable (EPA).
- Niveaux de radon élevés dans édifices de Pensylvannie, 2nd forages depuis 2004.
- L'acidité de l'eau rend plus disponible plusieurs substances: uranium, thorium, radium, polonium, etc...

CONNAISSANCES ACTUELLES

**3 REVUES
RÉCENTES**

**80% des
études ont
été publiées
depuis 2013**

RESEARCH ARTICLE

Toward an Understanding of the Environmental and Public Health Impacts of Unconventional Natural Gas Development: A Categorical Assessment of the Peer-Reviewed Scientific Literature, 2009-2015

Jake Hays^{1,2*}, Seth B. C. Shonkoff^{3,4,5}

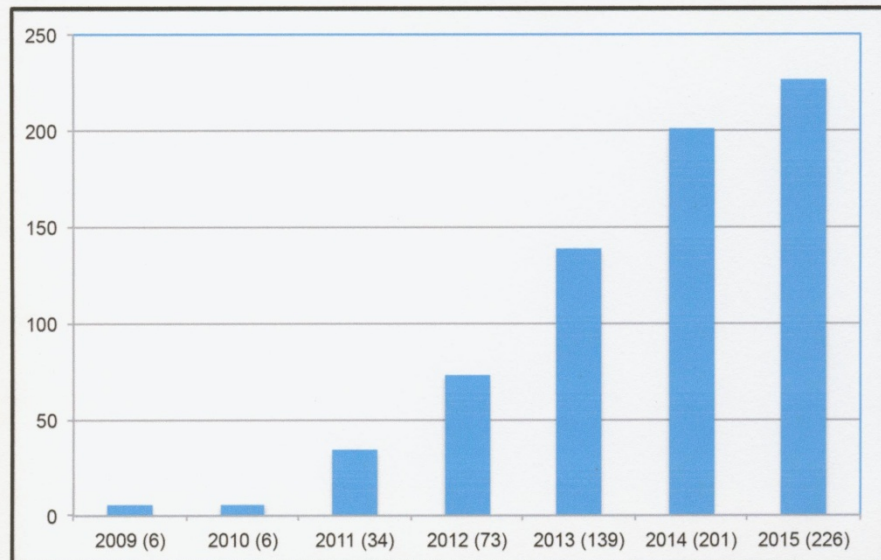


Fig 1. Number of publications that assess the impacts of UNGD per year, 2009–2015. At least 685 papers have been published in peer-reviewed scientific journals that are relevant to assessing the impacts of UNGD. The number of papers published per year has continually risen and at least 226 were published in 2015 alone.

doi:10.1371/journal.pone.0154164.g001

Hays 2016

**Association gaz
naturel non
conventionnel
et...**

SANTÉ:

84%

des études
démontrent une
association avec un
risque pour la santé
humaine ou un
problème de santé
publique.

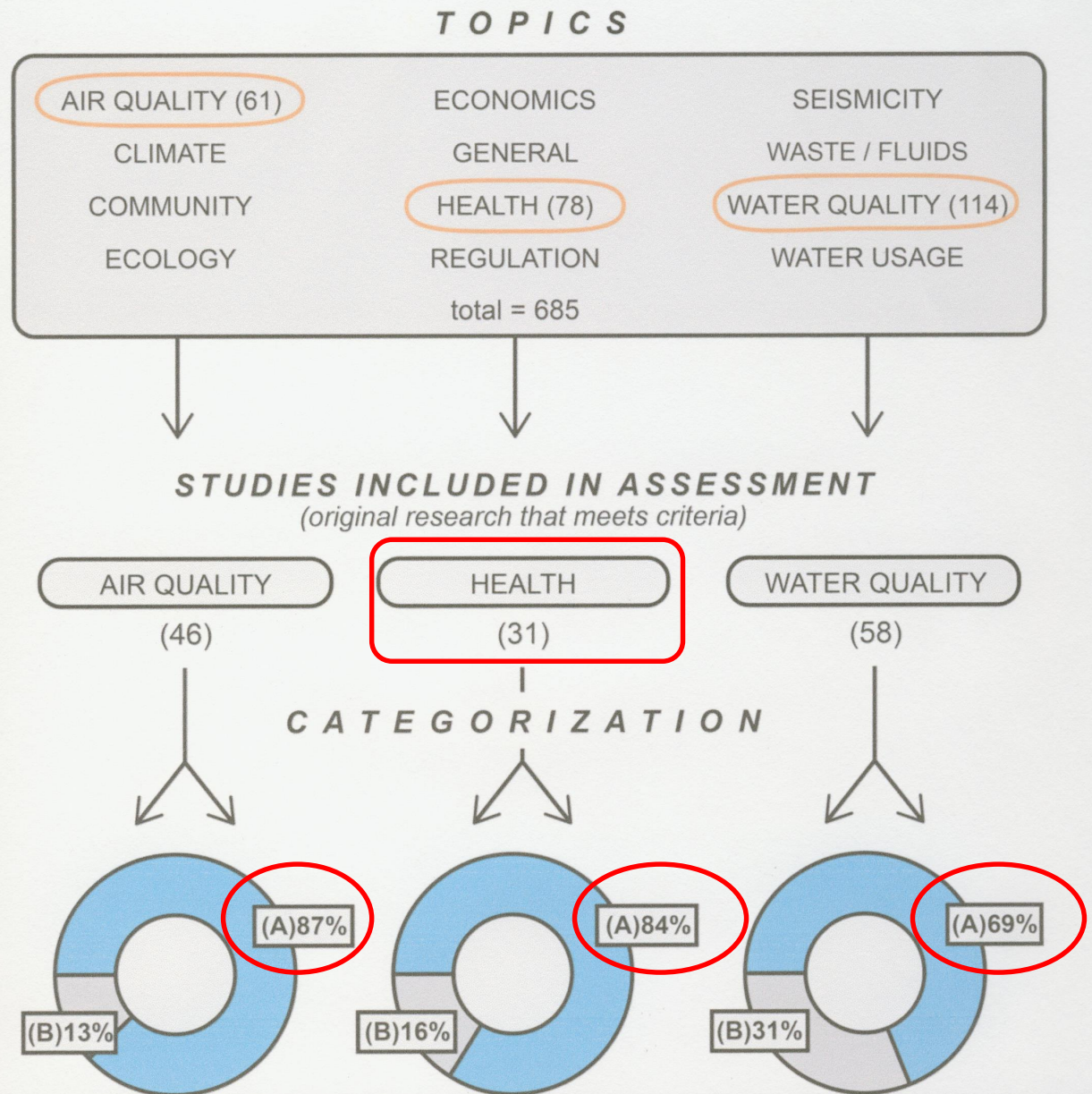
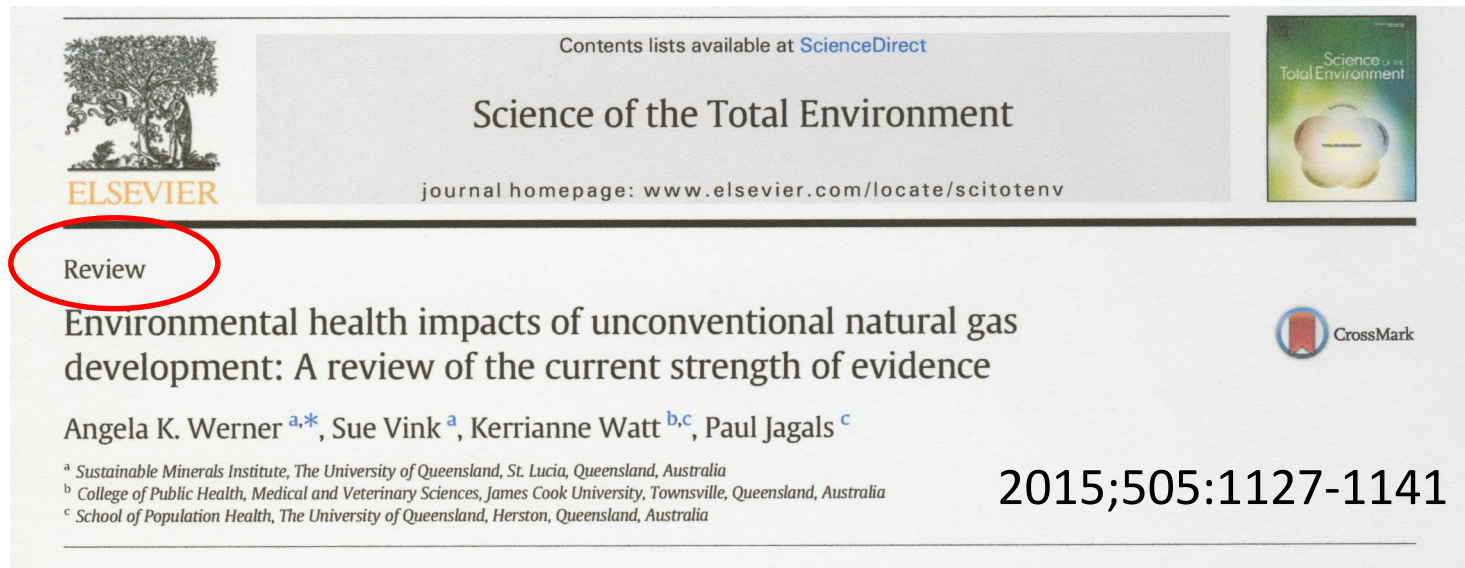


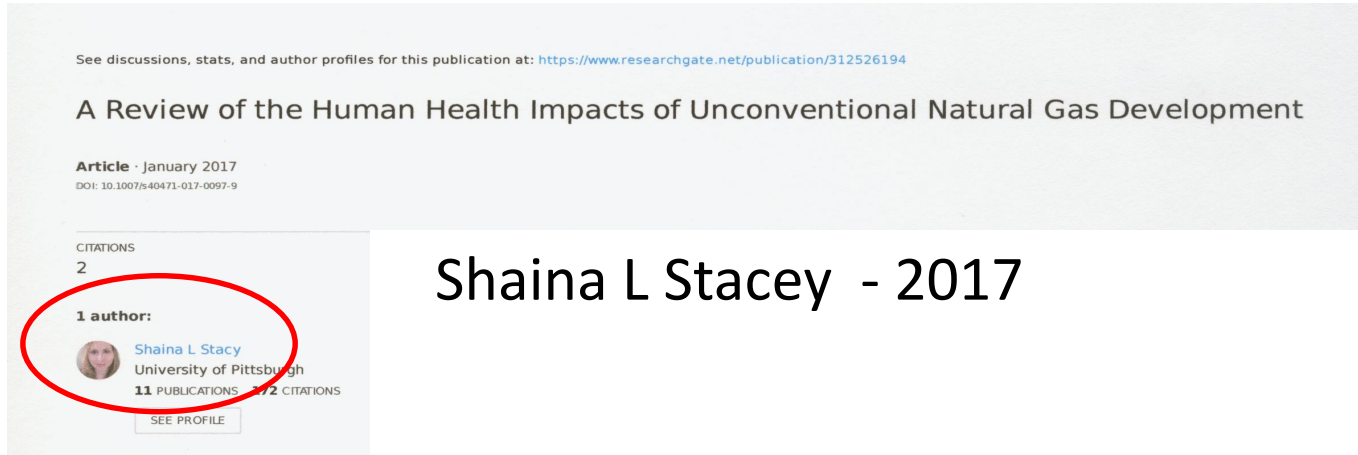
Fig 2. Selection Process and Results. This assessment draws from the peer-reviewed literature for three topics in the PSE Database: Air Quality, Health, and Water Quality. Of the 61 publications in air quality, 46 met our criteria; of the 78 publications in health, 31 met our criteria; and of the 114 publications in water quality, 58 met our criteria. From here we placed the original research that met our criteria into one of two categories (see Table 2). Our results indicate that 84% of public health studies contain findings that indicate public health hazards, elevated risks, or adverse health outcomes, 69% of water quality studies contain findings that indicate potential, positive association, or actual incidence of water contamination, and 87% of air quality studies contain findings that indicate elevated air pollutant emissions and/or atmospheric concentrations.

