

# **Modélisation de la distribution des connaissances et des attitudes dans le domaine de l'énergie : Une simulation informatique et une étude empirique**

Alain Clémence (UNIL – SSP)  
Jean-François Molinari (EPFL – ENAC)  
Fabienne Crettaz von Roten (UNIL – SSP)  
Arnaud Thévenet (UNIL – SSP)  
Okan Yilmaz (EPFL – ENAC)

La distribution des informations et des attitudes sur un territoire apparaît au premier coup d'œil comme un enchevêtrement désordonné et diversifié. Cette impression est renforcée aujourd'hui par la multiplication des sources et des canaux de diffusion de divers points de vue sur des thèmes qui vont de l'apéro des contemporains d'un petit village du Jura à la découverte du boson de Higgs. Cependant, de nombreux espaces montrent aussi des niveaux élevés d'homogénéité lorsque nous observons le langage, les vêtements, les comportements ou les croyances. En résumé, les informations sont réparties dans un territoire de façon plus ou moins homogène et ordonnée. Elles sont également plus ou moins présentes dans les discussions et les débats et donnent lieu à des opinions plus ou moins polarisées.

## **Dynamiques de formation et de transformation des opinions**

L'analyse des distributions et des mouvements des informations a donné lieu à une vaste recherche en sciences sociales, notamment en psychologie sociale, et plus récemment en sciences naturelles, notamment en physique statistique. Notre étude, qui porte sur les opinions envers les énergies et plus particulièrement les énergies produites par les centrales nucléaires et les éoliennes, articule partiellement ces deux courants de recherche. Les travaux sur l'influence sociale offrent un solide cadre d'analyse de base (Moscovici, 1976 ; Mugny & Perez, 1991). Tout d'abord, nous pouvons distinguer trois grandes dynamiques dans la formation et la transformation des opinions. Lorsqu'une nouvelle information apparaît dans un espace public, et donc qu'elle retient l'attention d'un nombre suffisant de personnes, elle suscite des échanges orientés sur son évaluation autant par des experts que par des profanes. Ainsi, les questions vont se focaliser sur son usage, son utilité ou sa dangerosité non seulement du point de vue pratique, mais également du point de vue social. Comme une nouvelle machine, une nouvelle idée peut en effet être jugée négativement parce qu'elle bouscule l'ordre social. L'installation d'une nouvelle idée selon un processus de normalisation suit des dynamiques de conformisme et d'innovation. La norme dépend de la

réponse que les organisations majoritaires au sein d'un espace fournissent à leurs membres lorsque ceux-ci s'interrogent sur une nouveauté, un changement ou une bizarrerie. Elle dépend également de la capacité des minorités à perturber le conformisme en arrivant à rendre visible une norme alternative à celle de la majorité. La force de la majorité repose sur la dépendance de ses membres à l'égard leurs leaders du fait que le conformisme est plus confortable que la déviance, d'une part, qu'un argument majoritaire paraît plus valide qu'un argument minoritaire, d'autre part. Cette dépendance de la majorité implique cependant une faiblesse, celle d'une adhésion seulement en surface, d'un suivisme. Une minorité peut donc introduire un doute en profondeur lorsqu'elle parvient à maintenir une argumentation constante et consistante, et promouvoir des changements graduels ou brutaux lorsque la majorité est affaiblie par des divisions ou la perte de crédibilité de ses leaders.

Traduisons maintenant ces dynamiques au niveau des personnes. Chacune d'elles occupe une place dans un espace dans lequel elle interagit avec des proches de sa famille, des amis, des voisins ou encore des collègues. Durant ces interactions, les personnes échangent des informations plus ou moins divergentes ou plus ou moins nouvelles, informations diffusées par le biais de différents canaux de communication. Elles sont de fait exposées à des pressions pour modifier leur point de vue qui sont plus fortes lorsqu'elles affichent un point de vue minoritaire. Pour diminuer ces pressions et éviter d'être marginalisées, les personnes adoptent, au moins publiquement, les points de vue dominants dans leur espace proche. Elles peuvent cependant résister lorsqu'elle bénéficie d'un support d'autres personnes, ou elles peuvent aussi se déplacer dans l'espace, c'est-à-dire rompre des contacts ou encore changer de groupe.

### **Influence sociale et sociophysique**

La théorie de la dynamique de l'impact social de Latané (1996) offre une formalisation élégante de cette dynamique qui a permis une modélisation mathématique avec l'objectif de simuler l'impact au niveau sociétal des relations d'influence au niveau individuel (Latané & L'Herrou, 1996 ; Latané, Nowak & Liu, 1994 ; Nowak, Szamrej & Latané, 1990). C'est ici que l'articulation avec la physique statistique intervient. En effet, la modélisation de la dynamique de l'impact social peut être comparée avec celle effectuée en physique pour décrire la dynamique d'une matière, par exemple la dynamique de l'eau selon la pression et la température, à partir du mouvement des molécules. Si la modélisation de la dynamique de l'impact social s'est effectuée à partir d'une théorie élaborée en psychologie sociale, nombre de modélisations en sociophysique ont été construites par analogie à des modèles physiques (Castellano, Fortunato & Loreto, 2009 ; Salzarulo, 2006). A titre d'exemple, citons les études

sur de brusques changements sociaux consécutifs à d'infimes modifications dans les relations individuelles (par exemple, un mouvement de panique ou l'adoption d'une mode vestimentaire peuvent être modélisés par analogie à des transitions de phase d'une matière consécutivement à une modification infime du mouvement des particules suite par exemple à une légère hausse de la température). Cependant, l'articulation entre les disciplines rencontre nombre d'oppositions qu'il serait trop long d'énumérer ici. Le lecteur, selon sa discipline de préférence en trouvera aisément quelques-unes. L'une des conséquences est par exemple le développement et la publication séparés des travaux en sociophysique et en sciences sociales.

