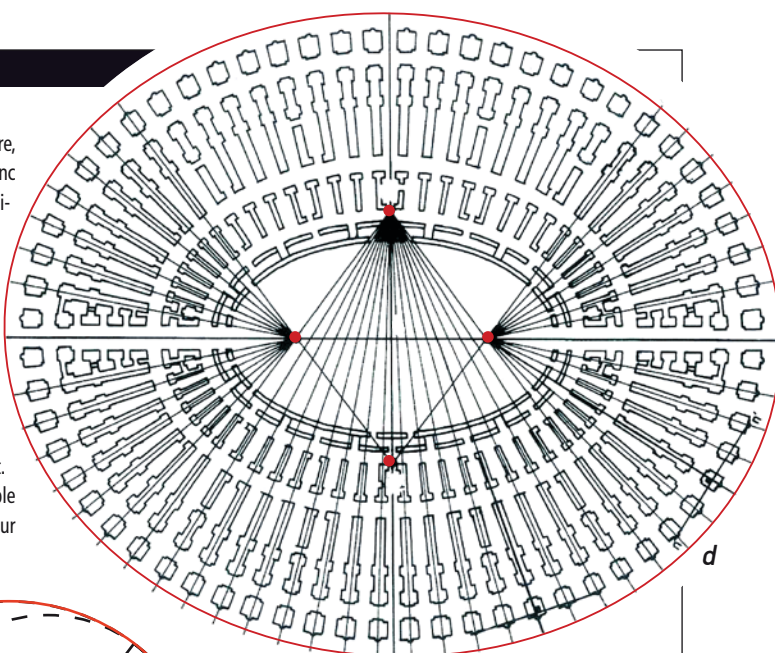
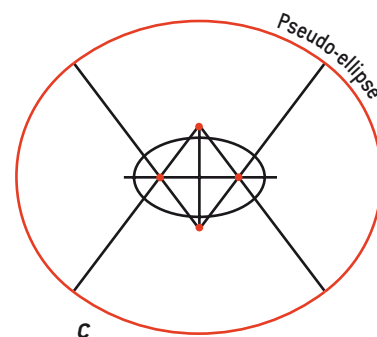
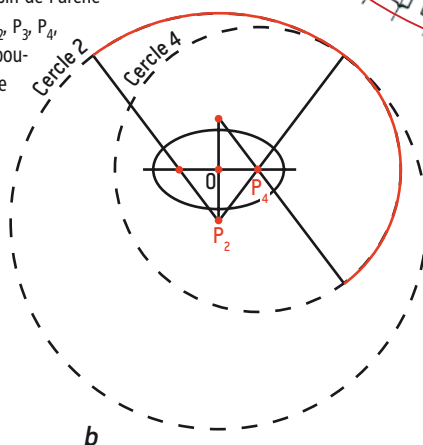
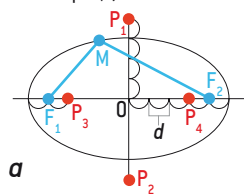


En Occident, l'ellipse est connue au moins depuis le III^e siècle avant notre ère, quand le géomètre Apollonius de Perge écrivit ses *Coniques*. On peut donc penser que les architectes romains savaient employer la méthode dite du jardinier pour délimiter l'arène elliptique d'un amphithéâtre : elle consiste à planter deux piquets dans le sol, auxquels on attache une corde ; l'ellipse est alors le lieu des points M se trouvant au bout de tous les angles possibles de la corde tendue, ce qui correspond à l'équation géométrique $MF_1 + MF_2 = 2p$, où les points F_1 et F_2 sont les foyers de l'ellipse et p un paramètre (voir la figure a). Toutefois, les bâtisseurs d'amphithéâtre ne plaçaient pas les foyers de cette ellipse au hasard, car il leur fallait aussi déterminer où construire les nombreuses travées d'accès.

L'étude des amphithéâtres a révélé l'astuce qu'ils utilisaient probablement. Au départ, ils plantaient en croix quatre piquets P_1, P_2, P_3, P_4 , avec par exemple $P_1P_2 = 8d$ et $P_3P_4 = 6d$, où $d = p/5$; dans ce cas simple, le choix d'une longueur focale F_1O égale à $4d$ conduit (par la méthode du jardinier) à une ellipse de grand axe $5d = p$ et de petit axe $3d$. Le dessin de l'arène elliptique ainsi obtenu à partir des points P_1, P_2, P_3, P_4 , les architectes n'avaient plus qu'à projeter et rabouter à une distance choisie des arcs de cercle de centres P_1, P_2, P_3, P_4 pour obtenir l'enveloppe extérieure de l'amphithéâtre (voir les figures b et c). Comme la pseudo-ellipse ainsi obtenue est constituée de quatre secteurs de cercle, y placer les travées selon des angles réguliers devient simple (d).



Pouzzoles) et de ses provinces. Deux beaux exemples nous en sont donnés dans les Gaules par les amphithéâtres d'Arles et de Nîmes (voir la figure 2) ou en Afrique par l'amphithéâtre d'El Jem dans la province de Carthage, en Tunisie.

L'architecture très bien conservée de ces monuments nous permet de restituer l'ambiance d'une journée de combat conforme à la règle (le déroulement d'un *munus legitimus*). Elle comprenait la pompe inaugurale, puis, pendant toute la matinée les *venationes* dans un décor approprié et renouvelable (exhibition d'animaux rares, combats d'animaux entre eux, chasses) avec de petits intermèdes (jongleurs, pitres et séquences musicales). L'heure méridienne (mi-journée), où l'attention était relâchée pendant le repas, convenait à l'exécution des condamnés qui étaient livrés aux fauves (*damanatio ad bestias*). L'après-midi était consacrée au spectacle le plus apprécié : les combats de gladiateurs.

Chaque *munus* consistait en un affrontement unique entre deux antagonistes en présence d'un arbitre et ne durait que quelques minutes.

L'arène est elliptique, mais pas l'enveloppe

L'arène de ces grands monuments était dotée d'un sous-sol accessible depuis l'extérieur, où les fauves étaient parqués peu avant le combat. Les cages des animaux et les décors étaient hissés au niveau de l'arène par des monte-charge permettant de multiples effets de mise en scène. Quelques rares amphithéâtres (Mérida, Vérone) indiquent la présence, au milieu de l'arène, de bassins permettant le déroulement de spectacles nautiques (les *naumachies*). Ce type de spectacles, attesté lors de l'inauguration du Colisée par Titus en 80, fut rapidement abandonné par la suite et les sous-sols transformés pour ne

comprendre que les pièces d'accueil des fauves (*carceres*), des espaces de service et les monte-charge.

