

## Salud percibida y explotación petrolera: ¿una posible exposición residencial?

---

*Emmanuelle Cadot  
Marion Soler  
Valérie Borell-Estupina  
Laurence Maurice  
Sylvia Becerra  
Jacques Gardon*

### **Un contexto científico complejo**

La producción petrolera, a lo largo de la cadena de explotación (perforación, transporte y transformación), puede ser fuente de importantes contaminaciones ambientales por la dispersión de numerosos compuestos químicos (Nadal *et al.*, 2011). Dentro de dichos compuestos, los hidrocarburos aromáticos monocíclicos, conocidos como BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) y unos policíclicos (benzo[a]pireno) son cancerígenos conocidos siguiendo la clasificación de la International Agency for Research on Cancer (IARC) (Galbraith *et al.*, 2010). El riesgo sanitario está claramente establecido en el contexto de exposición laboral, sin embargo las consecuencias de una exposición ambiental, por la cercanía residencial a lugares contaminados, son difíciles de esta-

blecer (Aguilera *et al.*, 2010; Levy y Nassetta, 2011; D'Andrea y Reddy, 2014). Resulta difícil demostrar los efectos nocivos en la población general debido a la complejidad de las mezclas de compuestos, sus transferencias, sus ciclos biogeoquímicos en el medio ambiente, las dosis bajas de exposición y los largos plazos entre la exposición y la incidencia de los eventos mórbidos.

De hecho, los resultados de los estudios llevados a cabo en Ecuador parecen a veces contradictorios o de interpretación compleja. Varios estudios realizados en la Amazonía han concluido que hay un efecto perjudicial como consecuencia de la exposición del ser humano a los hidrocarburos, ya sea a nivel de la salud reproductiva (San Sebastian *et al.*, 2002), riesgo de cáncer en adultos o de leucemias en niños (San Sebastian *et al.*, 2001; Hur-

tig y San Sebastian, 2002; Hurtig y San Sebastian, 2002; Hurtig y San Sebastian, 2004). En todo caso, estas observaciones se basaron en estudios de diseño “ecológico” que no permiten deducir una relación de causalidad entre la contaminación y la morbilidad o la mortalidad observadas. Ciertos autores aprovecharon de la debilidad metodológica del diseño “ecológico” de estos estudios para criticar los resultados y aportar observaciones contradictorias (Arana y Arellano, 2007; Kelsh *et al.*, 2009).

### **Metodología: encuestas, zonas de estudio y exposición ambiental**

Nuestro primer estudio se basa en una encuesta del Ministerio del Ambiente en el marco del Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS). Esta encuesta fue desarrollada en 2013, a 2 493 habitantes de la parroquia Pacayacu en el noreste de la Amazonía ecuatoriana (Provincia de Sucumbíos). En el contexto de las actividades de remediación de los pasivos ambientales y sociales, el PRAS ha realizado encuestas para evaluar el peso de las actividades petroleras. La parte socio-económica de estas encuestas trataba de cuestiones relacionadas a aspectos sanitarios con una sola pregunta dedicada a la salud percibida: “¿Cómo considera su salud: muy buena, buena, regular, mala, muy mala?”. Esta pregunta constituye un indicador de salud muy utilizado en epidemiología social por ser sintético y representativo de una realidad objetiva. Este indicador robusto está correlacionado con otros indicadores de salud de referencia como la mortalidad (Lundberg y Manderbacka, 1996) y la morbilidad (Mavaddat *et al.*, 2014). Recientemente, unos estudios relacionaron estadísticamente y positivamente la salud

percibida con la exposición a distintos contaminantes como HAP (Shiue, 2015). El uso de dichos indicadores, para evaluar el impacto de las contaminaciones ambientales, tiene un mayor reconocimiento de los epidemiólogos (Daniau *et al.*, 2013a, b; Gallagher *et al.*, 2016).