### **Le modèle de la dynamique de l'impact social (DSIT)**

Le modèle de la dynamique de l'impact social a donné lieu à des validations expérimentales, mais également à un développement de simulations informatiques, dérivées d'une formule mathématique qui traduit les principes théoriques de l'influence au niveau des personnes ou des agents. Chaque agent est défini aléatoirement par une opinion initiale dichotomique (pour/contre), une position dans un espace multi-agents et un environnement composé des relations avec des personnes proches qui partagent ou s'opposent à son opinion. Un coefficient de force de persuasion et un autre de force de résistance sont également associés aléatoirement à chaque agent. Chaque agent est donc soumis à un double impact, celui qui vise à le faire changer d'opinion qui est une fonction de son degré de persuasion, de la proximité et du nombre d'agents en désaccord avec lui, et celui qui lui offre un soutien qui est une fonction de sa force de résistance, de la proximité et du nombre de personnes en accord avec lui. Dans sa forme originale, l'impact total (I) sur l'agent  $i$  peut être exprimé sous la forme suivante :

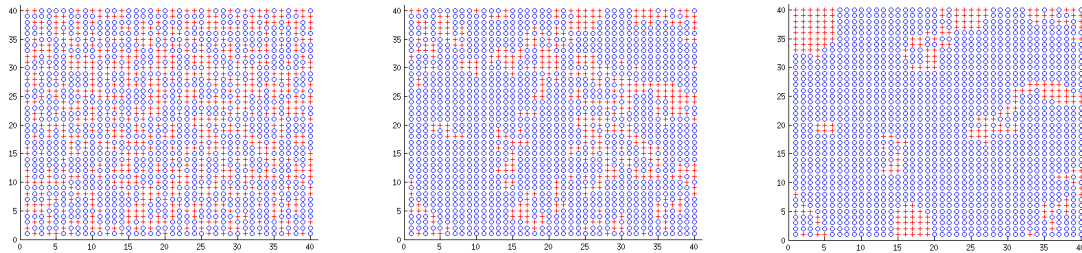
$$I_i = N_p^{0.5} \left[ \sum_{j=1}^{N_p} \frac{p_j}{d_j^2} / N_p \right] - N_s^{0.5} \left[ \sum_{j=1}^{N_s} \frac{s_j}{d_j^2} / N_s \right]$$

où  $p$  représente la force de persuasion,  $s$  la force de soutien ou de résistance et  $d^2$  la distance. La partie gauche de l'équation représente la pression qui s'exerce sur l'agent  $i$  pour qu'il change d'opinion, alors que la partie droite représente le support dont il bénéficie des proches qui partagent son opinion. L'impact des agents  $j$  diminue lorsque la distance s'agrandit, mais également lorsque leur pression est distribuée sur plusieurs agents.

De son côté, l'agent exerce une influence sur ses voisins selon sa force de persuasion face à ceux avec lesquels il est en désaccord et soutient selon sa force de résistance les proches qui partagent son opinion. Il apparaît clairement que les agents isolés subissent une très forte pression qui les conduit à se conformer à la majorité qui les entoure. Cependant, l'intérêt des

simulations est d'observer l'évolution et la distribution des opinions au niveau macrosocial, celui de l'ensemble de l'espace considéré. La simulation montre ainsi que l'espace évolue vers une répartition des opinions en des ensembles homogènes, une augmentation de la taille de la majorité initiale, mais également la persistance de groupes minoritaires, comme l'illustre la figure ci-dessous.

Figure 1 : Simulation de l'évolution de la distribution des opinions (pour/contre) selon le modèle de la dynamique de l'impact social (inspirée de Nowak et al., 1990)



Le modèle initial a donné lieu à différents raffinements pour tenir compte notamment de la mémoire des agents ou de l'influence médiatique (Castellano & al., 2009) et à des applications dans différents domaines comme l'évolution de la culture par exemple (Harton & Bullock, 2007)

### Une recherche sur les opinions face à l'énergie

Inspiré par le développement de la recherche sur la modélisation et les réseaux (e.g. Galam, 2004 ; Mason, Conrey & Smith, 2007 ; Onnela, Arbesman, Gonzalez, Barabasi & Christakis, 2011), nous avons en parallèle révisé le modèle de la dynamique de l'impact social et construit un questionnaire sur les opinions face à l'énergie dérivé de ce modèle. Il convient en effet de relever que les opinions dans le domaine de l'énergie offrent un terrain d'observation particulièrement approprié pour utiliser et questionner des modélisations de l'influence sociale. C'est le cas en particulier de l'énergie nucléaire et, dans une moindre mesure de l'énergie éolienne, qui ont donné lieu à des discussions et des débats nourris dans la population en Suisse (Crettaz von Roten, 2011).