Ainsi, l'étude des amphithéâtres a révélé l'ingéniosité avec laquelle leur plan était conçu. En particulier, leurs architectes ont su résoudre un problème de géométrie difficile dû à l'impossibilité de tracer des ellipses parallèles à partir des mêmes foyers. Au lieu de cela, ils ont doté l'amphithéâtre d'une enveloppe pseudo-elliptique en raccordant des segments de cercles, dont les centres sont les sommets de quatre triangles (dits de Pythagore) posés sur les axes de l'arène (voir l'encadré ci-dessus). Les axes des murs rayonnants de la structure convergent donc vers ces quatre centres et sommets des triangles. Avec un simple cordeau, un architecte disposant d'une surface plane assez grande pour y poser l'arène pouvait ainsi développer le plan précis d'un immense amphithéâtre. ■

COLLECTION POUR LA SCIENCE LES PETITS THEMATIQUES

**Des feuilletables numériques fiables
et pratiques sur l'actualité scientifique**

Accédez facilement à **l'essentiel**
sur un **thème marquant** de l'actualité
scientifique grâce à :

- **une sélection d'articles de référence**
parus dans *Pour la Science*
et *Cerveau & Psycho*
- **compilée dans un feuilletable
numérique** de 35 pages environ
- **téléchargeable en format
PDF au prix de 3,99€**
(compatible avec
ordinateur et tablette).



Des dizaines de sujets à découvrir sur
www.pourlascience.fr/petitsthematiques

Les économistes cherchent à quantifier la notion de bonheur. Mais les méthodes qu'ils élaborent sont à manier avec précaution et produisent des résultats aussi intéressants que difficiles à interpréter...

La mesure du bonheur

Joachim Weimann, Ronnie Schöb et Andreas Knabe

Connaissez-vous *Homo economicus*? C'est nous! Du moins « nous » tels que les économistes nous décrivent. Quand ils construisent leurs théories, ils supposent que nous agissons toujours de façon rationnelle, avant tout pour nous procurer des biens matériels, et que nous favorisons surtout nos parents proches. Au moins 90 pour cent des modèles économiques sont construits en supposant que les gens se conduisent ainsi... Dans le monde entier, des économistes se servent de ces modèles pour analyser les marchés ou se demander comment organiser la société afin d'optimiser l'emploi de ressources limitées. Malgré leur évidente imperfection, ces modèles sont efficaces et expliquent bien de nombreux phénomènes économiques; en outre, l'idée que les humains seraient égoïstes ne semble pas dénuée de pertinence...

Pour autant, les économistes qui étudient la satisfaction des individus face à

leur vie ont émis l'hypothèse selon laquelle revenus et bonheur ne sont pas directement liés, et que l'on peut s'enrichir sans devenir pour autant plus heureux en proportion. Nous allons détailler les observations et les considérations qu'appelle cette thèse. Puis nous examinerons les récents résultats qui la remettent en cause et qui montrent aussi que la façon dont nous évaluons notre satisfaction évolue avec le temps, tout en étant différente suivant la dimension du bonheur que nous considérons.

Le modèle rationnel mis en question

Le modèle rationnel (en anglais le *Rational economic model*) que les économistes ont fondé sur le concept de *Homo economicus* dérive de ce que l'on nomme la théorie économique néoclassique. Ce modèle est

fortement critiqué: deux types d'objections lui sont opposés.

Le premier provient des laboratoires d'économie comportementale, où l'on sait bien que l'être humain ne se comporte que partiellement de façon rationnelle. Ainsi: les individus ont des motivations altruistes en plus de leurs motivations égoïstes; ils sont dotés d'un sens de la justice, de sorte qu'ils agissent volontiers suivant le principe de l'échange équitable: «Ce que tu fais pour moi, je le fais pour toi»; enfin, ils cherchent toujours à éviter les grandes injustices.

Des expériences de laboratoire ne cessent en effet de faire apparaître des motivations altruistes. Quelle force ont-elles vraiment? Les constatations s'accumulent et montrent que si les gens adoptent bien des comportements altruistes, ils le font à l'intérieur de certaines limites. Il s'avère par exemple que lorsque les mêmes inte-



L'ESSENTIEL

- De hauts revenus seraient synonymes de bonheur. Toutefois, la recherche économique a relativisé l'idée selon laquelle l'argent fait le bonheur.
- L'économiste Richard Easterlin a même émis l'idée que l'on peut s'enrichir sans devenir plus heureux pour autant.
- Des chercheurs ont ensuite montré que notre satisfaction subjective dans la vie varie au cours du temps, tout comme nos critères en matière de bonheur.

© Jürgen Ziewe/Icon Images/Corbis

ractions se répètent, la générosité cède vite le pas à l'égoïsme. Illustrons cela par une expérience récente, simple et instructive : deux fois dans la journée, les participants recevaient de l'argent tout en étant informés qu'ils pouvaient soit le garder pour eux, soit en donner à une organisation caritative. Résultat ? Le matin, ils offraient plus de la moitié de l'argent reçu, mais, l'après-midi, la somme offerte ne dépassait pas le quart de la somme reçue...

Le second type d'objections portées au modèle rationnel provient des économistes qui étudient le bien-être. Il est bien connu que la compétition favorise les actes égoïstes. C'est cette réalité qui explique que les économies de marché se développent plus vite que les autres systèmes économiques. En conséquence, le revenu national augmente en même temps que le revenu personnel. Les économistes

se sont habitués à considérer cela comme l'expression du succès de l'économie de marché, selon le principe que, plus un revenu est élevé, plus il procure d'aisance, de sécurité et de qualité de vie.

Le paradoxe d'Easterlin

Toutefois, en 1974, le théoricien américain de l'économie du bien-être Richard Easterlin effectua une étude empirique sur les rapports entre argent et bonheur, qui renversa l'image convenue de l'économie de marché. R. Easterlin analysa des entretiens où l'on demandait à des individus s'ils étaient satisfaits de leur vie. Il cherchait en particulier à savoir si ces impressions évoluaient dans le temps, et si oui de quelle façon. Comme on s'en doute, il apparut que les gens riches vont mieux que les pauvres. Toutefois, R. Easterlin constata aussi que ces impressions

n'étaient valables qu'à un moment donné. Pendant toute la période étudiée, la satisfaction moyenne n'a pas évolué, même si les revenus ont régulièrement augmenté. Manifestement, les gens pouvaient devenir plus riches sans pour autant apprécier davantage leur vie.