La exposición ambiental se define como el hecho de estar en contacto con un contaminante presente en el ambiente a través de cualquier vía (agua, aire, suelo). La parroquia Pacayacu, ubicada en una zona de intensa explotación petrolera en el norte de la Amazonía ecuatoriana, está considerada en los estudios mencionados anteriormente como una zona expuesta. Algunos autores consideran la densidad y/o la antigüedad de los asentamientos petroleros (pozos o estaciones de bombeo) para definir un espacio como expuesto, sin embargo ninguno lo hace en función de la dispersión de las fuentes y sus capacidades a emitir descargas al medio ambiente. Basándonos en el censo exhaustivo de las fuentes de polución establecido por el PRAS (antorchas de petróleo, derrames, pozos, piscinas de crudo, etc.), hemos elaborado un mapa de amenazas relacionadas con la contaminación por hidrocarburos en el norte de la Amazonía ecuatoriana. Este método se basa en las características ambientales (geología, uso del suelo, laderas, etc.) tomando en cuenta la diversidad de las fuentes de exposición, este mapa representa la distribución espacial de la amenaza (figura 22) en función de la escorrentía superficial (Cadot *et al.*, 2016). Suponemos que el hecho de vivir en lugares potencialmente contaminados por las actividades petroleras constituye un factor en riesgo y la posibilidad de declararse en condiciones perjudiciales para la salud. Tomando en

cuenta el lugar de vivienda de las personas encuestadas, hemos determinado el nivel de amenaza al cual están expuestos los habitantes en sus domicilios (de "1" nivel bajo, a "4" nivel alto). Además, usando un mo-

delo estadístico, hemos establecido niveles de riesgo para distintas características relacionadas con la salud (edad, género, nivel de educación, nivel de contaminación ambiental ver tabla 3).