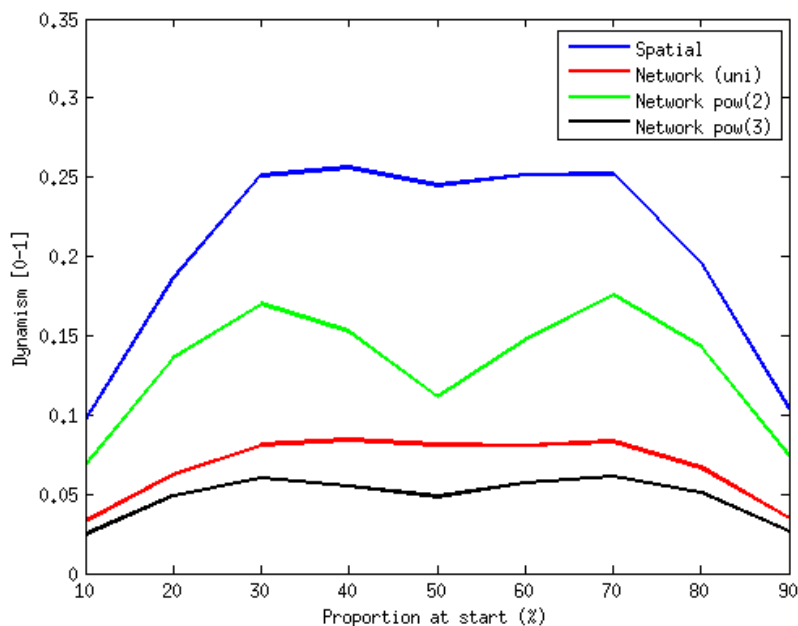
L'idée centrale est que les opinions, en l'occurrence dans le domaine de l'énergie, dépendent moins d'un traitement rationnel d'arguments que de l'adaptation à un environnement social. Celui-ci est moins caractérisé par des relations d'influence au sein d'un espace proche, mais au sein d'un réseau social de taille plus ou moins variable. Par conséquent, nous avons en parallèle développé le modèle de la dynamique de l'impact social pour tenir compte de relations fondées non pas sur la proximité spatiale, mais sur l'insertion dans des groupes ou des réseaux, et un outil de collecte de données pour tester empiriquement le modèle. Notons que nous ne disposons ni du temps, ni des moyens pour mener une étude empirique

longitudinale susceptible de véritablement vérifier les prédictions macrosociales du modèle. Nous ne disposons ici que d'une coupe à un moment donné de l'état des opinions sur l'énergie.

### Nouveau modèle de la dynamique de l'impact social

La révision du modèle a porté principalement sur la traduction des relations entre agents insérés dans des réseaux relationnels, donc la modification à la fois du nombre d'agents et de leur proximité. La difficulté porte principalement sur la définition de l'étendue du réseau, du fait que *a priori* tous les agents peuvent se retrouver connectés entre eux de façon directe ou indirecte au sein d'un espace donné comme un quartier, une ville ou un pays. L'influence d'un agent sur un autre diminue à mesure que sa relation est médiatisée par des agents intermédiaires. Il est donc possible de définir le réseau à partir d'un groupe initial d'agents qui entretiennent des interactions fortes entre eux, et donc génèrent un fort impact, suivi d'ensembles de relations de plus et plus lâches et séparés par des intermédiaires. La taille des attachements préférentiels, qui constituent le groupe initial, est généralement assez faible et décroît rapidement (e.g. Wellman & al., 2005). La distance sociale entre deux agents peut donc être caractérisée par une fonction du degré de séparation entre eux dans un réseau. Les résultats de simulations dans lesquels différentes fonctions sont associées aux degrés de séparation (uniforme, d'ordre 2 ou 3) montrent un net affaiblissement de l'impact majoritaire du nouveau modèle comparé au modèle initial de Latané (Figure 2)

Figure 2 : Changement simulé d'opinions (Dynamism) selon la distribution initiale des opinions (pour/contre) au sein d'une population selon un modèle basé sur la proximité spatiale ou sociale



### **Les opinions face à l'énergie : étude empirique**

En parallèle, nous avons élaboré un questionnaire destiné à un échantillon de la population de la ville de Lausanne. Cette étude empirique visait à alimenter la simulation de la modélisation de la dynamique de l'impact social, mais elle avait également deux autres objectifs. Le premier concerne l'intérêt de connaître la cartographie des opinions face à la production de l'énergie par des centrales nucléaires ou éoliennes à la suite des débats occasionnés par l'accident de Fukushima et la construction de parcs d'éolienne dans le Jura. Le second était étroitement lié au développement de la modélisation. Il s'agissait de tester un modèle structurel d'association entre des opinions face à l'énergie et des interactions et aux discussions dans lesquelles sont prises les personnes pour le comparer à des modèles plus classiques où ces opinions sont liées, plus ou moins causalement, au niveau de compétence, à l'analyse plus ou moins rationnelle des coûts et des bénéfices ou encore à l'implication politique et citoyenne des personnes (Bauer, 2009). Par ailleurs, il s'agissait aussi d'observer empiriquement si les opinions étaient structurées par la proximité spatiale des habitants, en l'occurrence ici le quartier, et donc l'impact de l'insertion dans un espace géographique marqué par une configuration sociale spécifique. Ou si ces opinions se distribuaient selon une dynamique de réseaux qui dépasse le contexte local.

#### ***Population interrogée***

Le recrutement des participants a suivi une procédure d'échantillonnage par grappes au sein de 60 quartiers dit de l'Agenda 21 de la ville de Lausanne (<http://www.scris-lausanne.vd.ch>), en sélectionnant environ un ménage sur 20. Nous avons ensuite sélectionné une ou deux rues au sein de chaque quartier pour constituer une liste de participants à partir des adresses de l'annuaire électronique *Search.ch*. La collecte des données s'est déroulée entre avril et juin 2013. Sur 2'841 questionnaires envoyés avec une lettre expliquant les buts de l'étude, 581 sont revenus en retour (20.5%). Pour corriger la sous-représentation des personnes de moins de 40 ans, inhérente au répertoire téléphonique, une seconde distribution limitée à cinq quartiers a été effectuée et a permis de collecter 98 questionnaires supplémentaires. Après l'élimination de 14 questionnaires incomplets, l'échantillon final est composé de 665 personnes (323 femmes, 334 hommes, 8 non réponses). Elles sont âgées en moyenne de 55 ans (dont 36 % ont plus de 65 ans) et ont pour la plupart une formation professionnelle de niveau secondaire II (38 %) ou tertiaire, en incluant les titres d'une HES (57 %). Comparés à l'ensemble de la population lausannoise, l'âge et le niveau d'éducation sont plus élevés dans notre échantillon. Par conséquent, les données ont été pondérées avec ces deux facteurs.