CONNAISSANCES ACTUELLES



- Peu d'études dans le domaine de la santé
- Beaucoup **d'associations** entre l'exposition à l'industrie du gaz naturel non-conventionnel et divers problèmes de santé
- Peu d'évidences d'effets directs sur la santé alors
- Études publiées: Focus sur le court terme

CONNAISSANCES ACTUELLES



Shaina L Stacy - 2017

- **Seulement 7 études avec haut degré d'évidence**
- Études surtout rétrospectives
- Proximité d'un site développement de gaz naturel non conventionnel $\approx$ Mesure d'exposition
- Quelques études épidémiologiques débutées il y a 1 décade
- Stade actuel: Associations inquiétantes

CONNAISSANCES ACTUELLES

- **FIN 2018:**
- **Une dizaine d'études conservées.** Sélection est basée sur un haut niveau d'évidence au niveau de *l'association* entre le développement de l'industrie du gaz non conventionnel et divers problèmes de santé:

1. Embryonnaire – développemental:

McKenzie 2014 – Stacey 2015 – Casey 2016 – Currie 2017

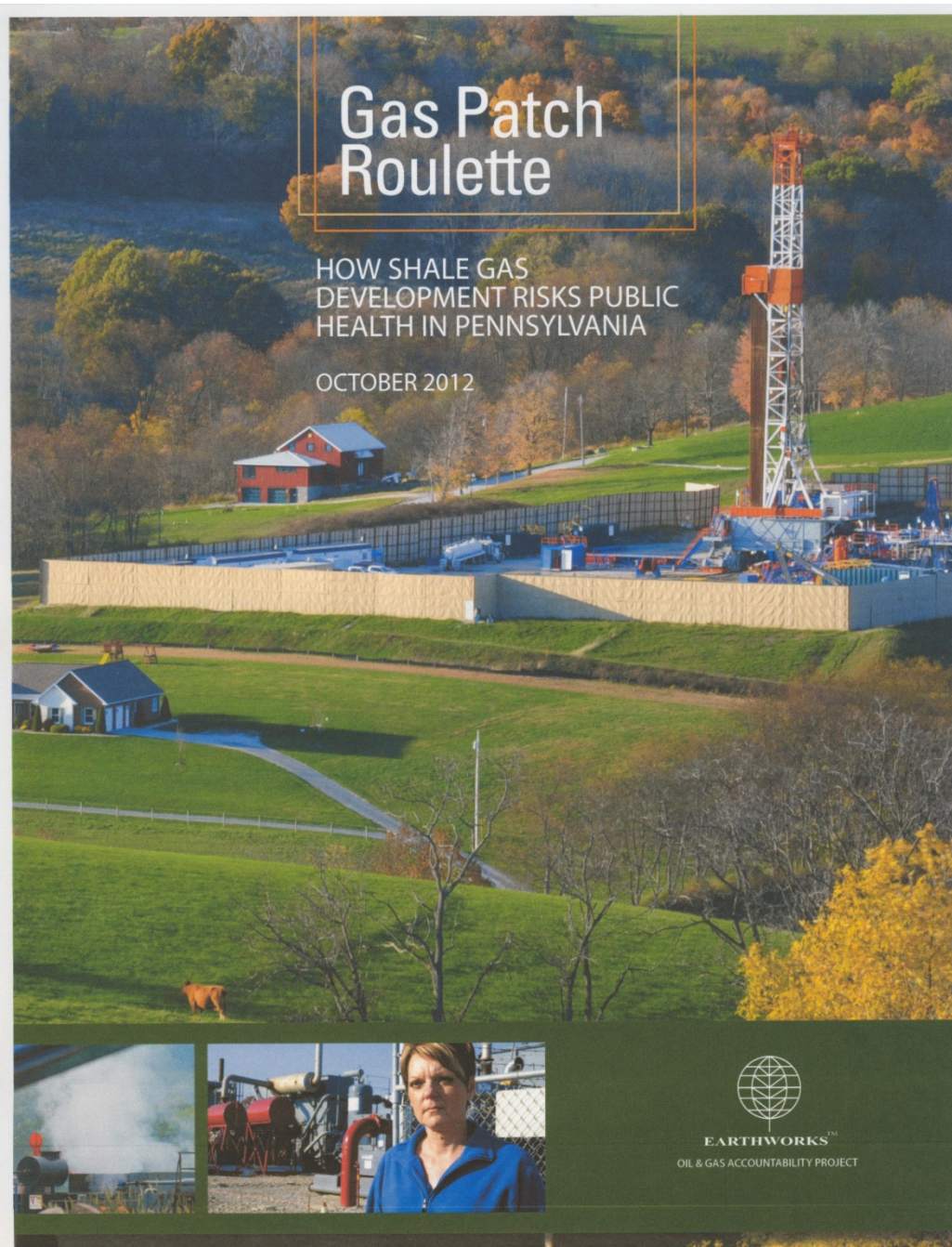
2. Cancers: Frysek 2013 – McKenzie 2017

3. Système respiratoire: Rabinowitz 2015 – Rasmussen 2016 – Tustin 2016

IMPACTS SUR LA SANTÉ

QUESTIONNAIRE AUPRÈS DES RIVERAINS

Stenzor N.
2012



SYMPTÔMES

Table 2: Ranking of top 8 categories of symptoms, by county

Symptom Category	All	Bedford	Bradford	Butler	Fayette	Washington	Others*
Sinus/respiratory	1	1	2	1	1	1	1
Behavioral/mood/energy	2	2	1	3	2	4	2
Neurological	3	5	5	8	7	3	3
Muscles/joints	4	3	3	4	8	5	6
Ear/nose/mouth	5	7	8	7	5	6	5
Digestive/stomach	6	4	7	5	4	8	7
Skin reactions	7	6	4	2	3	7	8
Vision/eyes	8	8	6	6	6	2	4

Table 3: Most prevalent categories of symptoms

	Percent of individuals reporting conditions in category						
Symptom category	All	Bedford	Bradford	Butler	Fayette	Washington	Others*
Sinus/respiratory	88	80	82	75	85	95	87
Behavioral/mood/energy	80	60	88	67	85	74	67
Neurological	74	45	71	50	70	79	60
Muscles/joints	70	55	82	67	70	74	47
Digestive/stomach	64	55	65	58	75	63	33
Ear/nose/mouth	66	40	59	50	75	68	47
Skin reactions	64	45	70	67	75	63	27
Vision/eyes	63	40	65	50	70	79	53

* Includes Clearfield, Elk, Erie, Jefferson, Greene, Sullivan, Susquehanna, Warren, and Westmoreland Counties. The surveys from these counties (15) were analyzed together to create a group comparable in number to each of the counties where more surveys were collected.

SYMPTÔMES

Table 9. Match between health symptoms reported by individuals at air testing sites and known effects of chemicals detected

County	Number of individuals surveyed at homes where testing was conducted	Association between known effects of chemicals detected and symptoms reported	
		Average	Range
Overall	65	68%	33 - 100%
Fayette	17	73%	33 - 100%
Washington	15	73%	33 - 100%
Bradford	10	58%	16 - 100%
Butler	12	63%	56 - 68%
Bedford	6	69%	63-100%
Elk	2	64%	53 - 74%
Clearfield	1	None	None
Greene	1	70%	70%
Susquehanna	1	50%	50%

RECOMMENDATIONS - Stenzor 2012

1. Toujours mettre la santé publique en 1^{er}.
2. S'assurer que les communautés comprennent les enjeux.
3. Impliquer les départements de santé publique dès le départ.
4. Réaliser des études sanitaires de base pré-fracturation.
4. Encadrer l'industrie de façon très stricte.
5. Obliger les compagnies à divulguer leurs 'recettes'.
6. Améliorer les méthodes de mesure des tests.

3 Missing pieces

Public health was not brought into discussions about shale gas extraction at earlier stages; in consequence, the health system finds itself lacking critical information about environmental and public health impacts of the technologies and unable to address concerns by regulators at the federal and state levels, communities, and workers...

–Institute of Medicine at the National Academies of Science⁴³

HOSPITALISATIONS

RESEARCH ARTICLE

Unconventional Gas and Oil Drilling Is Associated with Increased Hospital Utilization Rates

Thomas Jemielita¹*, George L. Gerton²*, Matthew Neidell³, Steven Chillrud⁴, Beizhan Yan⁴, Martin Stute⁴, Marilyn Howarth², Pouné Saberi², Nicholas Fausti², Trevor M. Penning², Jason Roy¹, Kathleen J. Propert¹, Reynold A. Panettieri, Jr.^{2*}

1 Department of Biostatistics, University of Pennsylvania Perelman School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, United States of America, **2** Center of Excellence in Environmental Toxicology (CEET), Airways Biology Initiative, University of Pennsylvania Perelman School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, United States of America, **3** Department of Health Policy and Management, Mailman School of Public Health, Columbia University, New York, New York, United States of America, **4** Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, New York, United States of America

Plos One 2015.

- Étude écologique de plus de 95 000 malades
- Plus la densité de puits ↑, plus les hospitalisations ↑
- ↑ Significative d'hospitalisations pour pathologies cardiaques
- ↑ Significative d'hospitalisations pour pathologies neurologiques
- ↑ Prévalence de pathologies dermatologiques, endocriniennes, oncologiques, et urologiques.



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

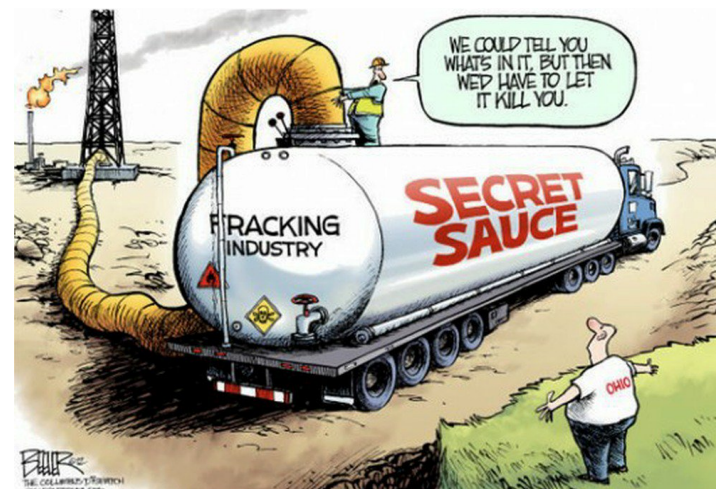
ORIGINAL ARTICLE

A systematic evaluation of chemicals in hydraulic-fracturing fluids and wastewater for reproductive and developmental toxicity

Elise G. Elliott^{1,2}, Adrienne S. Ettinger^{2,3}, Brian P. Leaderer^{1,2}, Michael B. Bracken^{2,3} and Nicole C. Deziel^{1,2}

2017

- **1021** produits chimiques
- Information sur la toxicité manquante pour **781 (76%)**.
- **240** substances:
 - 103 (43%): Toxicité reproductive
 - 95 (40%): Toxicité développementale
 - 41 (17%): Les deux.



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

Shale Gas Development and Infant Health: Evidence from Pennsylvania

Elaine L. Hill*

December 2013



- Étude rétrospective des naissances 2003-2010.
- 2459 puits complétés entre 2006 et 2010.
- Bébé petit poids: À terme: < 2500gm
- **CONCLUSIONS:**
 - ↑ **25%** Nombre de bébés de petit poids chez les femmes à < 2.5 Km
 - ↑ **18%** Nombre de bébés de petit poids pour âge gestationnel (<10^e %)
 - APGAR plus bas.

REPRODUCTION - GESTATIONNEL

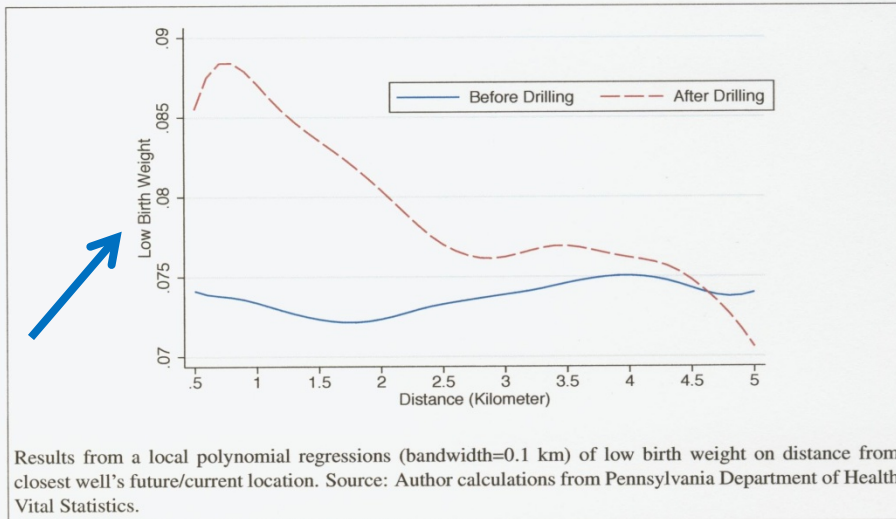


Figure 1: Low Birth Weight Gradient of Distance from Closest Shale Gas Well

Bébé de petit poids:

Est associé à un moins bon état de santé chez l'enfant et à l'âge adulte

Bébés de petit poids:

- Coûts sociaux importants
- Plus de chances de nécessiter éducation spécialisée

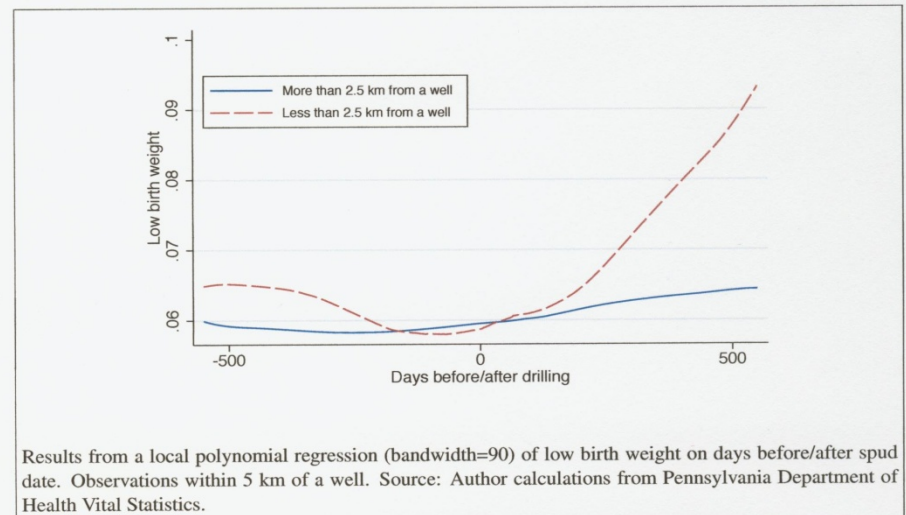


Figure 5: Low Birth Weight Trends Before and After Drilling

REPRODUCTION - GESTATIONNEL

- HILL 2013 Suite.
- Impacts jusqu'à 3.5Km des puits
- Résultats contrôlés pour autres facteurs déterminants de petit poids de naissance: éducation, tabac, etc...
- Impact plus marqué si le niveau socio-économique est plus bas
- Sources d'eau: Identiques - puits vs système aqueduc n'ont pas d'influence.
- Différences 2nd: Qualité de l'air - Autres éléments ?
- Benzène – Particules fines - SO₂ – NO_x – COV - ...