### Parroquia de Pacayacu

#### *Paroisse de Pacayacu*

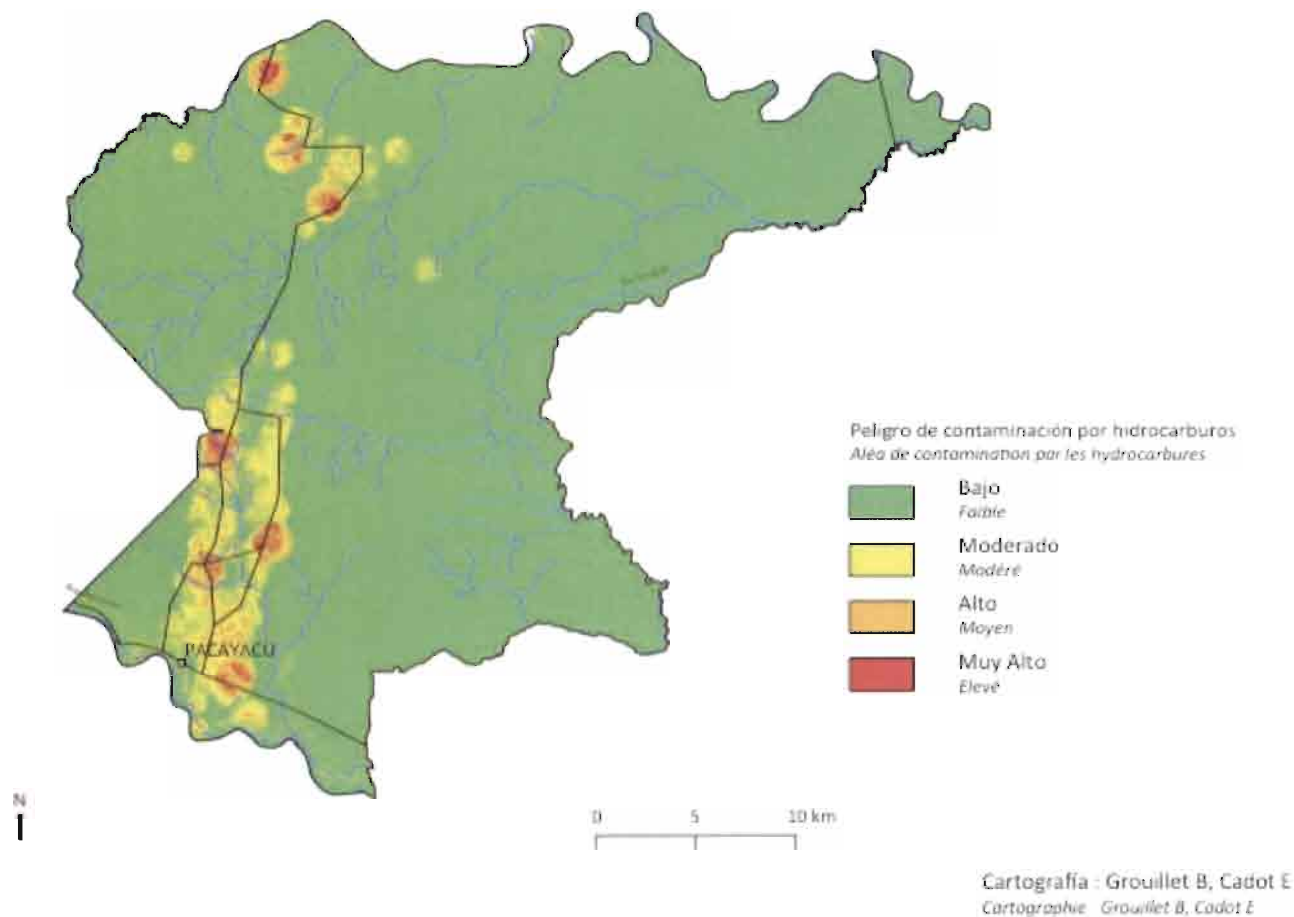


Figura 22. Distribución del riesgo de contaminación por hidrocarburos en la parroquia de Pacayacu  
*Figure 22. Distribution de l'aléa pétrolier au niveau de la paroisse de Pacayacu.*

Características		Salud percibida / Santé perçue	p valor (significancia < 0.05)
		Regresión logística multiniveles Régression logistique multiniveaux	
Total		OR (95 % CI)	
Género / Genre	Hombre / homme	Referencia = 1	
	Mujer / femme	<b>1,21 (1,02-1,42)</b>	0,025
Edad (años) / Age (ans)	≤ 20	Referencia = 1	
	21 - 40	<b>1,22 (1,01-1,47)</b>	0,035
	41- 60	<b>2,86 (2,24-3,64)</b>	0,000
	> 61	<b>6,18 (3,78-10,10)</b>	0,000
Nivel educacional Niveau d'éducation	Sin educación	Referencia = 1	
	primaria	<b>0,61 (0,42-0,88)</b>	0,009
	secundaria	<b>0,55 (0,38-0,81)</b>	0,002
	superior	<b>0,50 (0,28-0,91)</b>	0,022
Polución Ambiental Pollution environnementale	Si / oui	Referencia = 1	
	No / non	<b>0,80 (0,67-0,96)</b>	0,019
Agua de consumo Eau de consommation	agua potable / eau potable	Referencia = 1	
	otras (pozo, ríos) autres (puits, rivières)	<b>1,38 (1,12-1,69)</b>	0,002
Nivel riesgo polución Niveau d'aléa de pollution	Débil / faible	Referencia = 1	
	Medio / moyen	1,05 (0,88-1,25)	0,590
	Elevado / élevé	<b>2,18 (1,47-3,24)</b>	0,000

Tabla 3. Los factores de riesgo de la salud percibida (individuales y contextuales)

Tableau 3. Les facteurs de risque de la santé perçue (individuels et contextuels).

Las características individuales (edad, género y nivel educativo) son determinantes conocidas, relacionadas con la salud percibida, así que las tomamos en cuenta en el análisis para determinar el efecto propio del peligro de polución. El género femenino y la edad mayor son factores de riesgo (OR superior a 1). Un alto nivel educativo se percibe como un factor protector, es decir que las personas con nivel educativo superior se declaran más raramente en mala salud que los que tienen un nivel educativo básico. Aplicando los factores de riesgo relacionados con la explotación petrolera, las personas que no han visto en sus comunidades derrames de petróleo o piscinas de crudos, se sienten más raramente en mala salud. Tomar agua de lluvia (en comparación con agua entubada) se percibe como un factor de riesgo para la salud (OR = 1.38 IC: 1.12-1.69). Finalmente, vivir en lugares con alto peligro de contaminación se percibe claramente como un factor de riesgo para la salud (OR = 2.18 IC: 1.47-3.24). Así que quienes viven en lugares altamente contaminados doblan el riesgo de considerarse en mala salud.