C'est ce phénomène qui est connu aujourd'hui des économistes sous le terme de paradoxe d'Easterlin. Pendant longtemps, les chercheurs se sont peu préoccupés de ce résultat, mais leur approche a évolué. Depuis une quinzaine d'années, la satisfaction subjective dans la vie a été étudiée à la faveur d'entretiens où l'on demande aux personnes interrogées d'évaluer leur satisfaction sur une échelle de bonheur allant de 0 (totalement insatisfait) à 10 (totalement satisfait). En Allemagne, ces études sont conduites dans le cadre d'une grande enquête socio-économique réalisée sur le panel SOEP conçu pour suivre au fil

L'État rend-il heureux ?

Dans leur ouvrage *Le Bonheur. L'approche économique*, Bruno Frey et Claudia Frey-Marti rapportent que les ressortissants des pays globalement démocratiques ont tendance à se déclarer plus satisfaits de leurs vies. Pour ces économistes suisses, c'est certain, les institutions démocratiques augmentent considérablement le bien-être des gens. Une augmentation des droits de participation démocratique d'un point sur une échelle de 10 entraîne le même accroissement de satisfaction dans la vie qu'une augmentation de revenu de 3 500 euros...



© Shutterstock/Glovatsky

1. UNE PETITE PIÈCE DE MONNAIE trouvée sur une photocopieuse rend heureux celui qui la trouve. Cela a été constaté lors d'une expérience réalisée dans la bibliothèque de l'Université du Michigan. À la sortie de la bibliothèque, les étudiants qui trouvaient une pièce de dix cents de dollar volontairement « oubliée » par les enquêteurs se déclaraient plus satisfaits de leur vie que les autres.

du temps la satisfaction de 20 000 ménages. En France, c'est l'INSEE qui mène ce type d'études. Par exemple, l'enquête « Qualité de vie et bien-être » de 2011 a montré que le niveau moyen de satisfaction subjective dans la vie est de 6,8 sur l'échelle du bonheur, et que 7 pour cent des gens se situent au-dessous de 5.

Si le paradoxe d'Easterlin existe bien, alors il semble qu'il ne puisse avoir qu'une seule explication : notre satisfaction ne dépend pas de notre revenu absolu, mais de notre position relative sur l'échelle des revenus. Mais la moyenne ne varie guère : si la position de quelqu'un sur l'échelle des revenus s'élève, celle d'un autre devra descendre... Cette situation est comparable à ce qui se passe lors d'une course de 100 mètres : que quelqu'un passe, par exemple, de la troisième à la deuxième place, et celui qui était à la deuxième place passera à la troisième, ou pire !

De même, il n'est pas possible que tous soient gagnants dans la compétition pour les hauts revenus, et notre position par rapport à celle des autres est essentielle à notre ressenti. Afin de rendre cette réalité concrète, imaginez que votre responsable hiérarchique vous a convoqué et vous annonce qu'étant donné le caractère remarquable de votre travail, il a décidé de vous attribuer une augmentation de salaire de cinq pour cent (voir la figure 2). Vous sortez très satisfait de l'entretien, mais rencontrez par hasard un collègue qui, remarquant votre visage rayonnant, vous demande naïvement : « Alors, toi aussi tu as une augmentation de dix pour cent ? » Votre gaité disparaît sur-le-champ et vous avez l'impression d'avoir reçu une douche froide.

Tout est affaire de comparaison

Si l'on suppose vrai le paradoxe d'Easterlin, alors notre esprit comparatif a de grandes conséquences sociales. Quand, dans un groupe, le gain total est limité alors que la compétition fait rage, il serait sensé de la limiter. Dans ce cas, l'État devrait limiter la lutte pour les hauts revenus, ce qui nous libérerait de tant d'aspirations vides de sens et d'une quête hédoniste sans fin, où nous enferme notre égoïsme...

Bref, le paradoxe d'Easterlin pris à la lettre impliquerait que tout ce que les économistes préconisent produirait en

fait le contraire de ce qu'ils en espèrent : la compétition serait néfaste et la croissance absurde. Les interventions de l'État dans la vie privée seraient nécessaires et justifiées... pour protéger le bonheur des gens. De quoi donner des sueurs froides aux libéraux – qui sont par principe opposés aux interventions de l'État – et, plus généralement, à la plupart des économistes !

Nous voyons que le mérite incontestable de la recherche sur le bien-être amorcée par R. Easterlin est surtout d'avoir attiré l'attention sur la signification des positions sociales et économiques relatives de chacun dans la société. Toutefois, les données sur la satisfaction dans la vie à partir desquelles il a travaillé suffisent-elles à tirer les conclusions auxquelles son paradoxe nous convie ? Il est possible que non ! Au cours des cinq dernières années, plusieurs études ont remis le paradoxe d'Easterlin en question.

Que notre position relative dans la société ait des conséquences notables est incontestable. En 2007, Luis Rayo, de l'Université de l'Utah, et Gary Becker, de l'Université de Chicago, ont constaté que nous choisissons toujours des références qui nous sont proches dans le temps et dans l'espace. Cela s'explique par deux caractéristiques de notre cerveau : nous sommes incapables de percevoir les augmentations de bonheur qui sont trop petites... mais aussi celles qui sont trop grandes.

Ces limites de notre perception du bonheur impliquent que nous ne pouvons nous mouvoir à volonté vers le haut ou vers le bas sur l'échelle des émotions. Au lieu de cela, nous nous orientons par approximations, d'après des références qui nous permettent d'estimer à peu près notre niveau de bonheur. Il peut s'agir des revenus de collègues ou de voisins, mais aussi de notre revenu de l'année précédente. L. Rayo et G. Becker avancent qu'au cours de l'évolution, il a toujours été important pour les membres de notre espèce de savoir estimer à la fois leurs contributions à la vie du groupe, mais aussi leur position relative au sein de ce groupe. Un chasseur qui ramène moins de gibier que les autres commet certainement des erreurs systématiques. Afin de s'en apercevoir, il doit comparer ses performances à celles des autres.

Pour autant, la comparaison avec les autres ne saurait être notre seul critère de bonheur. Nos yeux s'adaptent à l'intense

lumière du jour, mais dès que nous pénétrons dans une caverne, ils s'adaptent à une autre échelle de luminosité. Dans les deux cas, nous saurons dire s'il « fait sombre » ou s'il « fait clair ». Pourquoi en serait-il autrement avec notre perception du bonheur ?