REPRODUCTION - GESTATIONNEL

Birth Outcomes and Maternal Residential Proximity to Natural Gas Development in Rural Colorado

2014

Lisa M. McKenzie,¹ Ruixin Guo,² Roxana Z. Witter,¹ David A. Savitz,³ Lee S. Newman,¹ and John L. Adgate¹

¹Department of Environmental and Occupational Health, and ²Department of Biostatistics and Informatics, Colorado School of Public Health, Aurora, Colorado, USA; ³Department of Epidemiology, Brown University, Providence, Rhode Island, USA

- Étude rétrospective 124 842 naissances Colorado.
- 1996 – 2009 / Seulement 25% puits non-conventionnels
- Incidence plus élevée de malformations cardiaques et du tube neural.
- Pas d'incidence plus élevée de bébés de petit poids.
- Pas de hausse de prématurité.



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

Table 2. Association between inverse distance weighted well count within 10-mile radius of maternal residence and CHDs, NTDs, and oral clefts.

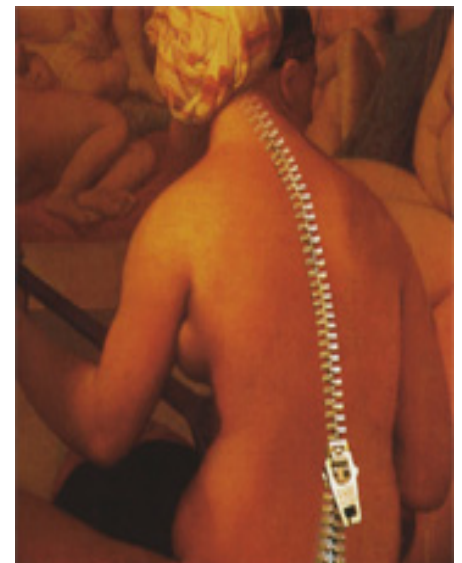
Inverse distance weighted well count ^a	0 wells within 10 miles	Low (first tertile)	Medium (second tertile)	High (third tertile)	Cochran–Armitage trend test <i>p</i> -value ^b
Live births (<i>n</i>)	66,626	19,214	19,209	19,793	
CHDs					
Cases (<i>n</i>)	887	281	300	355	
Crude OR	1	1.1	1.2	1.3	< 0.0001
Adjusted OR (95% CI) ^c		1.1 (0.93, 1.3)	1.2 (1.0, 1.3)	1.3 (1.2, 1.5)	
NTDs					
Cases (<i>n</i>)	27	6	7	19	
Crude OR	1	0.77	0.90	2.4	0.01
Adjusted OR (95% CI) ^d		0.65 (0.25, 1.7)	0.80 (0.34, 1.9)	2.0 (1.0, 3.9)	
Oral clefts					
Cases (<i>n</i>)	139	31	41	40	
Crude OR	1	0.77	1	0.97	0.9
Adjusted OR (95% CI) ^c		0.65 (0.43, 0.98)	0.89 (0.61, 1.3)	0.82 (0.55, 1.2)	

^aFirst tertile, 1–3.62 wells/mile; second tertile, 3.63–125 wells/mile; third tertile, 126–1,400 wells/mile. ^bPerformed as two-tailed test on unadjusted logistic regression. ^cAdjusted for maternal age, ethnicity, smoking, alcohol use, education, and elevation of residence, as well as infant parity and sex. ^dAdjusted only for residence elevation because of low numbers.

McKenzie et al 2014

Cardiaques

Neurologiques



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

RESEARCH ARTICLE

Perinatal Outcomes and Unconventional Natural Gas Operations in Southwest Pennsylvania

Shaina L. Stacy¹, LuAnn L. Brink², Jacob C. Larkin³, Yoel Sadovsky³, Bernard D. Goldstein¹, Bruce R. Pitt^{1*}, Evelyn O. Talbott²

¹ Department of Environmental and Occupational Health, Graduate School of Public Health, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania, United States of America, ² Department of Epidemiology, Graduate School of Public Health, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania, United States of America, ³ Magee-Womens Research Institute and Department of Obstetrics, Gynecology and Reproductive Sciences, School of Medicine, University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania, United States of America

* brucep@pitt.edu

2015

‘WET GAS’

- **CONCLUSIONS:**
- ↑ Bébés de petit poids du groupe 1 à 4.
- Pas de ↑ de prématurité

REPRODUCTION - GESTATIONNEL

- STACEY 2015
- Étude rétrospective - Base de données de 3 'counties' du sud de la Pennsylvanie 2007 - 2010
- 15 451 naissances vivantes
- Approche selon IDW: 4 groupes
- Modèle ajusté pour facteurs prénataux importants:
âge de la mère, éducation, suivi prénatal, tabac, poids de la mère...



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

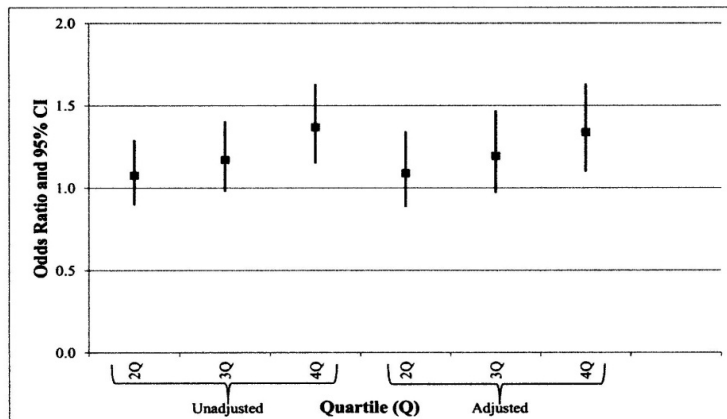


Fig 2. Unadjusted and adjusted odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) for small for gestational age (adjusted for mom's age, mom's education, pre-pregnancy weight, gender of infant, prenatal visits, smoking during pregnancy, gestational diabetes, WIC, race, and birth order). Key: Referent (First quartile), <0.87 wells per mile; Second quartile (2Q), 0.87 to 2.59 wells per mile; Third quartile (3Q), 2.60 to 5.99 wells per mile; Fourth quartile (4Q), ≥6.00 wells per mile.

doi:10.1371/journal.pone.0126425.g002

Stacey
2015

Différences entre les études:

- Disposition des eaux de reflux (Colorado vs Pennsylvanie)?
- Type de gaz?: 'wet gas' vs 'dry gas' : Plus de benzène dans le 'wet gas'
- Présence d'autres industries ? (Sud de la Pennsylvanie)

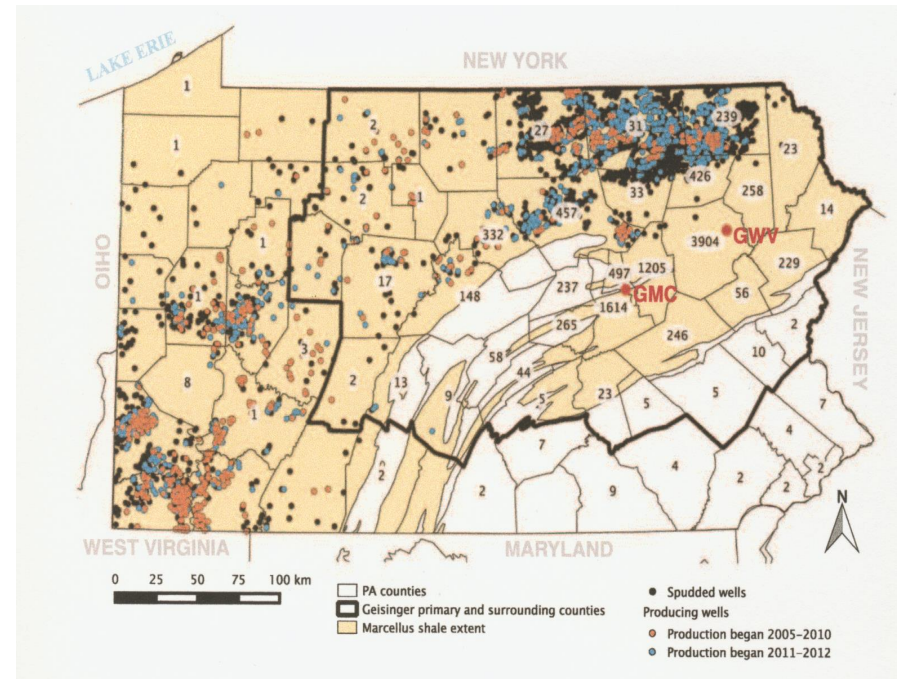
REPRODUCTION - GESTATIONNEL

Unconventional Natural Gas Development and Birth Outcomes in Pennsylvania, USA

2016

*Joan A. Casey,^{a,f} David A. Savitz,^{d,e} Sara G. Rasmussen,^a Elizabeth L. Ogburn,^b Jonathan Pollak,^a
Dione G. Mercer,^g and Brian S. Schwartz^{a,c,g}*

- Étude de cohorte rétrospective 2009-2013
- Centre et nord-est
- 10 496 naissances
- Prématurité – Petit poids – APGAR
- **Conclusion: ↑ prématurité**
- **Pas de ↑ Bébés de petit poids**



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

TABLE 3. Associations of Term Birth Weight and Preterm Birth and Exposure to UNGD Activity

Variable	Model 1A ^a	Model 2A ^b	Model 1B ^c	Model 2B ^d
	Term Birth Weight (g)		Preterm Birth	
	Difference (95% CI)	Difference (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)
UNGD activity quartile	N = 8,839	N = 8,839	N = 9,848	N = 9,848
1	Reference	Reference	1.0	1.0
2	-21 (-46, 5)	-16 (-44, 11)	1.2 (0.9, 1.6)	1.3 (1.0, 1.8)
3	-9 (-35, 16)	1 (-34, 36)	1.3 (1.0, 1.7)	1.6 (1.1, 2.4)
4	-31 (-57, -5)	-20 (-56, 16)	1.4 (1.0, 1.9)	1.9 (1.2, 2.9)
Year of birth				
2009 or 2010		Reference		1.0
2011, 2012, or 2013		12 (-15, 39)		1.3 (1.0, 1.8)