### ***Questionnement***

La partie initiale du questionnaire reprend des questions utilisées dans les études classiques sur les attitudes envers des objets techniques et scientifiques. En l'occurrence, les participants devaient librement associer au terme *énergie*, les mots ou expressions auxquels ils pensaient spontanément. Ils évaluaient ensuite l'importance de quelques grands problèmes actuels en Suisse (chômage, immigration, changement climatique, consommation d'énergie et immigration). Ils poursuivaient en donnant leur degré d'accord, avec une échelle en cinq points, sur six sources de production de l'énergie électrique, puis en évaluant différents arguments en faveur de l'énergie nucléaire et éolienne puis les dangers de l'énergie nucléaire et éolienne, en évaluant l'importance de l'énergie dans la société et l'économie. Ils devaient également indiquer leur niveau de confiance dans différents acteurs impliqués dans la régulation de l'énergie (du Conseil Fédéral aux entreprises en passant par les scientifiques ou les citoyens). Les participants complétaient également quelques questions sur leurs comportements en matière de réduction de la consommation énergétique, sur leurs connaissances dans le domaine et sur les sources d'informations qu'ils utilisaient pour se faire une opinion. Ils étaient invités à fournir finalement des informations sociodémographiques classiques (âge, nationalité, statut familial, niveau d'éducation, activités professionnelles), ainsi que leur orientation politique sur une échelle gauche-droite.

Par ailleurs, suivant le raisonnement de la dynamique de l'impact social, une partie substantielle des questions portaient sur le réseau des proches que nous avons abordé en suivant la méthode suggérée par Wellmann & ali. (2005). L'une concernait la taille du réseau des répondants, c'est-à-dire le nombre de leurs attachements préférentiels dans le réseau général, et elle était découpée en plusieurs catégories (famille, amis, collègues, associations et voisins) pour permettre une estimation plus aisée et concrète qu'un nombre global de personnes proches. Une seconde concernait l'intensité des discussions dans le domaine des énergies au sein de chacune de ces catégories. Enfin, une question invitait les répondants à citer le lieu précis (par exemple un établissement public, une place, etc.) où ils rencontrent habituellement les personnes les plus proches de manière à connaître non seulement la topologie des échanges, mais également le degré de connexion des personnes avec les différents quartiers de la ville.

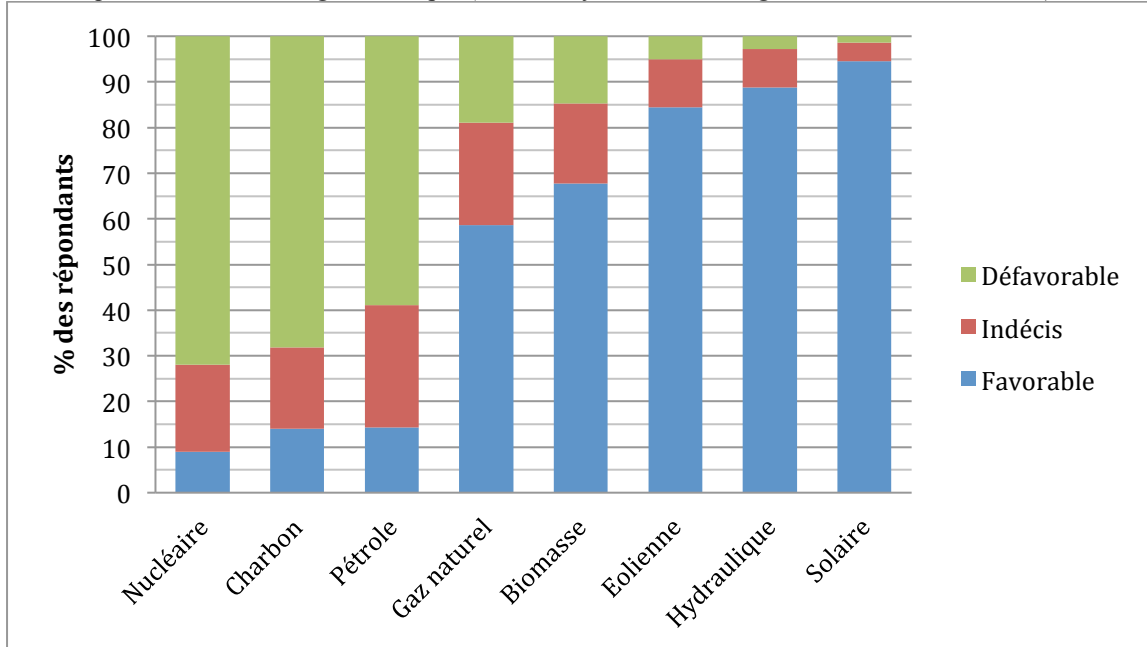
### **Impact des interactions sur les opinions face à l'énergie nucléaire et éolienne**

#### ***Les opinions face à l'énergie***

Commençons par donner un bref aperçu des opinions face aux différentes sources de production de l'énergie électrique. Comme le montre la figure ci-dessous, les répondants sont