## Resultados y discusión

Nuestros resultados demuestran que las personas que viven en lugares potencialmente más contaminados son las que se declaran más frecuentemente con mala salud. Según las informaciones que tenemos, se trata del primer estudio cuantitativo individual realizado en Ecuador sobre las consecuencias sanitarias de la polución por hidrocarburos. En muchos estudios previos, llevados a cabo con datos de grupos de personas (estudios ambientales), no se podía relacionar, a nivel individual, el estado de salud con los factores de riesgo.

Este resultado plantea preguntas sobre las vías de exposición. ¿En qué medida la cercanía entre la residencia y los lugares contaminados puede empeorar el estado de salud y la percepción de salud? De acuerdo con la literatura, tenemos que considerar tres vías de exposición. Según los cálculos realizados en el marco del programa MONOIL (ver p. 144), la vía de exposición a metales pesados no cancerígenos por ingestión es la principal, por el agua y por el consumo de alimentos cultivados en las cercanías. Por ejemplo, hemos observado que el uso de agua de lluvia se percibe como un factor de riesgo de mala salud. También se puede considerar la vía atmosférica (la quema de gases constituye una fuente de contaminación tomada en cuenta en la evaluación del peligro) como posible riesgo de exposición por vía respiratoria. Por último, la vía cutánea por contacto directo tiene más relevancia en salud ocupacional. Sin embargo, la presencia de afloramientos de crudo en los suelos, especialmente en lugares donde existen piscinas enterradas, no nos permite descartar esta vía. El diseño de este estudio no permite contestar totalmente esta pregunta.

Este estudio original presenta, sin embargo, algunas debilidades y limitaciones. Los datos sobre la percepción del estado de salud utilizados provienen de una encuesta socio-económica que no fue diseñada específicamente para evaluar la salud. De hecho, faltan informaciones complementarias para fortalecer las conclusiones. Además, sabemos que la salud percibida está relacionada a comportamientos individuales como el consumo de tabaco o de alcohol. Finalmente, considerando este estudio como de corte transversal, no podemos afirmar una

relación causal entre la exposición y la percepción de salud. Nos permite únicamente subrayar una correlación estadísticamente significativa entre ambos.

El estudio de la salud percibida permite un acercamiento sintético del impacto de las contaminaciones ambientales sobre el estado sanitario, integrando los determinantes multidimensionales, incluyendo las dimensiones psicológicas y las ligadas a la calidad de vida. En el marco

del proyecto MONOIL, hemos diseñado una encuesta *ad hoc* para profundizar con más detalles estas dimensiones (salud mental y percepción del riesgo) e investigar mejor las relaciones entre salud percibida y contaminación ambiental por los hidrocarburos. Además de evaluar la percepción de los habitantes de estas regiones, estaremos en condiciones de comparar las observaciones con otras poblaciones no expuestas a la explotación petrolera.

### **Encartado metodológico: Algunas precisiones sobre las estadísticas usadas**

Se usan estadísticas para describir datos de encuestas y analizar relaciones entre una variable de interés y variables relacionadas como posible determinantes. En el presente estudio, se busca explicar los factores ligados a la percepción del estado de salud. Para tomar en cuenta diferentes variables al mismo tiempo, se utilizan modelos estadísticos: o sea una descripción matemática aproximativa de la realidad. Según el tipo de variable estudiada (continua como a edad o dicotómica como estar o no en buena salud), se usa un modelo específico. En este estudio se utilizó un modelo logístico multinivel adaptado a la variable dicotómica de interés: “sentirse en buena salud vs sentirse en mala salud”. Se buscaron los factores de riesgos o, al contrario, los factores protectores dentro de las variables observadas. Para evaluar el “peso” de cada variable, se mide el Odd Ratio (OR), cantidad sin unidad, que se interpreta como “riesgo” cuando es significativamente superior a 1; o como “protector” cuando es inferior a 1. Para identificar los OR estadísticamente diferentes de 1, se observa el intervalo de confianza del OR (en gráfico o en tabla). Este intervalo representa una evaluación de la incertidumbre de la medición del riesgo. Cuando abarca 1 se concluye que no podemos rechazar una relación neutra con la variable de interés. Cuando el intervalo es superior a 1, llegamos a la conclusión que se trata de un factor de riesgo, al inverso cuando es inferior a 1, consideramos que es un factor protector.