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

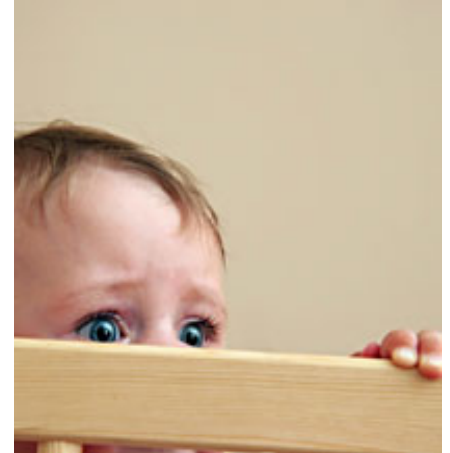
SCIENCE ADVANCES | RESEARCH ARTICLE

ENVIRONMENTAL STUDIES

Hydraulic fracturing and infant health: New evidence from Pennsylvania

Janet Currie,^{1,2*} Michael Greenstone,^{2,3} Katherine Meckel⁴

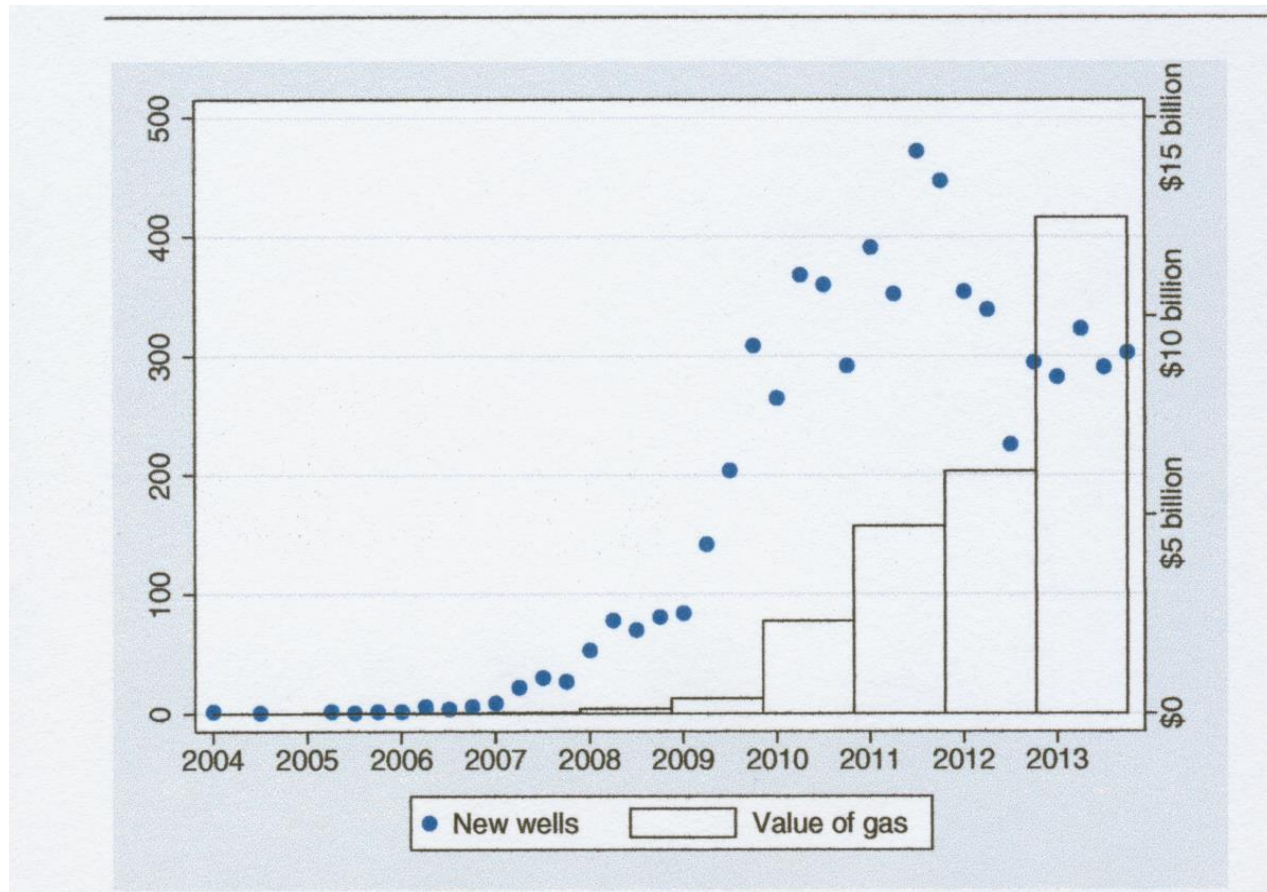
2017



- **Analyse toutes les naissances 2004-2013**
- **> 1.1 x10⁶ naissances**
- Impact chez les bébés jusqu'à 3Km des puits lors de grossesse
- **CONCLUSIONS:**
- À < 1 Km, ↑ bébés de petit poids (2500gm) de **25%**
- À < 1 Km, ↓ index de santé globale des bébés

REPRODUCTION - GESTATIONNEL

- Évolution de l'industrie en Pennsylvanie:



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

Review

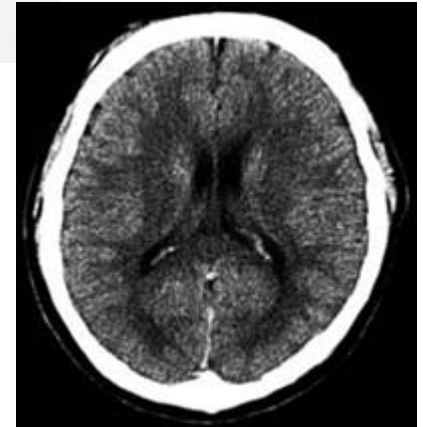
Ellen Webb*, Julie Moon, Larysa Dyrszka, Brian Rodriguez, Caroline Cox, Heather Patisaul, Sheila Bushkin and Eric London

Neurodevelopmental and neurological effects of chemicals associated with unconventional oil and natural gas operations and their potential effects on infants and children

2018

PRODUITS PRINCIPAUX:

1. Métaux lourds (arsenic – manganèse)
2. Hydrocarbures polycycliques aromatiques
3. BTEX (benzène – toluène – ethylbenzène – xylène)
4. Particules fines



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

- **EFFETS NEURODÉVELOPPEMENTAUX ET NEUROLOGIQUES:**
- **Métaux:** Développement cérébral – troubles apprentissage – moteurs
- **Particules fines:** Neuro-inflammatoires – Dégénératifs – Psychiatriques
- **BTEX:** Troubles apprentissage – langage – concentration – anxiété – malformations – atteinte tube neural
- **HAP:** Atteinte neurologiques – immunitaires – métaboliques – carcinogène - petit poids – atteinte tube neural – atteinte QI



REPRODUCTION - GESTATIONNEL

Gestational exposure to volatile organic compounds (VOCs) in Northeastern British Columbia, Canada: A pilot study

Élyse Caron-Beaudoin^{a,b,c,d,*}, Naomi Valter^{a,b}, Jonathan Chevrier^e, Pierre Ayotte^{f,g}, Katherine Frohlich^{b,h}, Marc-André Verner^{a,b}

^a Department of Occupational and Environmental Health, School of Public Health, Université de Montréal, 2375 chemin de la Côte-Sainte-Catherine, Montreal, QC H3T 1A8, Canada

^b Université de Montréal Public Health Research Institute (IRSPUM), Université de Montréal, 7101, Parc Ave., Montreal, QC H3N 1X7, Canada

^c INRS-Institut Armand-Frappier, Université du Québec, 531 boulevard des Prairies, Laval, QC H7V 1B7, Canada

^d Center for Interdisciplinary Research on Well-Being, Health, Society and Environment (CINBIOSE), Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succursale Centre-ville, Montreal, QC H3C 3P8, Canada

^e Department of Epidemiology, Biostatistics and Occupational Health, McGill University Faculty of Medicine, 1020 Pine Avenue West, room 42, Montreal, QC H3A 1A2, Canada

^f Centre de toxicologie du Québec, Institut National de la Santé Publique du Québec, 945 avenue Wolfe, Québec, QC G1V 5B3, Canada

^g Axe Santé des Populations et Pratiques Optimales en Santé, Centre de Recherche du CHU de Québec-Université Laval, Hôpital du Saint-Sacrement, 1050 Chemin Ste-Foy, Québec, QC G1S 4L8, Canada

^h Department of Social and Preventive Medicine, School of Public Health, Université de Montréal, 7101 Av du Parc, Montréal, QC H3N 1X9, Canada



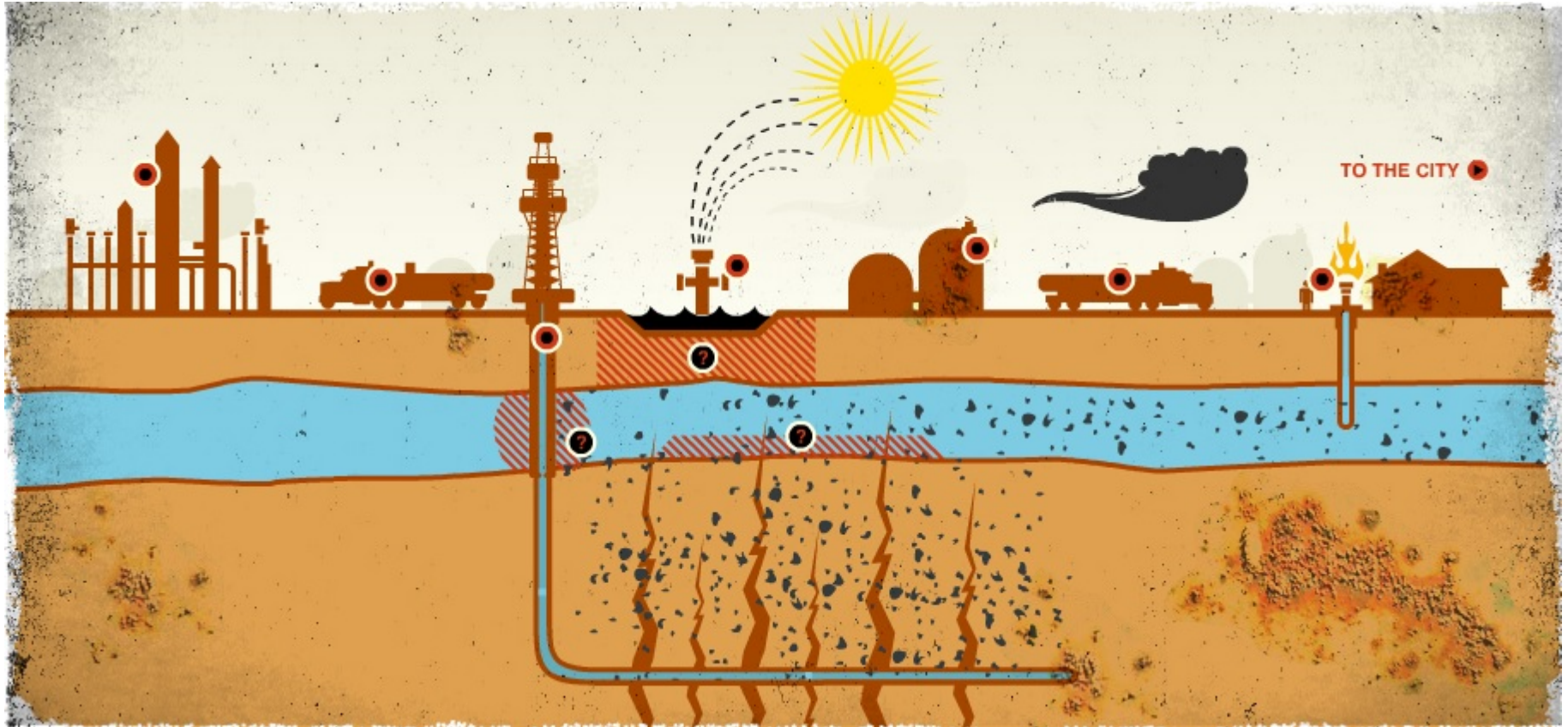
2018

COLOMBIE-BRITANNIQUE



- Seul groupe au Canada qui étudie les impacts sanitaires de la fracturation hydraulique a.n. produits toxiques.
- Présence élevée d'un métabolite du benzène chez les femmes enceintes.
- Nécessité de monitoring plus exhaustif des biomarqueurs.

AUTRES ASSOCIATIONS



ENDOCRINIEN

Endocrine-Disrupting Chemicals and Oil and Natural Gas Operations: Potential Environmental Contamination and Recommendations to Assess Complex Environmental Mixtures

2016

Christopher D. Kassotis,¹ Donald E. Tillitt,² Chung-Ho Lin,³ Jane A. McElroy,⁴ and Susan C. Nagel⁵

¹Nicholas School of the Environment, Duke University, Durham, North Carolina, USA; ²U.S. Geological Survey, Columbia Environmental Research Center, Columbia, Missouri, USA; ³Department of Forestry, School of Natural Resources, University of Missouri, Columbia, Missouri, USA; ⁴Department of Family and Community Medicine, and ⁵Department of Obstetrics, Gynecology and Women's Health, School of Medicine, University of Missouri, Columbia, Missouri, USA

- Peu d'études réalisées spécifiquement sur l'aspect perturbateur endocrinien (PE) de cette industrie.
- Les PE peuvent agir à très basses doses et à des périodes particulièrement sensibles du développement.
- **Revue de 353 produits chimiques utilisés dans l'industrie en 2011: 120 sont des PE connus ou suspectés.**
- Études pilotes auprès des employé-e-s en 2013-2014: Exposition excède parfois les limites recommandées aux ÉUA (NIOSH – ACGIH)

ENDOCRINIEN

- **EXEMPLES:**

- COV : Fécondité – fertilité. ↑ avortements, malformations – prématurité.
- Naphtalène: Système reproducteur et perturbation niveaux stéroïdiens
- Plusieurs cancers sont hormonaux dépendants

- **RECOMMANDATIONS:**

- Nécessité d'un biomonitoring
- Intégrer analyses centrées sur système endocrinien
- Études in vitro d'effet PE des produits chimiques

CANCERS

Unconventional oil and gas development and risk of childhood leukemia: Assessing the evidence



Elise G. Elliott^a, Pauline Trinh^a, Xiaomei Ma^a, Brian P. Leaderer^a, Mary H. Ward^b, Nicole C. Deziel^{a,*}

^a Yale School of Public Health, Yale University, 60 College St., New Haven, CT 06520, USA.

^b National Cancer Institute, National Institutes of Health, 9609 Medical Center Drive, Bethesda, MD 20850, USA.