Dès lors, que penser du paradoxe d'Easterlin ? Qu'est-ce qui s'oppose à l'idée qu'il soit rigoureusement applicable comme le préconisent beaucoup de gens ? En fait, il existe déjà un premier doute concernant la validité des données rassemblées en demandant à des individus d'estimer leur satisfaction subjective dans la vie sur une échelle de 1 à 10. De telles données, qui constituent toujours la base de la recherche sur le bien-être, représentent-elles correcte-

ment la satisfaction des sujets interrogés ? Manifestement non.

De fait, les données produites quand on demande à des sujets d'estimer leur satisfaction dans la vie sur l'échelle du bonheur (de 0 à 10) ne semblent guère fiables. Par exemple, en interrogeant les mêmes personnes une seconde fois, les chercheurs ont testé s'ils obtenaient les mêmes résultats. La réponse est non : certes, les résultats des deux enquêtes sont corrélés, mais avec un coefficient de corrélation égal à 0,5, ce qui est faible (des réponses identiques donneraient 1).

En outre, on a constaté que les réponses concernant la satisfaction subjective dans la vie sont influencées par des détails qui ne devraient pas jouer de rôle, comme le temps

qu'il fait... Lors d'une expérience conduite en 1987 à l'Université du Michigan, le psychologue social allemand Norbert Schwarz a mis en évidence le rôle des conditions extérieures. Une pièce de dix cents fut placée dans la photocopieuse d'une bibliothèque universitaire, comme si le dernier usager de l'appareil l'avait oubliée : tous les étudiants qui la trouvèrent l'emportèrent. À leur sortie de la bibliothèque, on leur demanda de participer à une enquête sur leur satisfaction dans la vie. Les étudiants enrichis par la pièce emportée se déclarèrent nettement plus satisfaits que les membres du groupe de contrôle. Ainsi, dix cents suffisent à influencer l'humeur d'un étudiant !

Cela signifie-t-il que nous ne pouvons pas nous fier aux données concernant la

Le paradoxe du malheur français

La France est l'une des surprises réservées par l'économie du bonheur : on est plus malheureux qu'ailleurs... par culture.

Le niveau de vie des habitants d'un pays est lié à leur bien-être déclaré. Ainsi, pour un niveau de revenu par personne, ou pour un indice de développement humain donné (l'IDH, qui combine le revenu par individu, l'espérance de vie et le niveau d'éducation), on peut prédire le niveau moyen de bonheur de la population d'un pays. On peut même représenter cette relation par une courbe (*ci-contre*). Mais au-delà de cette relation moyenne, on constate des écarts étonnants.

Certains pays se trouvent systématiquement au-dessus de la courbe : c'est le cas des pays d'Amérique latine, dont les habitants semblent détenir le secret d'un bonheur qui magnifie leurs conditions de vie. Les pays du Nord de l'Europe (Norvège, Suède, Danemark) sont eux aussi au-dessus de la courbe. À l'inverse, les habitants des pays anciennement socialistes sont nettement moins heureux que ne le prédirait leur niveau de vie.

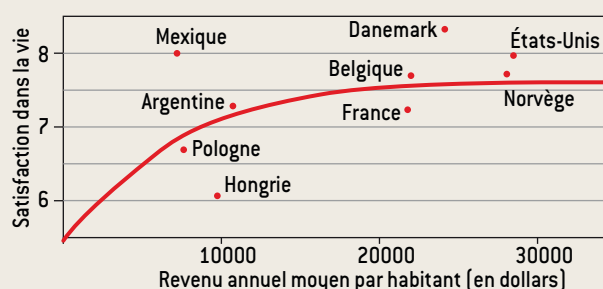
Qu'en est-il de la France ? Étonnamment, les Français sont bien au-dessous du niveau de bonheur que prédirait leur niveau de vie. Sur une échelle de bonheur graduée de 0 à 10, ils se placent en moyenne à 7,2 ; pourtant, étant donné leur IDH, ils de-

vraient connaître un niveau de bonheur moyen de 7,6. Ils perdent donc inexplicablement environ un demi-échelon sur l'échelle de bonheur et se situent dans la queue du classement des pays d'Europe occidentale, bien au-dessous de la moyenne européenne. Avec un IDH identique à la France, la moyenne de la Belgique se situe à 7,7 et le Danemark à 8,3. Au total, le fait d'être Français réduit de 20 pour cent la probabilité de se déclarer très heureux, c'est-à-dire au-delà du septième échelon (8 et plus).

Ainsi, tout se passe comme s'il y avait une sorte de « perte en ligne » du bonheur en France, une dissipation du bonheur normalement produit par les conditions de vie objectives.

Notons que depuis que les données sont disponibles, c'est-à-dire depuis les années 1970, le classement relatif des pays est stable, et la position défavorable de la France aussi. Il ne s'agit pas d'un effet de conjoncture.

Ce relatif défaut de bonheur français se traduit par la consommation élevée d'antidépresseurs. Ils illustrent également par des scores élevés de désordres psychiques et de détresse mentale. Et les mesures plus émotionnelles du bien-être, recueillies dans l'enquête mondiale réalisée par l'entreprise Gallup, conduisent au même résultat : les Français obtiennent un score très faible en matière d'émotions positives ressenties au cours de la semaine qui a pré-



LE BIEN-ÊTRE est relié au niveau de vie (courbe rouge). Mais dans certains pays, notamment en France, il est anormalement faible.

cédé l'enquête (joie, enthousiasme, détente, sourire) et un score très élevé en matière d'émotions négatives (anxiété, stress, tristesse, colère), contrairement à la Grande-Bretagne, à la Suède et aux Pays-Bas par exemple, qui se situent en haut du classement.