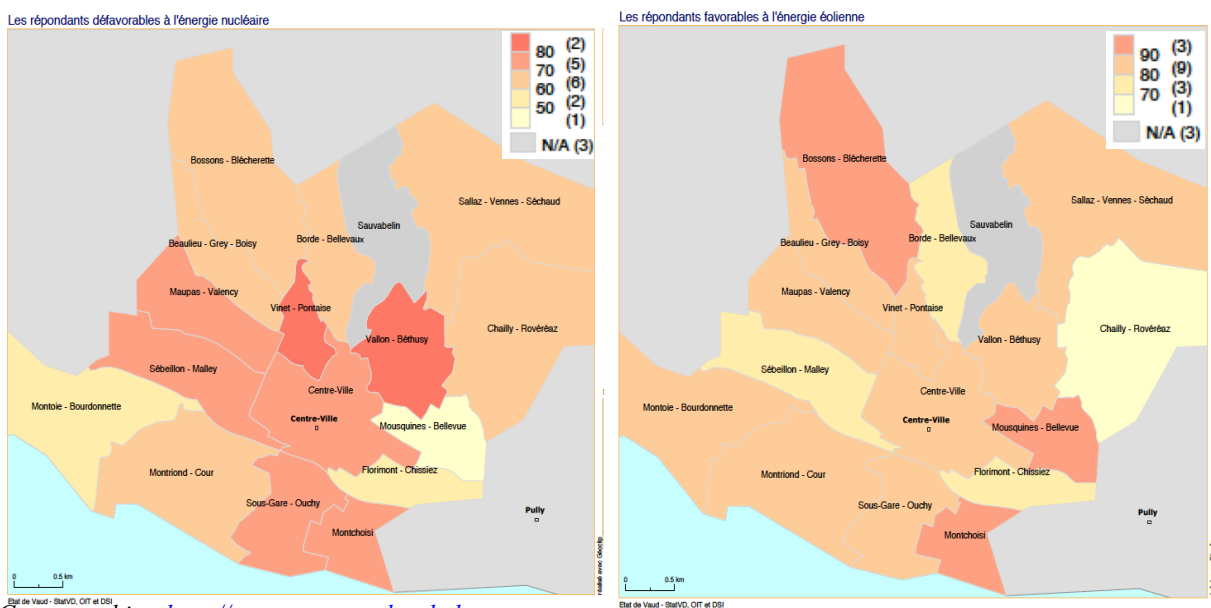
massivement favorables aux énergies renouvelables (solaire, hydraulique, éolienne et biomasse) et dans une moindre mesure au gaz naturel et très défavorables à la production d'énergie par le nucléaire, le charbon et dans une moindre mesure le pétrole.

Figure 3 : Proportion (%) des répondants de la Ville de Lausanne défavorables, favorables ou indécis face à 8 sources de production de l'énergie électrique (données ajustées selon l'âge et le niveau d'éducation)



L'observation de la distribution des opinions dans la ville montre que le rejet de l'énergie nucléaire est inférieur à 60% dans trois quartiers (Figure 4) alors que le soutien à l'énergie éolienne est très majoritaire (plus de 75% d'opinions favorables) partout si on excepte le quartier de Chailly (69%).

Figure 4 : Proportion (%) de répondants défavorables à l'énergie nucléaire et favorables à l'énergie éolienne dans 16 quartiers de la Ville de Lausanne



Cartographie : <http://www.cartostats.vd.ch>

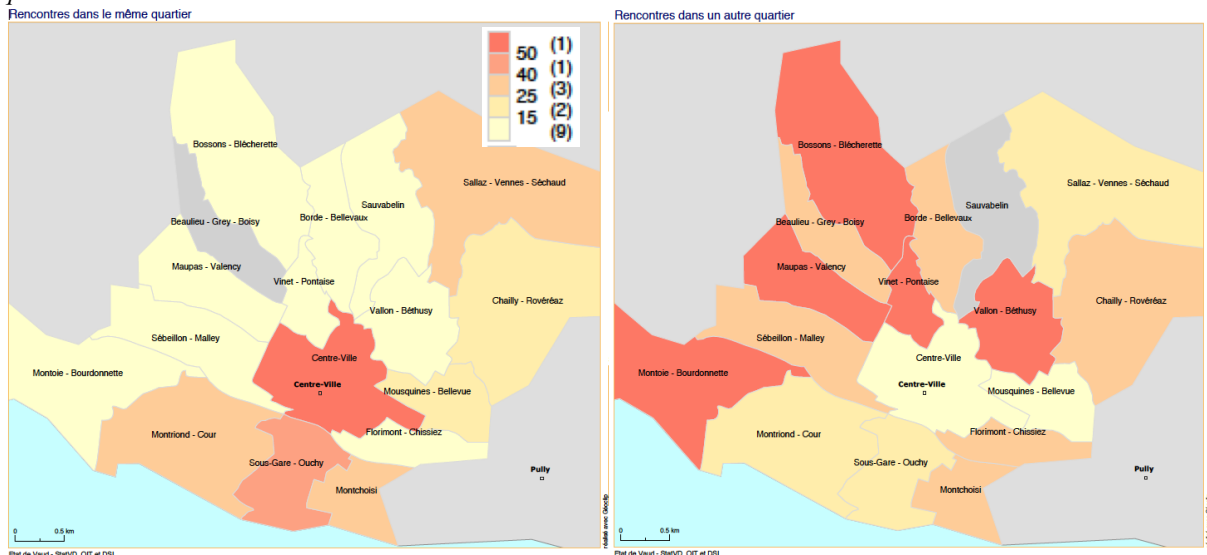


Les différences entre quartiers apparaissent faibles et contribuent de façon minimale aux variations des points de vue, ce qui constitue un premier indice que la dynamique de formation des opinions se déploie au niveau de la ville et non des quartiers. Aux différences spatiales de prises de positions face aux énergies peuvent s'ajouter celle sur l'échelle politique gauche-droite. Notons que le nombre de non réponses est ici nettement plus élevé que pour les opinions face à l'énergie (10% contre moins de 2%). Une courte majorité de répondants s'est déclarée à gauche (51%), moins d'un quart à droite et 15% au centre. La distribution varie selon les quartiers de manière plus importante que les opinions face à l'énergie, mais les différences restent peu significatives. Relevons qu'il existe un fort lien entre la position politique et les opinions face à l'énergie : ainsi 85% des répondants de gauche s'opposent à l'énergie nucléaire et 90% soutiennent l'énergie éolienne contre respectivement 54% et 76% des autres participants.

### *Proches et discussions*

Les lieux de rencontre, et donc d'échanges, cités par les participants confirment cette première observation. On note en effet un nombre important de mouvements entre quartiers mais peu en dehors de la ville. Sans surprise, les Lausannois, surtout ceux de l'ouest, convergent principalement vers les établissements publics du Centre pour rencontrer une personne proche, certains moins nombreux préférant descendre entre la gare et le lac ou vers la Sallaz, principalement pour les habitants de l'est (Figure 5).