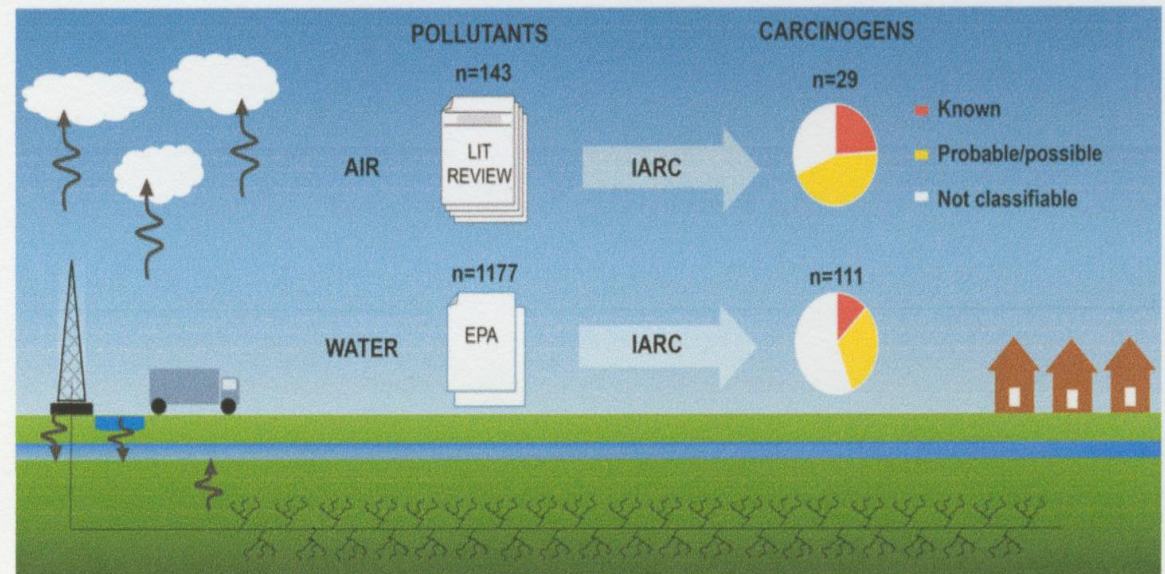
2017

HIGHLIGHTS

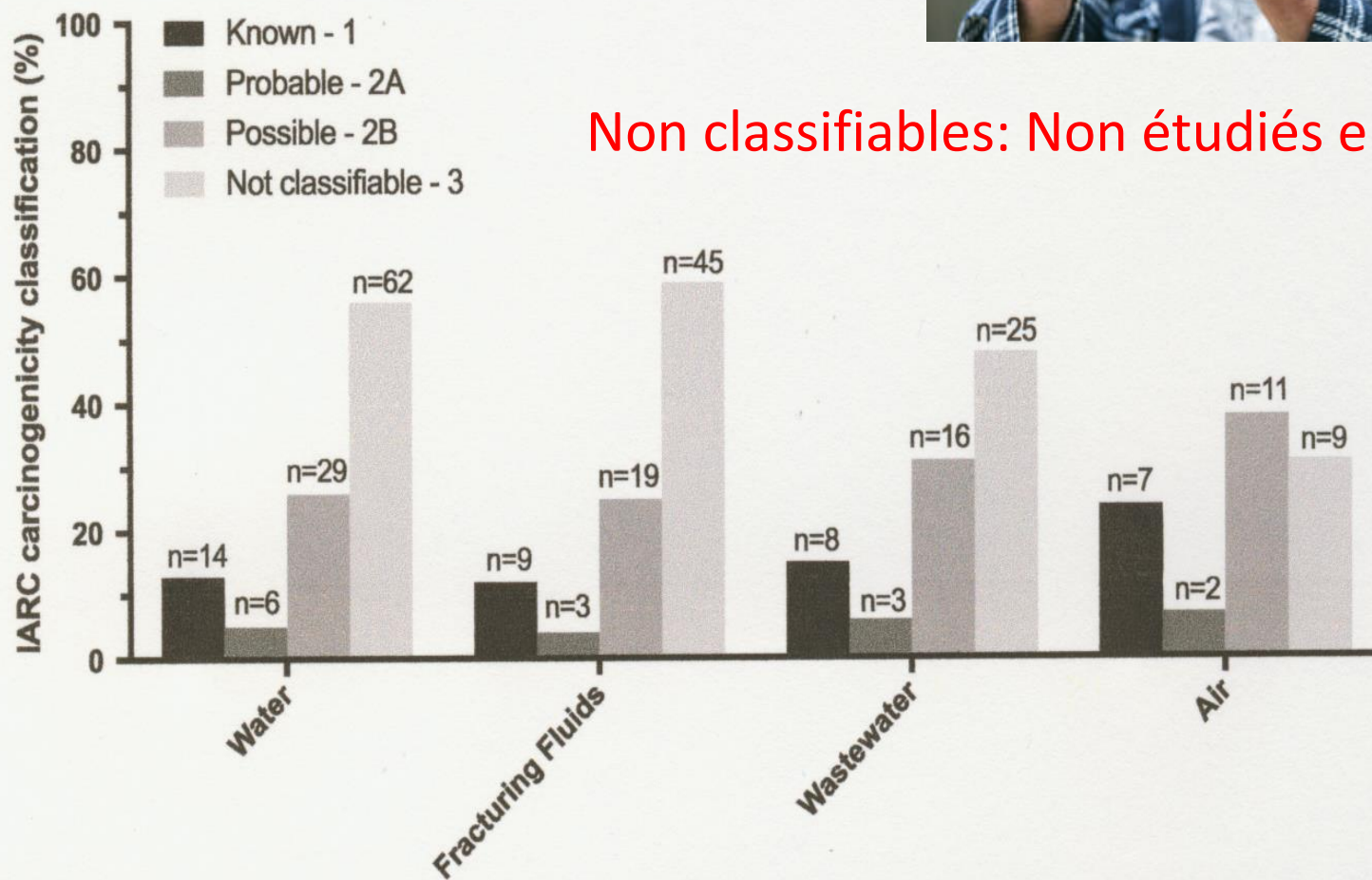
- Concerns exist about carcinogenic effects of unconventional oil & gas development.
- We evaluated the carcinogenicity of 1177 water pollutants and 143 air pollutants.
- These chemicals included 55 known, probable, or possible human carcinogens.
- Specifically, 20 compounds had evidence of leukemia/lymphoma risk.
- Research on exposures to unconventional oil & gas development and cancer is needed.

GRAPHICAL ABSTRACT

Produits chimiques utilisés par l'industrie



CANCERS



CANCERS

Summary of Investigation into the Occurrence of Cancer
Zip Codes 75022 and 75028, Flower Mound
Denton County, Texas
1998–2007, 2007–2009
March 8, 2010



- Une des premières revues sur le sujet.
- Leucémies, lymphomes chez enfants.
- Cancers du sein et du SNC, à la demande des citoyen-e-s.
- **CONCLUSIONS:**
- Pas de hausse des cancers du sang
- Hausse légère du cancer du sein (+ de mammographies?)
- Études qui présente plusieurs limitations.

CANCERS

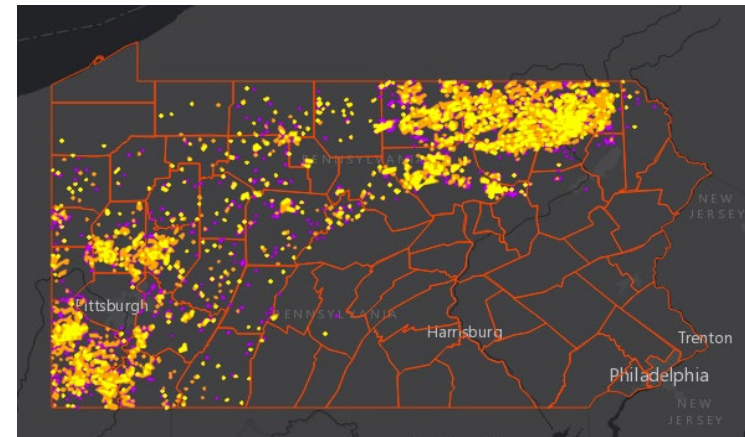
ORIGINAL ARTICLE

Childhood Cancer Incidence in Pennsylvania Counties in Relation to Living in Counties With Hydraulic Fracturing Sites

2013

Jon Fryzek, PhD, Susan Pastula, MPH, Xiaohui Jiang, MPH, and David H. Garabrant, MD, MPH

- Étude pré – post fracturation: 1990 ad 1^{er} puits vs 1^{er} puits ad 2009
- **CONCLUSIONS:**
- Pas de hausse des leucémies
- Légère hausse des cancers du système nerveux central
- Ceci, dans les ‘counties’ avec < 500 puits...
- **MAIS:**
- Latences non considérées
- 98% des puits: verticaux
- Probablement pas de fracturation
- Financement par l’industrie du gaz naturel...



CANCERS

Maternal Benzene Exposure during Pregnancy and Risk of Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia: A Meta-Analysis of Epidemiologic Studies



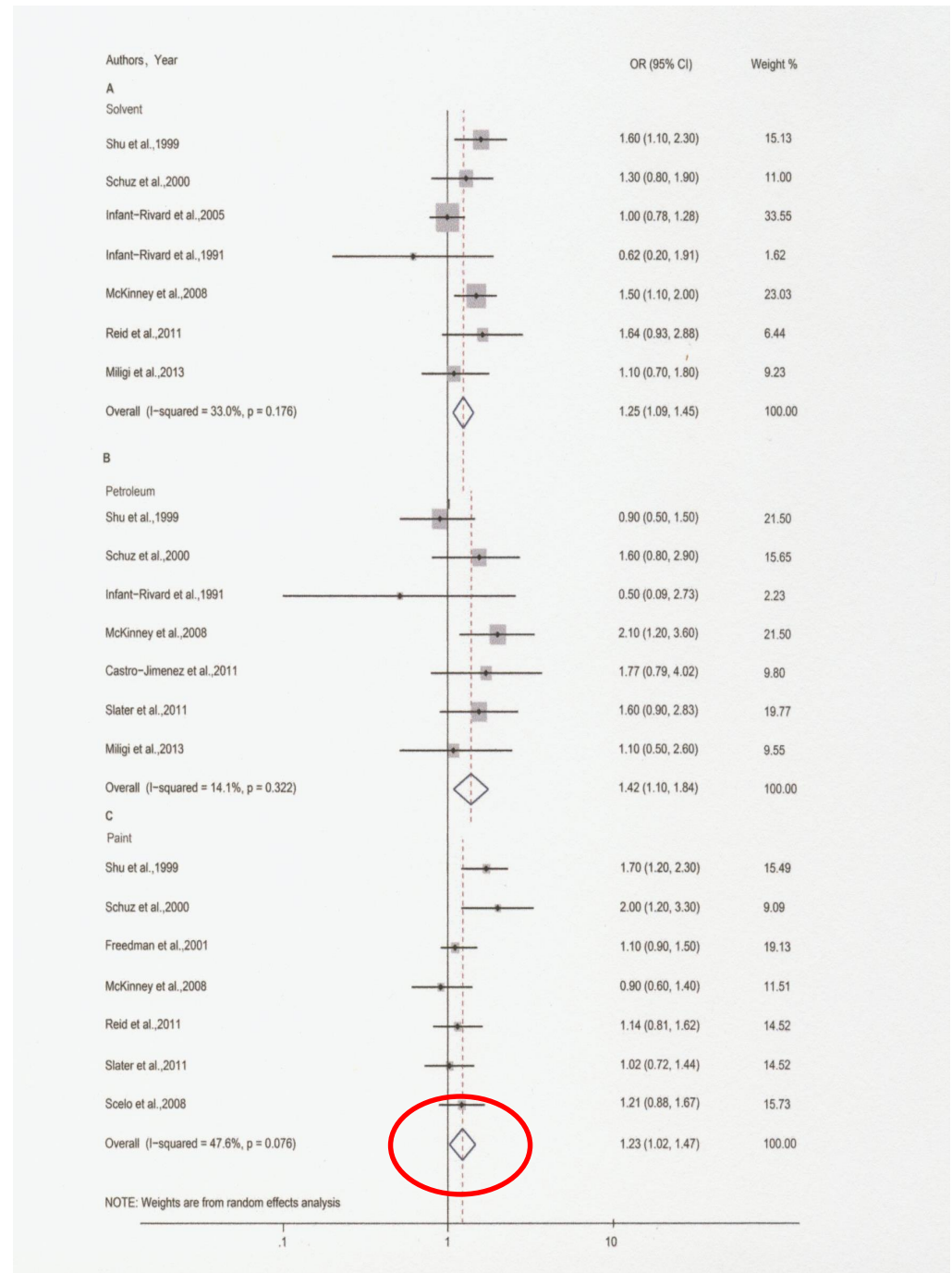
2014

Yanfeng Zhou[®], Shaozun Zhang[®], Zhen Li, Jie Zhu, Yongyi Bi, YuE Bai, Hong Wang*

Department of Occupational and Environmental Health, School of Public Health, Wuhan University, Wuhan, P. R. China

- **Méta-analyse de 29 Études**
- Produits pétroliers – peintures – solvants – etc...
- **Conclusion:** Exposition benzène associée à une hausse significative de leucémie aigue lymphoblastique (LLA)
- OR 1.25 (1.09-1.45)

CANCERS



CANCERS

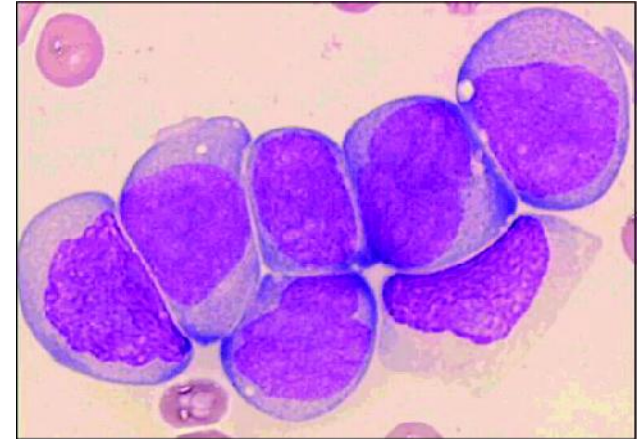
RESEARCH ARTICLE

Childhood hematologic cancer and residential proximity to oil and gas development 2017

Lisa M. McKenzie^{1*}, William B. Allshouse¹, Tim E. Byers², Edward J. Bedrick³, Berrin Serdar¹, John L. Adgate¹

¹ Department of Environmental and Occupational Health, Colorado School of Public Health, University of Colorado Anschutz Campus, Aurora, Colorado, United States of America, ² Department of Epidemiology, Colorado School of Public Health, University of Colorado Anschutz Campus, Aurora, Colorado, United States of America, ³ Epidemiology and Biostatistics Department, Mel & Enid Zuckerman College of Public Health, University of Arizona, Tucson, Arizona, United States of America

* Lisa.McKenzie@ucdenver.edu



- **CONCLUSIONS:**
- Groupe 5-24 ans: Leucémie Aigue Lymphoblastique (LLA): 4.3 fois plus élevée entre zone d'exposition la plus et la moins élevée.