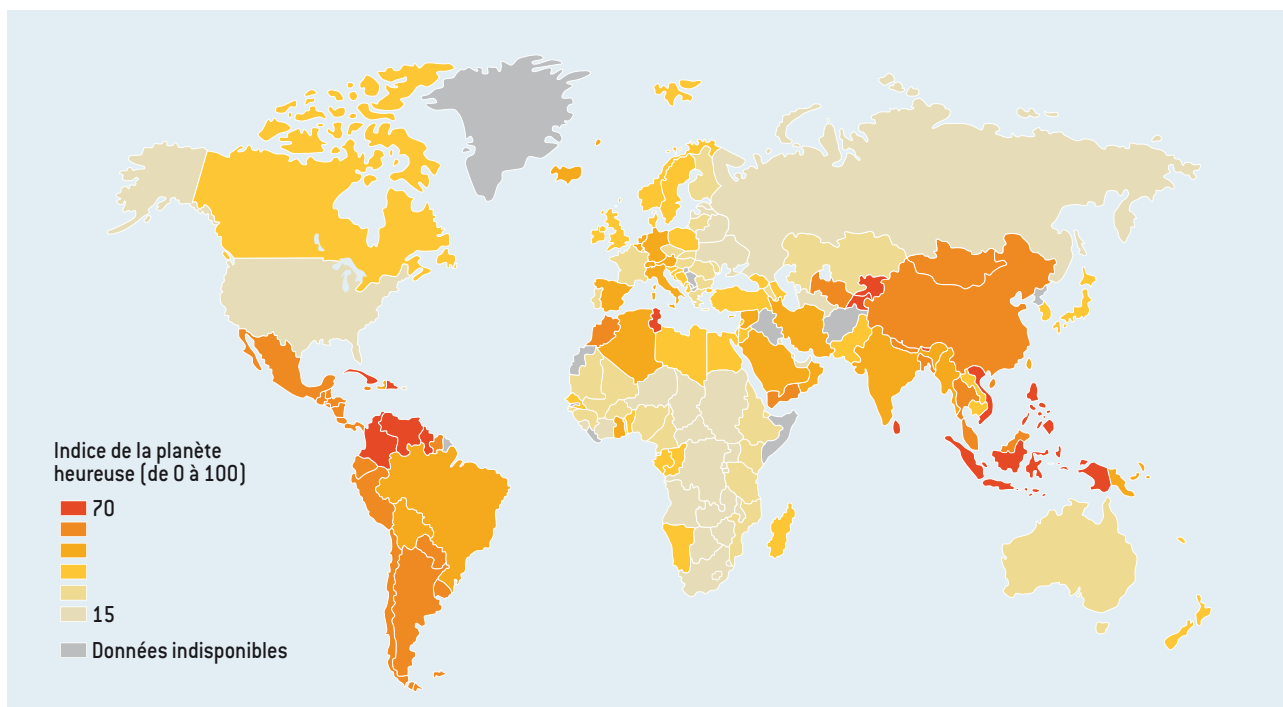
Le « malheur français » ne s'étend pourtant pas aux immigrés. Certes, les immigrés sont toujours moins heureux que les « natifs » d'un pays donné. Mais au-delà de l'effet du déracinement, si l'on considère deux immigrés issus du même pays dont l'un choisit de s'établir en France et l'autre aux Pays-Bas, le premier ne sera pas moins heureux que le second.

Cela montre que le moindre bonheur des Français ne peut pas être attribué uniquement aux circonstances objectives de leur vie, mais doit aussi être rapporté à la façon dont les Français transforment leurs expériences en bonheur ressenti. En systémati-

sant cette analyse des différences entre population immigrée et non immigrée au sein d'un échantillon de pays européens (*European Social Survey*, 2002-2010), on vérifie que la plus grande partie de cette perte en ligne de bonheur est liée à la « mentalité » et à la « culture » françaises. On constate aussi que les Français vivant à l'étranger sont moins heureux que d'autres Européens vivant hors de leur pays d'origine. Enfin, les immigrés ayant été scolarisés en France dans leur prime enfance (avant l'âge de dix ans) se déclarent moins heureux que ceux qui ne l'ont pas été.

Généralement, le niveau de bien-être déclaré par les émigrés européens est lié au niveau moyen de leurs compatriotes restés au pays, une preuve de la dimension culturelle du bien-être. Une piste de recherche à creuser...

Claudia Senik
École d'économie de Paris
et Université Paris-Sorbonne



2. L'INDICE DE LA PLANÈTE HEUREUSE, en anglais *Happy planet index*, HPI, est un indicateur économique créé par la Fondation britannique pour une nouvelle économie (*New Economics Foundation*) permettant de classer les pays d'après trois critères : l'empreinte écologique, l'espérance de vie et le bonheur ressenti des populations. En 2009, la France occupait la 71^e place sur 143 pays classés. Quand on compare la carte mondiale de cet indice (*ci-dessus*) et celle des produits intérieurs bruts (PIB) des différents pays, on constate que les deux cartes ne sont pas superposables : le bonheur n'est pas lié au PIB.

■ LES AUTEURS

Joachim WEIMANN est professeur d'économie politique à l'Université Otto von Guericke à Magdebourg, en Allemagne.

Ronnie SCHÖB est professeur de gestion financière à l'Université libre de Berlin.

Andreas KNABE est professeur de gestion financière à l'Université Otto von Guericke.

satisfaction que chacun exprime face à sa vie ? Pas forcément. Le hasard joue certainement un rôle dans les résultats obtenus, mais pas au point de produire un biais systématique dans les différentes enquêtes. En fait, on peut s'attendre à ce que le grand nombre des enquêtes finisse par moyenner les diverses influences auxquelles elles ont pu être soumises. Les études fondées sur l'interrogation rigoureusement menée de grandes cohortes sont donc protégées contre les biais systématiques.

Par ailleurs, on doit se poser la question de savoir s'il suffit d'interroger quelqu'un sur sa satisfaction subjective dans la vie une seule fois. Pouvons-nous exprimer notre niveau de satisfaction en ne répondant qu'à une seule question ? Si nous le faisons, ne perdons-nous pas une partie essentielle de l'information ? Si l'on se contente d'une unique réponse, on néglige le rôle du temps qui passe ainsi que le caractère pluridimensionnel de la satisfaction dans la vie.