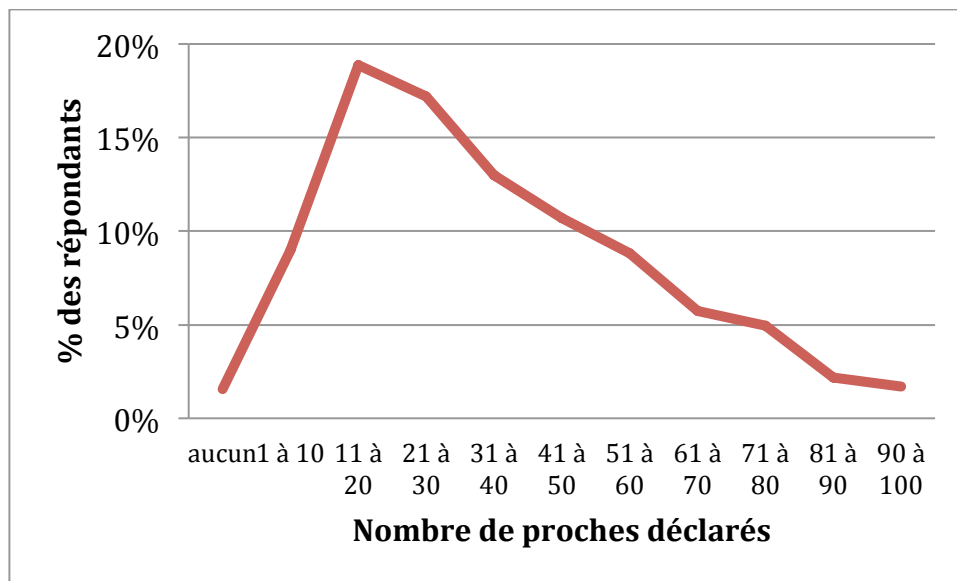
Figure 5 : Proportions (%) de répondants citant un lieu de rencontre dans son propre quartier ou dans un autre quartier de Lausanne



Cartographie : <http://www.cartostats.vd.ch>

Les proches cités se recrutent principalement dans les cercles familiaux, amicaux et professionnels, dans le voisinage, mais ils sont moins nombreux, et plus rarement dans une association. Très peu de répondants (2%) ont dit être complètement isolés et 9% disposent d'un réseau assez faible (entre 1 et 10 personnes). La tendance centrale se situe entre 10 et 30 proches (36% des répondants), dont la moitié sont des amis et un quart des membres de la famille auxquels s'ajoutent quelques collègues, de travail ou d'études, et un ou deux voisins. Ensuite, le nombre de personnes avec un réseau plus étendu diminue rapidement, comme le montre la figure 6.

Figure 6 : Proportion de répondants selon la taille du réseau de proches déclaré



Le réseau cumulé apparaît cependant assez étoffé, et par conséquent, les pressions à la conformité ou le support minoritaire peuvent être importants. Bien sûr, les questions énergétiques ne sont certainement pas au centre des discussions avec les proches. Cependant, nous observons que plus de 80% des répondants disent en parler au sein de leur cercle familial et près de 70% avec leur groupe amical et professionnel. En revanche, ce thème est peu abordé avec les voisins, ce qui fournit encore un indice qui plaide pour notre modèle en réseau des échanges et des influences.

#### ***Informations et connaissances***

Les participants complétaient sept questions, qui visaient à obtenir une indication de leurs connaissances dans le domaine de l'énergie, en cochant une réponse parmi trois propositions. Quatre concernaient l'énergie nucléaire ou éolienne (par exemple : *Quelle proportion de l'électricité est produite aujourd'hui par les centrales nucléaires en Suisse : 40%, 50%, 60% ?* ou *Pour combien de personnes environ, une éolienne courante permet-elle de produire de l'électricité : 10'000, 2'500, 500 ?*). Le taux de réponse correctes s'échelonnent de 23 %

(Par où s'échappe principalement la chaleur dans une maison : les fenêtres, le toit, le sol?) à 64% (Toute la radioactivité est-elle produite par les centrales nucléaires : oui, non, on en trouve dans la nature, non, mais elle est produite artificiellement?). Le nombre de réponses correctes augmente significativement avec le niveau d'études et il est plus grand chez les hommes que chez les femmes. Une même configuration est observée sur la recherche d'informations scientifiques ou techniques dans l'usage de sources expertes ou spécialisées (revues ou livres, cours et conférences, discussions avec personnes compétentes ou encore Internet). Terminons ce bref panorama descriptif par la confiance attribuée par les personnes à diverses instances intervenant dans le débat sur l'énergie. Les répondants ont le plus confiance dans la science et les technologies (79%) et les organisations écologiques (55%), devant le Conseil municipal (39%) ou le Conseil Fédéral (38%), encore plus nettement l'industrie électrique (28%). Les grandes entreprises (7%) et les partis politiques (9%) reçoivent un niveau de confiance particulièrement faible. Il faut également noter que plus de 80% des répondants estiment que les citoyens doivent être consultés d'une manière ou d'une autre sur les décisions dans le domaine énergétique.