CANCERS



- McKenzie 2017- Colorado
- Base de données – 2001-2013
- Étude cas - contrôle.
- Tous les cas de cancers dans la population entre 0 et 24 ans.
- 87 cas leucémie aigue (LLA)
- 50 cas lymphome (LNH)
- 528 contrôles: autres types cancers
- Rayon de 16.1 Km autour des puits
- Densité: IDW (inverse distance weighted): Combinaison du nb de puits et de la proximité.
- Latence de 10 ans entre exposition et le Dx: pré et post natale

CANCERS

Table 4. Association between annual inverse distance weighted well count within 16.1-kilometer radius of residence at diagnosis averaged over exposure period and acute lymphocytic leukemia (ALL).

Inverse Distance Weighted Well Count ^a	0 Wells within 16.1 Kilometers	Low ^a	Medium ^a	High ^a	P-value trend tests ^b
Total Study Population (0 to 24 years)					
Cases (N)	15 (9.2%)	21 (14%)	26 (18%)	25 (16%)	
Controls (N)	147	132	119	130	
Crude OR	1.0	1.6 (0.77, 3.1)	2.1 (1.1, 4.2)	1.9 (0.95, 3.7)	
Model 1 Adjusted OR (95% CI) ^c	1.0	2.3 (0.94, 5.5)	2.6 (1.1, 6.3)	1.9 (0.78, 4.8)	0.22
Model 2 Adjusted OR (95% CI) ^d	1.0	2.5 (1.0, 6.1)	2.8 (1.2, 6.8)	2.0 (0.80, 5.0)	0.21
5 to 24 Years					
Cases (N)	8 (5.9%)	9 (7.7%)	15 (13%)	16 (14%)	
Controls (N)	128	108	99	96	
Crude OR	1.0	1.3 (0.50, 3.6)	2.4 (0.99, 5.9)	2.7 (1.1, 6.5)	
Model 1 Adjusted OR (95% CI) ^c	1.0	2.9 (0.80, 11)	3.4 (0.99, 12)	4.3 (1.1, 16)	0.035
Model 2 Adjusted OR (95% CI) ^d	1.0	3.2 (0.84, 13)	3.6 (1.0, 13)	4.6 (1.2, 18)	0.032
0 to 4 Years					
Cases (N)	7 (26%)	12 (33%)	11 (35%)	9 (21%)	
Controls (N)	19	24	20	34	
Crude OR	1.0	1.4 (0.45, 4.1)	1.5 (0.48, 4.7)	0.72 (0.23, 2.2)	
Model 1 Adjusted OR (95% CI) ^e	1.0	1.7 (0.44, 6.5)	2.3 (0.57, 9.4)	0.73 (0.18, 3.0)	0.50
Model 2 Adjusted OR (95% CI) ^f	1.0	1.5 (0.38, 5.9)	2.3 (0.58, 9.4)	0.51 (0.12, 2.2)	0.31

^a All age groups: low = first tertile, < 4.9 wells per 1.6 kilometers, medium = second tertile, 4.9 to 33.6 wells per 1.6 kilometers, high = third tertile, more than 33.6 wells per 1.6 kilometers.

^b Trend tests performed by treating categorical inverse-distance well count as an ordinal.

^c Adjusted for age, race, gender, socioeconomic status, and elevation.

^d Adjusted for age, race, gender, socioeconomic status, elevation, and year of diagnosis.

^e Adjusted for race, gender, socioeconomic status, and elevation.

^f Adjusted for race, gender, socioeconomic status, elevation, and year of diagnosis.

CANCERS

- **COMMENTAIRES:**

- **Leucémie aigue lymphoblastique (LLA):**

Leucémie la plus fréquente chez les enfants

Mécanismes: Prédisposition génétique – Facteurs environnementaux.

Exposition in-utéro et postnatale (HAP – benzène – fumées diverses)

- Latence de quelques années
→ groupe 0-4 ans n'a pas
d'incidence plus ↑



RESPIRATOIRE

JAMA Internal Medicine | Original Investigation

Association Between Unconventional Natural Gas Development in the Marcellus Shale and Asthma Exacerbations

Sara G. Rasmussen, MHS; Elizabeth L. Ogburn, PhD; Meredith McCormack, MD; Joan A. Casey, PhD; Karen Bandeen-Roche, PhD; Dione G. Mercer, BS; Brian S. Schwartz, MD, MS

- Étude cas contrôle de personnes asthmatiques dans la zone de forage vs hors de la zone.
- Plus de 25 000 cas exposés et 30 000 contrôles non exposés.
- **CONCLUSIONS: Association claire entre présence des sites de forages et exacerbation de l'asthme, crises de légères à sévères**



RESPIRATOIRE

- **Résultats – Rasmussen 2016:**
- Incidence plus élevée de crises d'asthme lors de toutes les phases, particulièrement lors de la production.

Table 2. Associations of Unconventional Natural Gas Development Activity Metrics and Asthma Outcomes^a

Activity Metric ^b	Odds Ratio (95% CI)	Asthma Emergency Department Visits	OCS Orders
	Asthma Hospitalizations		
Pad			
Low	1.26 (1.06-1.50)	1.53 (1.06-2.23)	1.54 (1.37-1.74)
Medium	1.37 (1.15-1.64)	1.77 (1.2-2.6)	1.66 (1.47-1.87)
High	1.45 (1.21-1.73)	1.37 (0.94-1.99)	1.59 (1.41-1.81)
Spud			
Low	1.16 (0.98-1.37)	1.53 (1.06-2.21)	1.45 (1.29-1.63)
Medium	1.26 (1.05-1.50)	1.54 (1.04-2.27)	1.98 (1.75-2.24)
High	1.64 (1.38-1.97)	1.57 (1.08-2.29)	1.99 (1.75-2.26)
Stimulation			
Low	1.13 (0.96-1.33)	1.51 (1.05-2.19)	1.23 (1.09-1.39)
Medium	1.31 (1.10-1.57)	1.74 (1.17-2.61)	2.22 (1.95-2.53)
High	1.66 (1.38-1.98)	1.71 (1.16-2.52)	3.00 (2.60-3.45)
Production			
Low	1.10 (0.92-1.30)	1.47 (1.01-2.14)	1.28 (1.13-1.46)
Medium	1.16 (0.97-1.38)	1.10 (0.74-1.65)	2.15 (1.87-2.47)
High	1.74 (1.45-2.09)	2.19 (1.47-3.25)	4.43 (3.75-5.22)

ORL – MIGAINES - FATIGUE

A Section 508-conformant HTML version of this article
is available at <http://dx.doi.org/10.1289/EHP281>.

Research

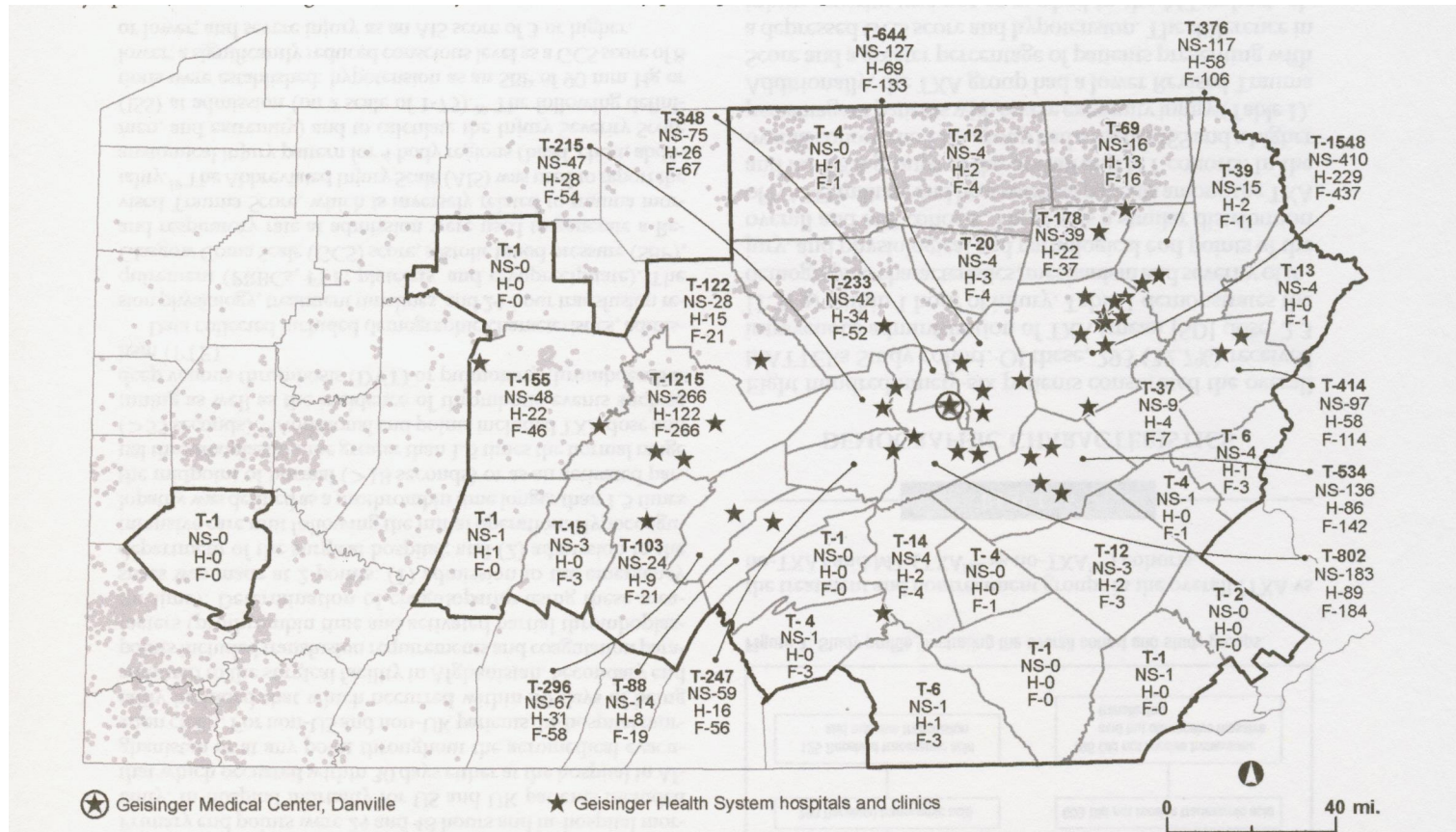
Associations between Unconventional Natural Gas Development and Nasal and Sinus, Migraine Headache, and Fatigue Symptoms in Pennsylvania

Aaron W. Tustin,¹ Annemarie G. Hirsch,² Sara G. Rasmussen,¹ Joan A. Casey,³ Karen Bandeen-Roche,⁴ and Brian S. Schwartz^{1,2,5}

- Questionnaire auprès de 23 700 adultes en Pennsylvanie.
- **Présence de rhinosinusite chronique (RSC), migraines et fatigue.**
- **Pourquoi?** Problèmes de santé importants- Coûts sociaux significatifs
- Prévalence très variable dans la pop générale:
- RSC: 2-15% - migraines: 5-15% - fatigue: 5-40%