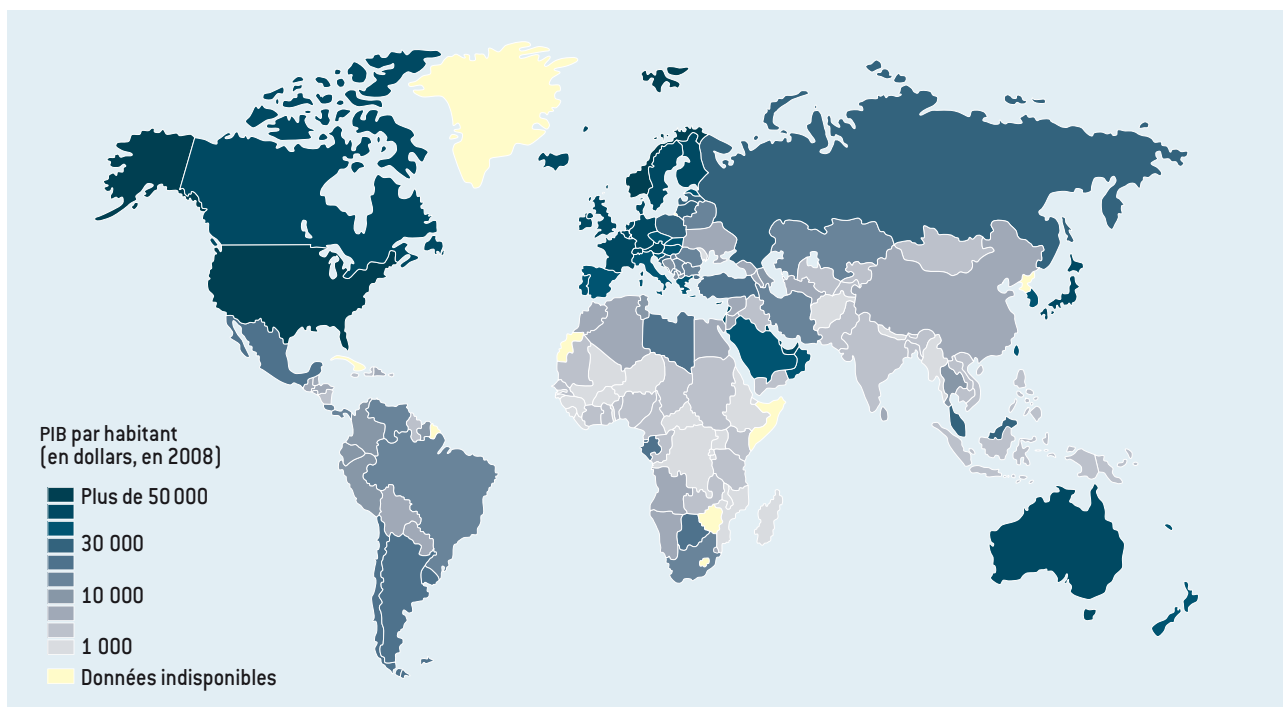
Les données sur la satisfaction subjective sont comme des clichés pris à des instants précis. En réalité, elles résultent d'un courant continu de perceptions différentes. Dès lors, l'âge de l'individu doit influencer ses réponses en matière de perception du bonheur. Aujourd'hui, certains invoquent le paradoxe d'Easterlin pour justifier qu'il est vain de courir après

la croissance et des revenus plus élevés pour augmenter son niveau de bonheur. Il est pourtant indiscutable que seule la croissance a rendu possible l'augmentation constante de l'espérance de vie dans les pays développés, en dégageant des ressources pour l'amélioration de la recherche médicale, du système de santé, de l'alimentation et de l'hygiène.

Vie plus longue, donc bonheur plus long ?

L'équation « plus de revenu = plus de santé » semble vraie, que ce soit au sein d'une société ou quand on compare des sociétés différentes. Même si la croissance économique n'avait pas d'effets positifs, son seul effet sur la durée de vie en bonne santé suffirait à rendre les gens heureux plus longtemps, à condition toutefois que la durée de vie gagnée soit à peu près aussi heureuse que la durée de vie passée. C'est précisément l'un des résultats que le sociologue Ruut Veenhoven, de l'Université Erasmus à Rotterdam, et l'économiste Michael Hagerty, de l'Université de Californie à Davis, ont obtenus en 2006 en étudiant ce qu'ils ont nommé les années de vie heureuse.

Un autre argument est souvent opposé au paradoxe d'Easterlin : il n'est guère raisonnable de comparer des indices de satis-



faction exprimés à des moments différents de sa vie, même s'ils sont exprimés par une même personne. En effet, le sens que l'on donne à l'échelle du bonheur (de 0 à 10) change avec le temps. D'après la théorie de L. Rayo et G. Becker déjà mentionnée, nous devons nous repérer d'après des valeurs de référence proches de nous dans le temps et dans l'espace. Or ces repères changent progressivement au fil du temps, par exemple parce que nos revenus augmentent.

Supposons que l'on demande à une jeune personne si elle est satisfaite de sa vie. Pour répondre, il faudra qu'elle s' imagine comment serait sa vie si elle était « parfaitement satisfaite », c'est-à-dire si elle pouvait indiquer 10 sur l'échelle du bonheur. Toutefois, si l'on interroge cette personne dix ans plus tard, et même si elle a entre-temps atteint ses objectifs, il est peu probable qu'elle attribue l'indice 10 à sa situation, car ses références auront changé. C'est pourquoi nous ne pouvons guère être sûrs de ce que signifie le choix d'une même note dans deux entretiens différents.

Le deuxième aspect qui a été négligé dans les études passées est que la recherche sur le bonheur s'est concentrée seulement sur la production d'un chiffre d'appréciation, ce qui fait l'impasse sur les différentes

dimensions de la perception du bonheur. Dans les protocoles usuels d'autoévaluation de leur satisfaction, on demande aux personnes interrogées de réaliser une estimation cognitive de leur vie. Pour donner une note sur l'échelle proposée, il leur faut estimer plusieurs aspects de leur vie et leur attribuer un poids. Que vaut mon travail ? Comment est-ce que cela se passe dans ma famille, dans mon couple ?

LA SATISFACTION COGNITIVE est notablement plus basse chez les chômeurs. Nous avons eu la surprise de constater que ce n'est pas vrai quand il s'agit du bilan affectif.

Suis-je satisfaite de ma santé ? Répondre à ces questions exige de réfléchir attentivement, afin de donner une estimation globale de sa satisfaction.

Cette évaluation réfléchie, ou encore cognitive, se différencie notablement du bonheur affectif. Dans cette dernière évaluation, il ne s'agit que d'émotions, lesquelles sont pour l'essentiel traitées de façon non consciente. Le sentiment gratifiant que nous avons quand nous prenons nos enfants dans les bras ou quand quelqu'un que nous apprécions nous sourit n'a rien à voir avec une appréciation abstraite de la valeur de notre vie.

Les perceptions affectives du bonheur et du malheur peuvent être aussi bien mesurées que la satisfaction cognitive. Deux découvertes sont significatives à cet égard. Tout d'abord, le bonheur cognitif et le bonheur affectif ne sont pas liés et peuvent même être opposés.