## Santé perçue et exploitation pétrolière: une possible exposition résidentielle?

---

Emmanuelle Cadot  
Marion Soler  
Valérie Borell-Estupina  
Laurence Maurice  
Sylvia Becerra  
Jacques Gardon

### Un contexte scientifique complexe

La production de pétrole, tout au long de la chaîne d'exploitation (forage, transport, transformation, etc.), peut être source d'importantes contaminations environnementales par la dispersion de nombreux composés chimiques (Nadal *et al.*, 2011). Parmi eux, les hydrocarbures aromatiques monocycliques connus sous l'acronyme BTEX (benzène, toluène, ethylbenzène et xylène) et certains polycycliques (benzo[a]pyrène) sont des cancérogènes avérés selon la classification de l'International Agency for Research on Cancer (IARC) (Galbraith *et al.*, 2010). Si le risque sanitaire semble bien établi dans le contexte d'expositions professionnelles, les conséquences des expositions environnementales

liées à la proximité résidentielle restent plus délicates à décrire (Aguilera *et al.*, 2010; Levy and Nassetta, 2011; D'Andrea and Reddy, 2014). La démonstration des effets délétères en population générale est rendue ardue par la complexité des cocktails, leurs transferts et leurs cycles biogéochimiques dans l'environnement, les faibles doses d'expositions et les délais très longs entre le début de l'exposition et la survenue des événements morbides.

De fait, les résultats des études qui ont été menées en Equateur sont parfois contradictoires ou complexes. Plusieurs études menées en Amazonie ont conclu à un effet délétère de l'exposition aux hydrocarbures pour la santé humaine, que ce soit en santé reproductive (San Sebastian *et al.*, 2002) que vis-à-vis des cancers chez l'adultes

et plus spécifiquement des leucémies chez l'enfant (San Sebastian *et al.*, 2001; Hurtig and San Sebastian, 2002; Hurtig and San Sebastian, 2002; Hurtig and San Sebastian, 2004). Dans tous les cas, ces observations sont basées sur des études écologiques qui ne permettent pas de mettre en évidence de relation causale entre les pollutions pétrolières et la morbidité ou la mortalité. D'autres auteurs s'appuient sur ces faiblesses méthodologiques pour critiquer les résultats et apporter des observations contradictoires (Arana and Arellano 2007; Kelsh *et al.*, 2009).

### **Méthodologie: l'enquête, la zone d'étude et l'exposition environnementale**

Notre étude s'appuie sur une enquête conduite en Equateur par le Ministère de l'Environnement dans le cadre du Programme de réparation environnementale et sociale (*Programa de Reparación Ambiental y Social - PRAS*) en 2013, auprès de 2 493 individus résidant dans la paroisse de Pacayacu dans le Nord Est de l'Amazonie (Province de Sucumbíos). Cette enquête d'orientation socio-économique comportait quelques questions relatives à la santé, dont une sur la perception de la santé, à partir de l'unique question «Estimez vous que votre santé en général est: très bonne, bonne, correcte, mauvaise ou très mauvaise?». Cette question constitue un indicateur de santé déclaratif très largement utilisé en épidémiologie sociale, synthétique et représentatif d'une réalité objective. Cet indicateur robuste est corrélé à d'autres indicateurs de santé considérés comme objectifs: la mortalité (Lundberg and Manderbacka, 1996) et la morbidité (Mavaddat *et al.*, 2014). De récentes études ont relié statistiquement et positivement la santé perçue à différents

polluants dont les HAP (Shiue, 2015). Son utilisation en épidémiologie pour estimer l'impact des pollutions environnementale connaît une reconnaissance accrue (Daniau *et al.*, 2013a et b; Gallagher *et al.*, 2016).