ORL – MIGRAINES - FATIGUE

- Tustin 2017 – Résultats: Taux de réponse : 33%

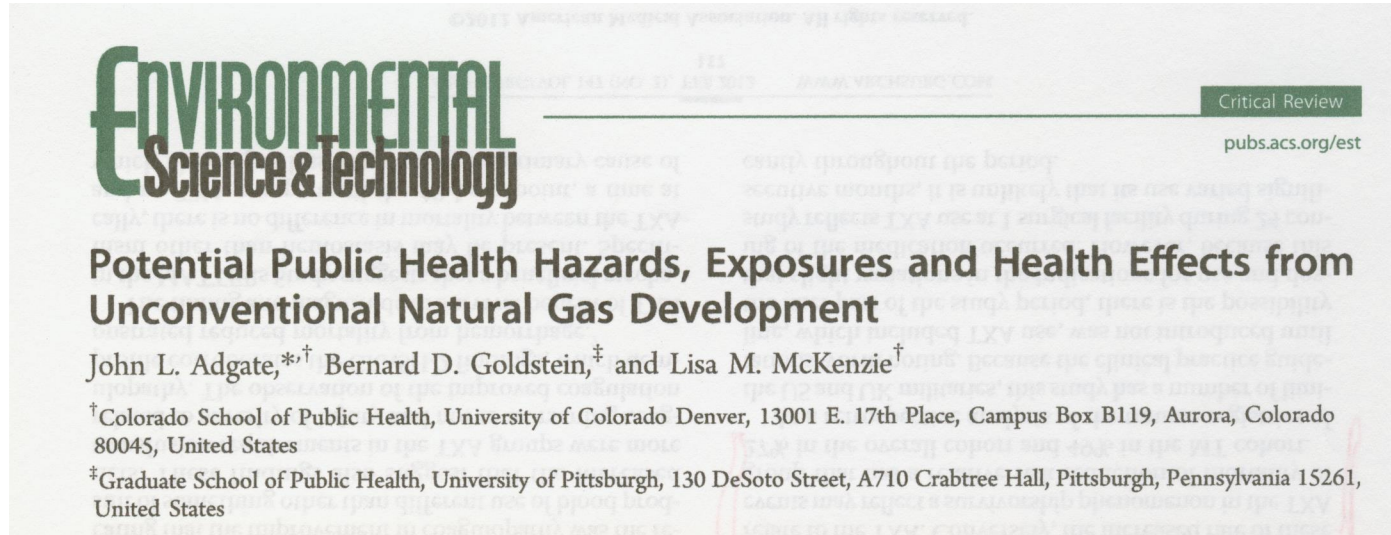


ORL – MIGRAINES - FATIGUE

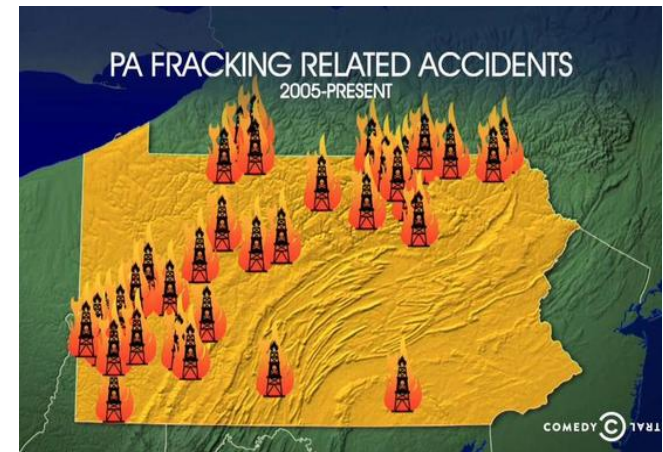
- **CONCLUSIONS: Association entre hausse des signes et symptômes et degré d'activité industrielle:**
- Réponses: RSC 24% - Migraines: 23% - Fatigue 25%.
- Entre niveaux d'activités 1 (faible) et 4 (élevé) (stat signif):
 - Odds Ratio (OR) de RSC et fatigue: **1.88**
 - Migraine et fatigue: **1.95**
 - RSC, migraines et fatigue: **1.84**



ACCIDENTS – SANTÉ AU TRAVAIL

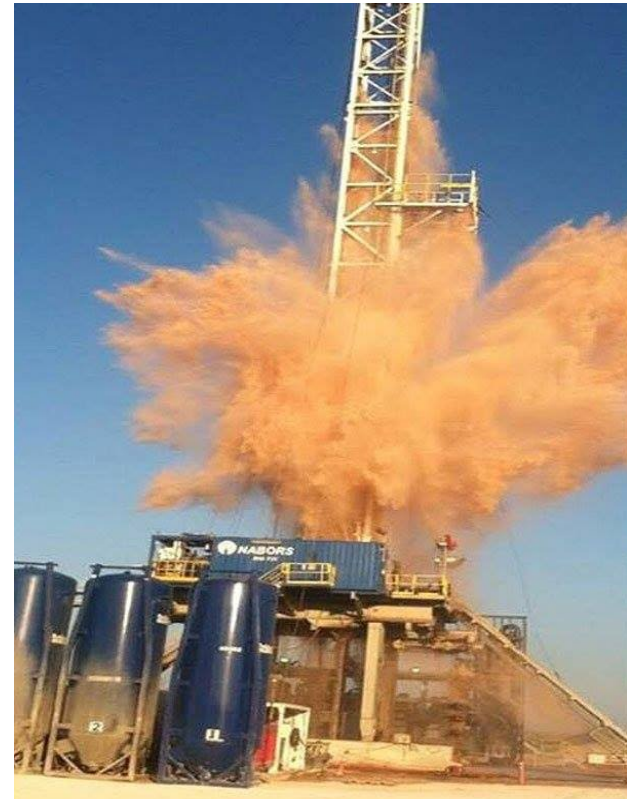


- Risque d'accidents **2-3 fois** plus élevé que dans l'industrie de la construction.
- Et **7 fois** plus élevé que dans l'industrie générale.
- Taux de décès associé aux accidents: **8 fois** plus élevé que dans les autres industries.



ACCIDENTS

- **Sulfure d'hydrogène (H₂S)** émis par les puits:
- Haut risque d'explosion
- Exposition chronique: Atteinte du système nerveux central
- Décès si plus de 1000 ppm
- Monitoring individuel n'est souvent pas effectué
- Peu étudié – peu documenté



SANTÉ AU TRAVAIL



- Exposition à la **silice**
- Selon une étude aux ÉUA, > 80% des travailleurs exposés à un taux supérieur au taux maximum admis par organismes de surveillance
- Silicose - Cancers – Progression des maladies pulmonaires obstructives chroniques – pathologies rénales – maladies autoimmunitaires – association avec tuberculose

SANTÉ AU TRAVAIL

- **Exposition plus élevée au BTEX – poussières – hydrocarbures - fumées de diésel.**
- Exposition continue à des perturbateurs endocriniens.
- Exposition continue à des doses infimes peuvent avoir un impact sur la santé
- Encore très peu de monitoring et très peu étudié.
- Kassotis CD 2016



ACCIDENTS ET LA COMMUNAUTÉ

- Population générale est aussi exposé à un risque accru d'accidents (hausse de 40% au Texas...).
- En moyenne ≈ 1000 camions / puits.
- Entraîne: diminution du transport actif
- Diminution du sentiment de sécurité.

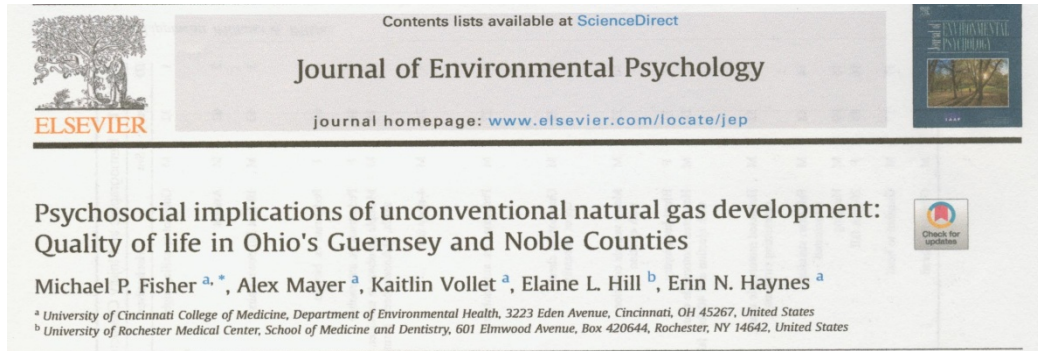


ACCIDENTS ET LA COMMUNAUTÉ

- Perturbations a.n. nappes phréatiques favorisent les inondations (Colorado 2013)
- Population exposée aux agents chimiques, hydrocarbures.
- Ruptures de conduites. Risques infectieux.



FACTEURS PSYCHO-SOCIAUX



- **Psychologiques**
 - Stress - Frustration - Manipulation
- **Sociaux**
 - Divisions familles – tissu social
- **Environnement**
 - Détérioration générale - agriculture
- **Santé physique**
 - Interrogations au niveau des risques
- **Circulation**
 - Accidents – Modes de transport



FACTEURS PSYCHO-SOCIAUX

Psychosocial Impact of Fracking: a Review of the Literature on the Mental Health Consequences of Hydraulic Fracturing

Jameson K. Hirsch, K. Bryant Smalley, Emily M. Selby-Nelson, Jane M. Hamel-Lambert, Michael R. Rosmann, Tammy A. Barnes, et al.

International Journal of Mental Health and Addiction

ISSN 1557-1874

Int J Ment Health Addiction
DOI 10.1007/s11469-017-9792-5

- **INDIVIDUEL**

- Perception + ou - ?
- Mysterious illness...
- Aucun contrôle possible
- Même en phase de planification
- Promoteurs malhonnêtes



FACTEURS PSYCHO-SOCIAUX

- **COMMUNAUTÉ**

- Milieu rural devient industriel
- Communauté paiera tout le coût de cette industrie
- Érosion des normes sociales
- Perte de la mémoire collective, des lieux significatifs
- Destruction des territoires des premières nations
- Violence 'man camps': agressions, drogues, ITS
- 'Frontier masculinity': individualisme, détresse psychologique

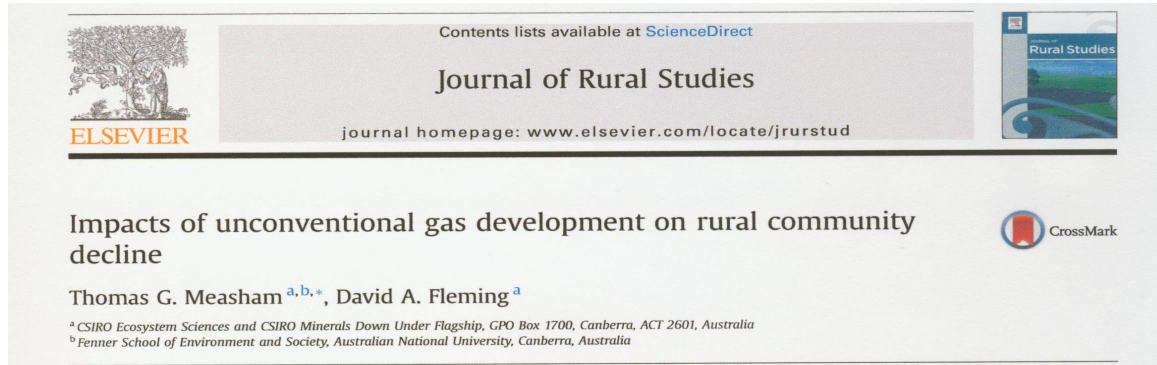


FACTEURS PSYCHO-SOCIAUX

- **COMMUNAUTÉ**
- Changements temporaires ou permanents?
- Groupes qui bénéficient de la présence de l'industrie
- Prix des propriétés à la hausse ou la baisse
- Populations les plus pauvres affectées

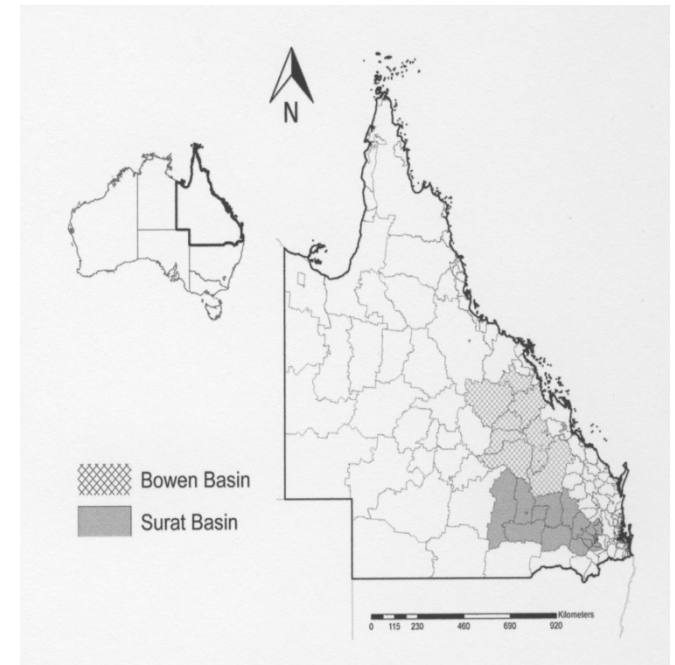


FACTEURS PSYCHO-SOCIAUX



- **FRACTURATION BÉNÉFIQUE?**

- ↓ Déclin rural
- ↓ Pauvreté
- ↑ Jeunes 25-29 ans
- ↑ Jeunes avec formation
- ↑ Femmes employées
- Différent des 'boomtowns' miniers



AGRICULTURE

- **ÉUA:**
- Eaux usées ont été utilisées pour irrigation terres
- Eaux usées ont été utilisées pour les animaux
- Dommages écologiques dans les zones agricoles
- Animaux malades, décédés, avec malformations
- Certifications organiques...