C'est ce que prouve l'étude que nous avons réalisée avec un collègue de l'Université de Magdebourg en 2010. Nous y avons examiné non seulement la satisfaction dans la vie, mais aussi ce que nous nommons le « bilan affectif » de chômeurs et d'employés. Nous désignons ainsi la moyenne obtenue quand on fait le bilan des émotions positives et des émotions négatives ressenties par un individu au cours d'une journée.

En ce qui concerne la satisfaction cognitive, ce que de nombreuses études antérieures avaient montré (et qui n'est guère surprenant) a été confirmé : elle est notablement plus basse chez les chômeurs que chez les gens qui ont un emploi. Toutefois, nous avons eu la surprise de constater que ce n'est pas vrai quand il s'agit du bilan affectif. D'un point de vue émotionnel, un chômeur est aussi satisfait que quelqu'un qui travaille.

Une autre étude que nous avons réalisée en 2012 est encore plus surprenante : elle a révélé que les chômeurs mariés dont



3. NOUS ESTIMONS NOTRE BONHEUR SUBJECTIF d'après des références choisies dans notre environnement. Nous sommes ravis d'une augmentation de cinq pour cent (a), mais si une collègue fait un

impair en révélant qu'elle a eu dix pour cent d'augmentation (b), non seulement le bonheur initial disparaît, mais nous en voulons alors à la Terre entière (c). Le bonheur subjectif dépend des circonstances.

BIBLIOGRAPHIE

B. Frey et C. Frey Marti, **Le bonheur. L'approche économique**, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2013.

Le bonheur, *L'Essentiel Cerveau & Psycho*, mai-juillet 2013.

C. Senik, **The French unhappiness puzzle : The cultural dimension of happiness**, École économique de Paris, rapport n° 2011-34, 2011.

A. Knabe et al., **Dissatisfied with life, but having a good day : Time-use and well-being of the unemployed**, *The Economic Journal*, vol. 120, pp. 867-889, 2010.

R. Easterlin, **Does economic growth improve the human lot ? Some empirical evidence**, dans *Nations and Households in Economic Growth*, Academic Press, 1974.

la femme travaille sont ceux qui souffrent le plus de leur situation, du moins si l'on se fie à leur estimation cognitive. Car, dans le même temps, les membres de ce groupe présentaient le plus fort bilan affectif, c'est-à-dire le plus d'émotions positives !

De nouvelles données recueillies pour évaluer simultanément la satisfaction cognitive et les émotions montrent qu'il y a un lien fort entre le revenu et la satisfaction cognitive. Elles prouvent aussi qu'un lien moins fort existe entre le revenu et le bonheur affectif. Dès lors, on peut se demander si le paradoxe d'Easterlin n'est pas invalidé au moins dans la dimension cognitive du bonheur. Dans ces conditions, les mesures politiques fondées sur le paradoxe sont-elles encore justifiées ? Quoi qu'il en soit, prenons garde à ne pas interpréter de façon inappropriée les résultats : un chômeur peut avoir un bonheur affectif comparable à celui d'une personne ayant un emploi, sans que cela ne justifie en rien ses mauvaises conditions de vie.

Un autre argument contre la validité du paradoxe d'Easterlin tient à ce que les données de l'étude *World Value Surveys* dont il est issu semblent aujourd'hui entachées de divers biais méthodologiques. Il est en effet avéré que ces données ont été traitées par des méthodes différentes selon les pays, et elles ne sauraient donc être comparées d'un pays à l'autre. C'est pourquoi la recherche récente sur le bien-être s'appuie surtout sur une autre base de données, le *Gallup World Poll*, qui passe pour être plus homogène et plus fiable sur le plan méthodologique.

Les économistes américains Betsey Stevenson et Justin Wolfers, de l'Université

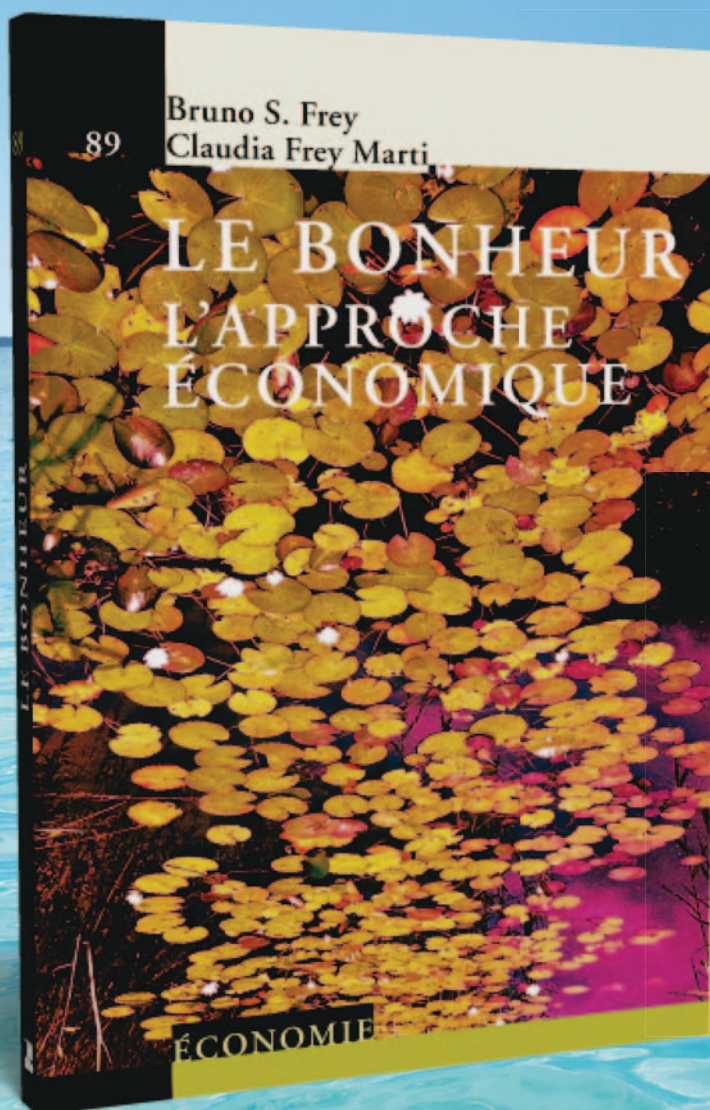
du Michigan, ont beaucoup travaillé sur les données issues des plus grands pays et en ont corrigé les biais méthodologiques les plus importants. Si l'on utilise leurs données corrigées, on constate que le paradoxe d'Easterlin disparaît dans presque tous les pays. À la place apparaît un lien clair entre le revenu absolu et le niveau moyen de bonheur.