L'exposition environnementale désigne le fait d'être soumis à l'action d'un polluant présent dans l'environnement quelque soit le compartiment (eau, air, sol). La paroisse de Pacayacu, située dans la zone d'intense exploitation de pétrole au Nord de l'Amazonie est souvent considérée comme une zone exposée dans les études évoquées précédemment. Si certains auteurs s'appuient sur la densité et/ou l'ancienneté d'implantation des équipements (puits ou station de pompage) pour considérer un espace comme étant exposé, aucun ne fait de distinction en fonction de la dispersion des sources et de leur capacité à émettre des rejets dans l'environnement. A partir du recensement exhaustif des sources de pollution établi par le PRAS (torchères, déversements, puits, etc.), nous avons dressé une carte d'aléas de pollution aux hydrocarbures pour la partie Nord de l'Amazonie. Cette méthode s'appuie sur les caractéristiques environnementales (géologie, usage du sol, pentes, etc.) et tient compte de la diversité des sources d'exposition pour aboutir à une carte qui représente la distribution spatiale de l'aléa (figure 22) en fonction du ruissellement (Cadot *et al.*, 2016). Dans cette étude, nous supposons que le fait de résider dans une zone potentiellement polluée par les activités pétrolières constitue un facteur de risque de se déclarer en mauvaise santé. A partir de la localisation des personnes enquêtées, nous avons déterminé le niveau d'aléa auquel elles étaient soumises à leur domicile (de

1 niveau faible à 4 niveau élevé). Ensuite, grâce à un modèle statistique, nous avons pu établir des scores de risque pour différentes caractéristiques en rapport avec la santé (âge, genre, niveau d'éducation, contamination, environnementale voir tableau 3).

Les caractéristiques individuelles (âge, genre, niveau d'éducation) sont des facteurs de risque connus de la mauvaise santé perçue, nous les avons donc intégrés dans notre analyse pour faire ressortir l'effet véritable du niveau de l'aléa de pollution. Le fait d'être une femme et l'âge avancé sont des facteurs de risque (OR supérieur à 1). Le niveau d'éducation est un facteur protecteur, c'est à dire que les individus qui ont fait des études longues sont moins susceptibles de se déclarer en mauvaise santé que ceux qui n'ont pas fait d'étude. Concernant les facteurs de risque liés à l'exploitation du pétrole, les individus qui n'ont pas eu de déversement de pétrole ou de piscine dans leur propriété sont moins susceptibles se sentir en mauvaise santé que les autres. Boire de l'eau de pluie (par opposition à l'eau du robinet) est un facteur de risque de mauvaise santé perçue (OR = 1,38 [1,12-1,69]). Enfin, vivre dans une zone où l'aléa de pollution est élevé est un facteur de risque de mauvaise santé perçue (OR = 2,18 [1,47-3,24]). Ainsi, ceux qui vivent en zone fortement polluée présentent 2 fois plus de risque de se déclarer en mauvaise santé.

## Résultats et discussion

Nos résultats montrent que les personnes qui vivent dans les zones potentiellement les plus polluées sont celles qui se déclarent le plus en mauvaise santé. A

notre connaissance, il s'agit de la première étude quantitative individuelle conduite en Equateur sur les conséquences sanitaires des pollutions aux hydrocarbures. Les nombreuses études menées auparavant concernaient des groupes de personnes (analyses dites «écologiques») et ne pouvaient pas relier directement l'état de santé d'un individu avec des facteurs de risques.