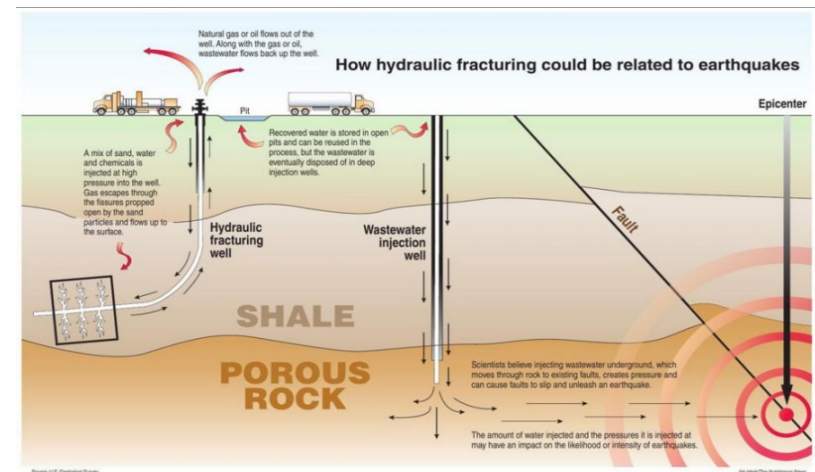


TREMBLEMENTS DE TERRE



Mars 2018

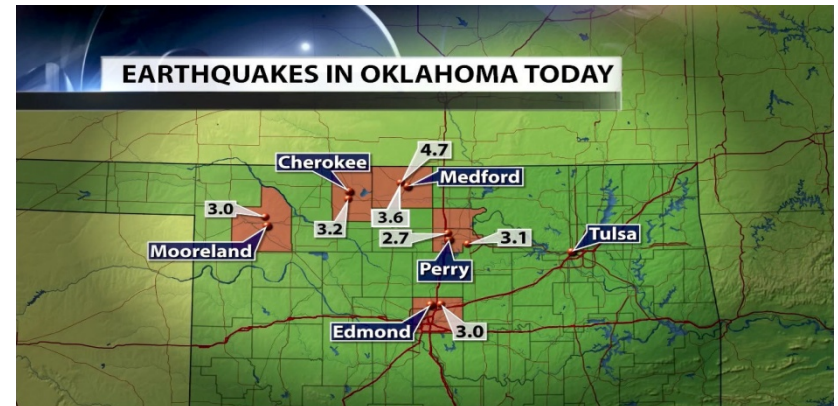
- **Fracturation hydraulique peut-elle augmenter le risque?**
- OUI, selon plusieurs groupes de géologues
- Risque ↑ de façon peut-être permanente
- Selon la US Geological Society, risques sont maintenant des centaines de fois plus élevés
- Chercheurs canadiens ont confirmé ceci dans l'ouest
- Risque peut se propager à plusieurs Km du forage



TREMBLEMENTS DE TERRE

- **Oklahoma depuis 2013.**
- 2013: 87 tremblements de terre en 1 semaine (maximum: 5.7)
- Auparavant: maximum de 50 par an
- Fréquence des tremblements de terre $\approx$ 600 fois plus élevée qu'avant les forages
- Impossible de prédire la venue d'un séisme
- À l'arrêt du forage, l'activité sismique diminue.

- **Ville de NY.**
- Aqueduc 100 milles à $\uparrow$ risque



CHANGEMENTS CLIMATIQUES



CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- **MÉTHANE:**
- Puissant gaz à effet de serre: **86 fois plus que le Co₂ sur 20 ans.**
- Industrie du gaz naturel n'offre probablement pas de bénéfices a.n. réchauffement climatique
- Émissions fugitives de méthane très importantes, si mesurées au dessus des sites de fracturation



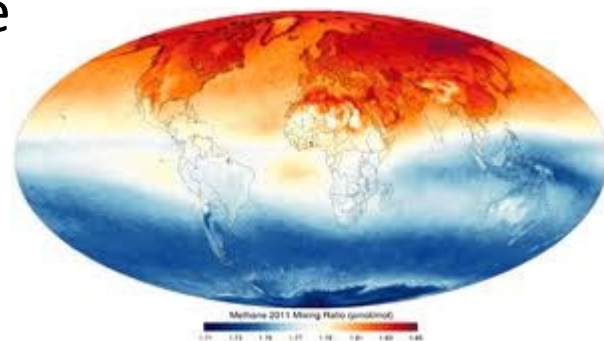
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- **MÉTHANE - FUITES:**
- ÉUA: Gaz stocké souvent dans d'anciennes cavernes délaissées. Risque de fuite élevé.
- La pire à ce jour: 2015 - Aliso Canyon en Californie.
- Plus de 100 000 tonnes métriques de méthane en 4 mois
- Équivalent de 1/2 millions d'autos pendant 1 an.
- Plus de 8000 familles évacuées – Milliers de gents atteints



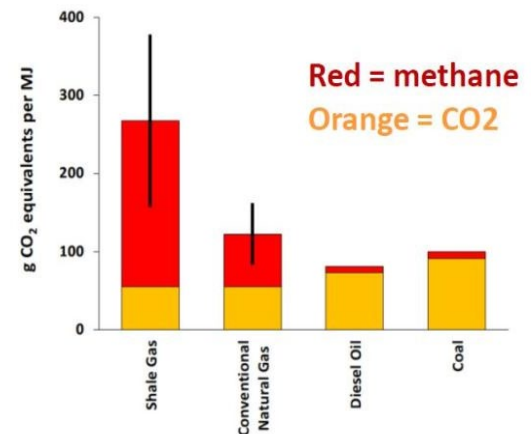
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- **MÉTHANE:**
- Cycle global du méthane (Décade 2003-2012): Émissions:558 téragrammes gaz.
 - 60% sources anthropogéniques
 - Dont 39% 2nd production de gaz
 - Hausse de la concentration de méthane plus rapide que CO₂
- Selon une étude du MIT et le Département de l'Énergie des ÉUA, les émissions fugitives sont telles qu'elles annulent tout bénéfice escompté avec le gaz naturel



CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- **MÉTHANE:**
- Méthodes de mesures actuelles donnent souvent des résultats erronés (plus bas) s'il n'y a pas de calibration quotidienne (BHFS)
- Mesures de l'industrie ('bottom up') souvent inadéquates, vs les mesures aériennes ('top down')
- Bottom Up: Nettement inférieures.



RECOMMANDATIONS ÉUA

Environmental Health Research Recommendations from the Inter-Environmental Health Sciences Core Center Working Group on Unconventional Natural Gas Drilling Operations

2014

Trevor M. Penning,¹ Patrick N. Breyse,² Kathleen Gray,³ Marilyn Howarth,¹ and Beizhan Yan⁴

¹Center of Excellence in Environmental Toxicology, Perelman School of Medicine, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, USA; ²Division of Environmental Health Engineering, Department of Environmental Health Sciences, Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Baltimore, Maryland, USA; ³Center for Environmental Health and Susceptibility, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, North Carolina, USA; ⁴Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, New York, USA

- Avant toute activité de forage: Effectuer des mesures de base de la qualité de l'eau et de l'air
- Déterminer des méthodes sensibles, spécifiques et précoces de la contamination de l'eau et de l'air
- Obliger les compagnies à divulguer leurs 'recettes'

RECOMMANDATIONS ÉUA

- Recherche a.n. déplacements des nappes d'eau de surface et en profondeur
- En aval des centres de traitement des eaux: recherche afin de vérifier leur efficacité
- Recherche fondamentale sur les constituants des produits de fracturation
- Recherche en santé au travail sur les risques associés



RECOMMANDATIONS ÉUA

- Recherche a.n. de l'impact des émissions de diesel
- Recherche a.n. du radon dans les maisons limitrophes
- Risques pour la santé: Recherche a.n. des bio-marqueurs dans l'air et l'eau
- Études épidémiologiques plus complètes afin de préciser les risques pour la santé
- Impliquer les populations locales à toutes les étapes de ces activités



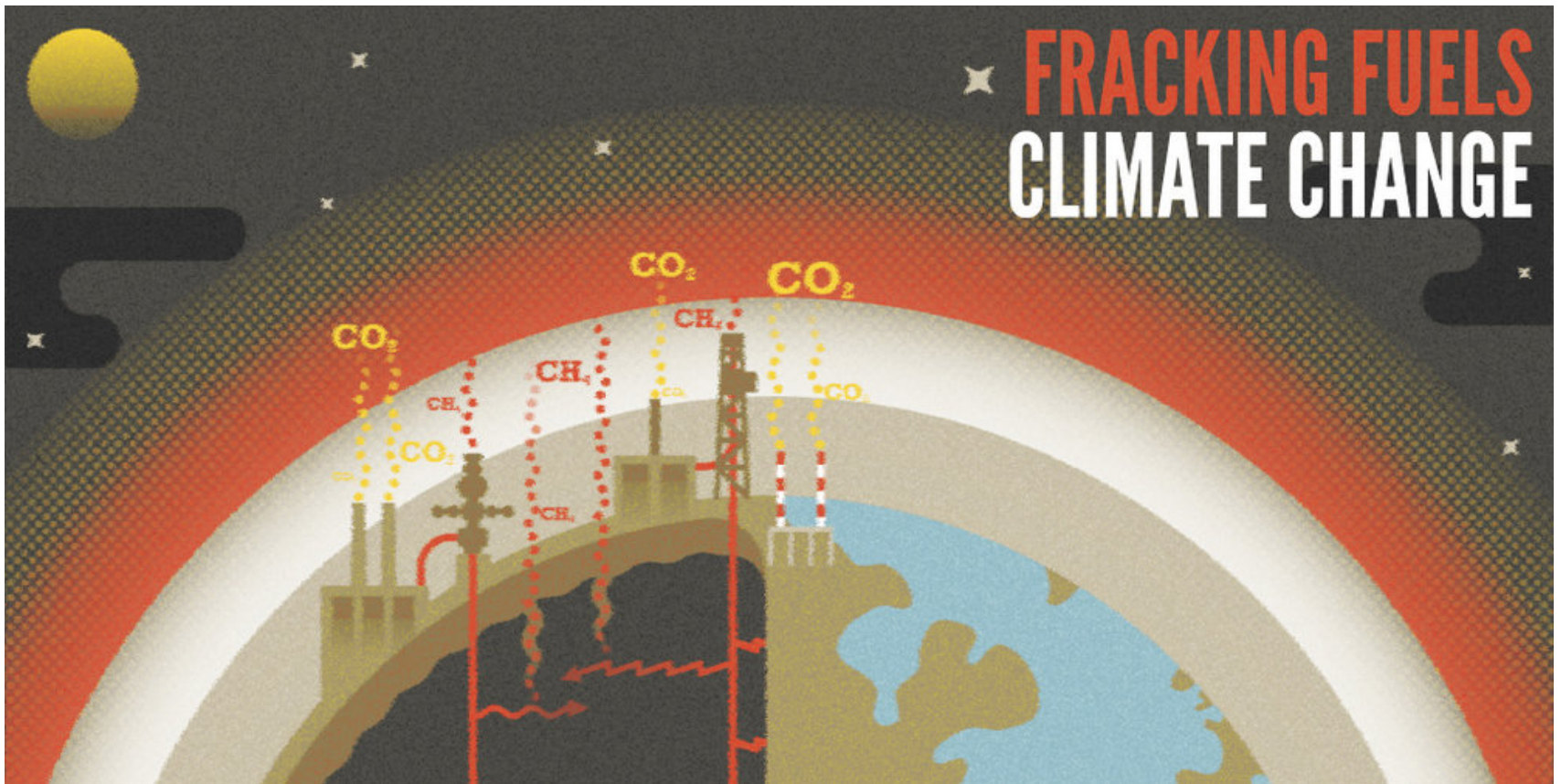
RECOMMANDATIONS ÉUA

- Évaluer l'impact social de cette activité a.n. de la qualité de vie et de l'impact dans toute la communauté
- Revoir les lois et règlements afin de mieux protéger la population
- S'assurer que la recherche ne soit pas dirigée par l'industrie
- Financement des activités de recherche: public et transparent



RECOMMANDATIONS ÉUA

- Évaluer l'impact de cette industrie a.n. des changements climatiques



SOCIÉTÉS MÉDICALES

- **2013:**
- Centaines d'organisations, scientifiques, de groupes de médecins ont écrit au Gouverneur Andrew Cuomo pour leur faire part de leurs inquiétudes a.n. de la santé publique.
- Plus de 30 000 professionnel-le-s de la santé.
- Et la liste s'allonge...



American Academy
of Pediatrics



DEDICATED TO THE HEALTH OF ALL CHILDREN®



U.S. #1 Rank of International Physicians for the Prevention of Nuclear War

CONCLUSIONS

- Risques pour la santé existent de façon certaine
- Ampleur inconnue
- Principe de précaution doit s'appliquer
- Développement des hydrocarbures est une avenue insensée actuellement.
- **L'Association Canadienne des Médecins pour l'Environnement demande un moratoire complet et définitif sur la fracturation hydraulique**



Association Canadienne
des Médecins
pour l'Environnement



Merci!

Notebaert.thibault@sympatico.ca