#### ***Modélisation : impact des discussions***

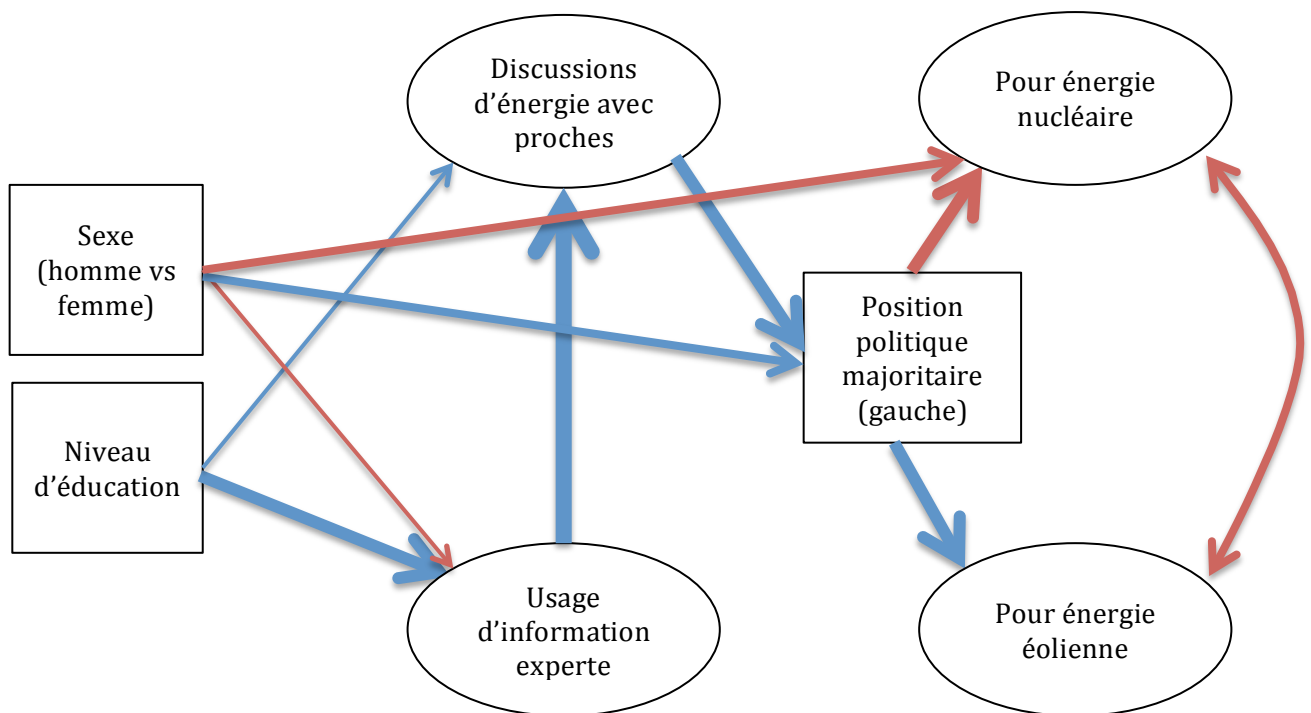
Comme nous l'avons évoqué, les recherches sur la formation des attitudes dans le domaine des sciences et techniques ont donné lieu à l'élaboration de différents modèles explicatifs dérivés le plus souvent du traitement de l'information et des arguments relatifs au domaine considéré (Bucchi, 2004). Nos données nous permettent de tester quelques hypothèses à ce propos et nous préparons une contribution dans ce sens. Cependant, la partie la plus originale de nos données concerne la modélisation d'une dynamique sur l'impact des interactions et des discussions au sein d'un réseau de proches sur les prises de position. Une manière de tester cette idée consiste à vérifier à l'aide d'équations structurales l'association entre l'intensité des discussions avec les proches et les prises de position dans le domaine des énergies nucléaire et éolienne. Plus précisément, le modèle testé s'appuie sur l'idée que les personnes ou les agents disposent d'une plus ou moins grande crédibilité qui dépend de la reconnaissance, au sein de leurs proches, de leur compétence dans le domaine considéré. Cette reconnaissance dépend au moins partiellement de ressources objectives, comme le niveau d'éducation par exemple, mais également de stéréotypes cristallisés au sein d'une population, comme par exemple le fait que les hommes sont plus performants dans le domaine technologique que les femmes. L'intensité des discussions avec des proches devrait donc dépendre de l'influçabilité des personnes, de leur crédit idiosyncrasique (Hollander, 1958), du fait que celles-ci sont davantage autorisées à donner leur avis et à engager des conversations dans les domaines où elles se sentent

reconnues par leurs proches. L'intensité des discussions apparaît ainsi comme le moyen d'orienter les opinions et par conséquent de renforcer les positions majoritaires au sein d'un réseau social. La résistance à l'influence pourrait dériver des connaissances des personnes qui lorsqu'elles sont minoritaires pourraient prendre appui sur des informations et des arguments, à défaut d'un support social, pour protéger leur point de vue.

La validation du modèle nécessite d'abord de construire des variables à partir de plusieurs réponses de façon à leur donner une assise empirique plus stable. Ainsi les attitudes face à l'énergie nucléaire et éolienne sont la résultante de six réponses dans ce domaine (degré d'accord avec la source d'énergie, mais également avec différentes facettes des bénéfices et des risques de cette source d'énergie). L'intensité des discussions est basée sur le niveau des échanges déclarés avec la famille, les amis et les collègues.

La figure 6 présente graphiquement les relations testées par le modèle qui offre un très bon ajustement aux données.

Figure 6 : Représentation graphique du modèle structurel des relations d'impact sur les attitudes face à l'énergie nucléaire et l'énergie éolienne



Notes : Les flèches bleues indiquent des coefficients positifs et en rouge des coefficients négatifs. L'épaisseur de la flèche est relative à la force du coefficient. Index d'ajustement:  $X^2(180) = 308.4$ ; GFI = .95; CFI = .97; RMSEA = .035 (.028-.041). N = 594.