Ce résultat interroge les voies d'exposition. En quoi la proximité résidentielle avec les zones polluées peut-elle aggraver la santé et la perception de la santé ? En accord avec la littérature, trois voies d'exposition principales sont envisagées. L'ingestion d'eau de boisson et d'aliments cultivés dans ces zones est la principale voie d'exposition aux métaux lourds non cancérigènes (voir p. 150). L'eau de boisson, quand les individus utilisent l'eau de pluie par exemple, s'est avérée un facteur de risque de mauvaise santé perçue. La contamination atmosphérique (les torchères constituent une des sources de pollutions retenues dans l'estimation de l'aléa) et donc l'exposition par les voies respiratoires est une autre des sources possibles. Enfin, l'exposition par contact direct et donc passage à travers la peau devrait concerner davantage les individus exposés par leur activité professionnelle. Toutefois, la présence de remontées de brut à la surface du sol, plus particulièrement au niveau des piscines enterrées, ne permet pas d'éliminer cette hypothèse. Avec cette enquête, nous ne disposons pas des informations qui permettraient de répondre complètement à cette interrogation.

Bien qu'originale, cette étude présente quelques faiblesses et limites. Il s'agit d'une étude socio-économique qui n'a pas été spécifiquement construite pour évaluer la santé. De fait, il manque des informations complémen-

taires qui renforceraient le propos. On sait ainsi que la santé perçue est influencée par les comportements individuels comme le fait de fumer ou de consommer de l'alcool en excès. Enfin, il s'agit d'une enquête transversale (un passage unique) qui ne permet pas d'affirmer qu'il existe une relation de causalité entre l'exposition et la santé. Elle nous permet seulement de mettre en évidence une corrélation statistique significative entre les deux.

L'étude de la santé perçue constitue une approche synthétique de la santé qui permet d'intégrer le caractère

multidimensionnel des effets sanitaires d'une exposition à la pollution environnementale, y compris les dimensions psychologiques ou relevant de la qualité de vie. Dans le cadre du programme MONOIL, nous avons construit une enquête de santé *ah-hoc* afin d'étudier plus finement ces dimensions (santé mentale, risques perçus) et de mieux investiguer les relations entre la santé perçue et la pollution environnementale aux hydrocarbures. Cette enquête permettra aussi d'estimer la perception du risque qu'ont les habitants de ces régions et de la comparer à d'autres qui ne vivent pas dans une zone d'exploitation pétrolière.

### Encadré. Quelques précisions sur l'utilisation des statistiques

On utilise des méthodes statistiques pour analyser et décrire l'ensemble des données récoltées lors d'une enquête, mais aussi pour comprendre les liens qui peuvent exister entre certaines variables. Ici, ces méthodes permettent de comprendre et de mesurer quelles sont les caractéristiques qui expliquent la perception de la santé. Lorsque ces méthodes combinent plusieurs variables, on parle de *modèle statistique* : c'est une description mathématique approximative de la réalité. Selon la nature de la variable étudiée (continue comme l'âge, ou dichotomique comme « malade/non malade »), on utilise différents types de modèle. Le modèle développé ici, dit de *régression logistique multiniveau*, prend en compte les variables dichotomiques (se sentir en bonne ou en mauvaise santé) et abouti au calcul d'un facteur de risque, aussi appelés odds-ratio, qui s'exprime avec une valeur positive, sans unité. On interprète ce score par rapport à la valeur 1. Un score supérieur à 1 indique un facteur de risque, alors qu'un score inférieur à 1 est considéré comme un facteur protecteur, il ne favorise pas l'apparition de la maladie voire l'empêche. Toutefois, l'interprétation finale doit être conduite avec l'aide de l'intervalle de confiance (barre d'erreur sur le graphique) qui est une représentation de l'incertitude de l'estimation. Pour conclure qu'un élément est un facteur de risque ou un facteur protecteur, il ne faut pas que cet intervalle comprenne la valeur 1.



Cadot Emmanuelle, Soler M., Borell-Estupina V., Maurice Laurence, Becerra S., Gardon Jacques. (2018).

Salud percibida y explotación petrolera : une possible exposition residencial ? = Santé perçue et exploitation pétrolière : une possible exposition résidentielle ?

In : Becerra S. (coord.), Maurice Laurence (coord.), Desprats-Bologna S. (coord.) Nuestro vivir en la Amazonia ecuatoriana : entre la finca y el petróleo = Vivre en Amazonie équatorienne : entre pétrole et terres agricoles.

Marseille (FRA) ; Quito : IRD ; Abya-Yala, 153-165.

ISBN 978-2-7099-26-28-7