Comme l'illustre la figure, les discussions avec les proches ne sont pas directement associées avec les attitudes face à l'énergie nucléaire et éolienne, mais indirectement par le biais de la position politique, dans le sens majoritaire de gauche. Le niveau des discussions est corrélée à

la fois au niveau d'éducation et à l'usage d'informations expertes, comme la lecture de revues spécialisées, la recherche sur Internet ou encore la discussion avec des personnes jugées compétentes. Ce modèle soutient donc notre hypothèse de l'impact des interactions sur les opinions même si cet impact est surtout conséquent sur les prises de positions politiques. Insistons ici que la signification causale des relations entre les variables doit être considérée avec précaution. Ainsi, le chemin qui relie le niveau des discussions avec la recherche d'informations expertes doit certainement être considérée comme une relation circulaire. Ce fait ne modifie pas la structure globale des liens significatifs observés, notamment que l'usage d'informations expertes n'intervient qu'indirectement, par le biais des discussions, sur les opinions politiques et dans le domaine plus spécifique des énergies.

Le niveau de connaissance, entré dans un modèle alternatif, n'a pas d'effet sur les opinions et a donc été supprimé du modèle présent. Par ailleurs, comme le montre la figure, on note que les femmes sont encore davantage défavorables à l'énergie nucléaire que les hommes, ce qui est régulièrement montré dans les sondages d'opinions. Elles endossent également davantage la position majoritaire de gauche et déclarent chercher moins d'informations expertes. La différence entre hommes et femmes face aux opinions n'est, en revanche, pas médiatisée par les canaux de communications au sein du réseau social.

### **Retour à la simulation**

Le modèle développé pour effectuer des simulations de la dynamique de l'impact peut être testé en incorporant les données empiriques. Un didacticiel a été développé pour remplacer la répartition aléatoire des opinions initiales, ainsi que celle des indices d'influçabilité et de résistance, par des données observées. Nous effectuons actuellement des tests avec cet outil qui doit permettre de vérifier les prédictions dérivées du modèle théorique en utilisant des données empiriques.

### **Conclusions**

Nous travaillons actuellement sur la valorisation de notre étude et des analyses complémentaires doivent encore être conduites pour examiner de manière plus systématique les relations entre connaissances, interactions et prises de positions face aux énergies nucléaire et éolienne. Nos résultats fournissent déjà un aperçu convaincant de l'impact des échanges, source d'influence réciproque, au sein d'un réseau proche sur les opinions et leur distribution dans un espace social. Il est à souligner que c'est grâce à une démarche où un modèle théorique de l'influence a été développé à la fois sous l'angle d'une formalisation mathématique et d'une traduction empirique que nous avons pu construire un questionnaire

innovant pour aborder à large échelle la dynamique de la formation des opinions. Il est certes indéniable que les prises de position nécessitent un traitement minimal de l'information, et les participants le montrent. Mais la recherche scientifique, comme le sens commun, tend à négliger l'importance des dynamiques d'adaptation aux normes des groupes d'appartenance et celle des pressions proximales à la normalisation et à l'uniformisation par le biais des interactions quotidiennes.

## Références

- Bauer, M. W. (2009). The evolution of public understanding of science—discourse and comparative evidence. *Science, Technology and Society*, 14, 221–240. doi:10.1177/097172180901400202
- Bucchi, M. (2004). *Science in Society. An introduction to social studies of science*. London: Routledge.
- Castellano, C., Fortunato, S. & Loreto, V. (2009). Statistical physics of social dynamics. *Reviews of Modern Physics* 81, 591-646. arXiv:0710.3256v2 [physics.soc-ph]. doi : [10.1103/RevModPhys.81.591](https://doi.org/10.1103/RevModPhys.81.591)
- Crettaz von Roten, F. (2011). *Monitoring media coverage, public debates and political responses of the accident of Fukushima Daiichi: the case of Switzerland*. Bruxelles: European Union.
- Galam, S. (2004). The dynamics of minority opinions in democratic debate. *Physica A* 336, 56-62.
- Harton, H. C. & Bullock, M. (2007). Dynamic Social Impact: A Theory of the Origins and Evolution of Culture. *Social and Personality Psychology Compass*, 1, 521–540. doi : 10.1111/j.1751-9004.2007.00022.x
- Hollander, E. P. (1958). Conformity, status, and idiosyncrasy credit. *Psychological Review*, 65, 117-127.
- Latane, B. (1996). Dynamic social impact: The creation of culture by communication. *Journal of Communication*, 46, 13-25.
- Latane, B., & L'Herrou, T. (1996). Spatial clustering in the conformity game: Dynamic social impact in electronic group. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70, 1218-1230.
- Latane, B., Nowak, A. & Liu, J.H. (1994). Measuring emergent social phenomena: dynamism, polarization, and clustering as order parameters of Social systems. *Behavioral Science*, 39,1-24.
- Mason, W.A., Conrey, F.R., & Smith, E.R. (2007). Situating social influence processes: Dynamic, multidirectional flows of influence within social networks. *Personality and Social Psychology Review*, 11, 279-300. doi: 10.1177/1088868307301032
- Moscovici, S. (1976). *Social influence and social change*. London: Academic Press.
- Mugny, G. & Perez, J.A. (1991). *The social psychology of minority influence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nowak, A., Szamrej, J. & Latane, B. (1990). From private attitude to public opinion: A dynamic theory of social impact. *Psychological Review*, 97, 362-376.

Onnela, J.-P., Arbesman, S., Gonzalez, M.C., Barabasi, A.-L. & Christakis, N.A. (2011) Geographic Constraints on Social Network Groups. *PLoS ONE* 6: e16939. doi:10.1371/journal.pone.0016939

Salzarulo, L. (2006). *Voir le monde à travers les lunettes du méta-contraste. Un modèle mathématique inspiré de la psychologie sociale. Thèse de doctorat en mathématiques appliquées aux sciences humaines et sociales*, Faculté des SSP, Université de Lausanne.

Wellman, B., Hogan, B., Berg, K., Boase, J., Carrasco, J.-A., Côté, R., Kayahara, J., Kennedy, T.L.M. & Tran, P. (2005). Connected Lives : The project. In P. Purcell (Ed.), *Networked Neighbourhoods*, Berlin: Springer.

committee