La fin du paradoxe d'Easterlin ?

Les États-Unis représentent toutefois une remarquable exception. C'est surtout dans ce pays que les gens plus riches sont le moins satisfaits de leur vie. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les salaires y ont certes augmenté, mais les inégalités de revenus aussi. Dans la mesure où ce sont les positions relatives qui comptent, il se pourrait que l'effet associé à la hausse des salaires ait été gommé par l'effet lié à l'augmentation des inégalités. Le fait que la satisfaction moyenne soit restée constante aux États-Unis ne peut donc pas être considéré comme un argument en faveur de l'idée selon laquelle l'argent ne fait pas le bonheur.

Dans l'ensemble, les recherches sur le bonheur ne sauraient indiquer de façon indiscutable les décisions politiques à prendre. Pour autant, cela ne signifie pas que leurs résultats soient sans intérêt, car ils permettent de préciser notre appréciation du bonheur. Et comme les résultats obtenus sur les liens entre bien-être et aisance matérielle ne sont pas encore bien établis, ces recherches conservent tout leur intérêt. ■

le bonheur, à quel prix ?



Quelle est la recette du bonheur ?

Dépend-il de notre revenu, de notre position sociale, de notre relation aux loisirs, de notre statut civil ? Ou d'autres facteurs encore ? Pour la première fois, des économistes se penchent sur ces questions, et y répondent dans un petit ouvrage surprenant, clair et sans jargon.

Bruno S. Frey, Claudia Frey Marti
Le bonheur, l'approche économique
13,50 €, 152 pages, 978-2-88915-010-6

Disponible en librairie fin mai 2013



PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES
Editeur scientifique de référence depuis 1980

www.ppur.com

HISTOIRE DES SCIENCES

Les pionniers oubliés de la TSF

Des débuts de la TSF, la transmission sans fil, au tournant du XX^e siècle, on connaît surtout les grandes étapes et les découvreurs associés. Mais son histoire est bien plus qu'une simple chronologie linéaire d'inventions.

Jean-Jacques LEDOS

L'histoire ne retient, le plus souvent, qu'une sélection d'événements et d'acteurs dont on dirait, de nos jours, qu'ils ont été mieux médiatisés. Le récit des débuts de la transmission sans fil, la TSF, des années 1880 jusqu'à l'avènement de la radiodiffusion dans les années 1920, est ainsi devenu une succession de noms célèbres – Faraday, Maxwell, Hertz, Branly, Popov, Marconi et quelques autres – et de découvertes associées. Pourtant, plusieurs autres initiatives, oubliées ou méconnues, ont contribué à l'édifice. Et c'est peut-être dans ces zones peu éclairées de l'histoire que l'on perçoit le mieux le plaisir de la découverte.

L'histoire officielle, la voici. Entre 1865 et 1873, s'inspirant des idées du physicien britannique Michael Faraday (1791-1867), l'Écossais James Clerk Maxwell pose les bases de l'électromagnétisme. Selon sa théorie, la lumière se propage dans l'air sous la forme d'ondes électromagnétiques. Quatorze ans plus tard, souhaitant vérifier la validité de cette théorie, le physicien allemand Heinrich Hertz observe que la production d'un arc électrique entre deux sphères de laiton parcourues par un courant électrique entraîne l'éclatement d'une étincelle aux bornes d'un générateur placé à faible distance, sans fil.

Les expériences de Hertz constituent la première manifestation de l'émission d'ondes électromagnétiques à distance, dont il étudie les propriétés jusqu'à sa mort, en 1894. Hertz ne pensait pas qu'un tel dispositif puisse être utilisé pour transmettre des

messages dans l'espace. Certains, ensuite, ont reproduit son expérience et en ont évalué l'avenir possible, tel le Britannique William Crookes qui supposait, en 1892, qu'un tel phénomène pourrait un jour servir à transmettre des messages.

De Hertz à la première radioémission

En 1890, le physicien français Édouard Branly n'avait pas le souci de « recevoir » des ondes, encore moins d'en émettre. Il reproduit, dans son laboratoire de l'Institut catholique de Paris, l'observation d'un discret physicien italien, Temistocle Calzecchi-Onesti, qui a constaté l'agrégation d'une masse de limaille métallique contenue dans un tube lorsqu'elle est traversée par un courant électrique. Branly observe le même phénomène, sans liaison par fil, lorsqu'une étincelle éclate, à une faible distance, aux bornes d'un générateur. Il désigne le dispositif comme radioconducteur.

La radioconduction se révèle un moyen de mettre en évidence les ébranlements électromagnétiques. Le professeur de physique d'une école navale russe, Alexandre Popov, l'utilise en 1895 pour détecter les orages qui éclatent au loin. Il améliore le dispositif au moyen d'un fil tendu ou d'une tige dressée à côté du radioconducteur : ce sera l'antenne.

En Angleterre, un physicien à la réputation déjà établie, Oliver Lodge, étend l'expérience de Branly en montrant que le tube à limaille (qu'il nomme *coherer*) permet aussi

de détecter les ébranlements oscillatoires qu'il a produits avec un éclateur sur le modèle du dispositif de Hertz. Il offre en 1894, à l'auditoire de la Société royale de Londres, une première démonstration de messages codés en morse transmis à distance.

À l'Université de Bologne, Guglielmo Marconi, un jeune homme de bonne famille, observe les expériences semblables reproduites par un professeur ami de la famille, Augusto Righi. Le brevet qu'il dépose en Angleterre en juin 1896 rend hommage à Branly et à Righi. Il comprend rapidement l'usage que l'on peut tirer de ce système technique pour transmettre des messages, codés au rythme de la production d'étincelles. C'est à ce titre que Marconi peut être considéré comme un pionnier de la radiocommunication. Il ne tarde pas à s'investir dans cette activité : en 1897, il crée la *Wireless Telegraph and Signal Company*, première pierre d'un empire industriel.

À l'aube du nouveau siècle, Marconi se laisse toutefois surprendre par un nouvel usage des ondes : la transmission des sons que réussit, en 1906, un Canadien, Reginald Fessenden, affecté au développement des alternateurs (générateurs de courant non continu) dans une filiale de la *Westinghouse Electric Company*. Pour répondre à la demande du Bureau de météorologie américain, il en étend l'application à l'émission d'ondes entretenues à très haute fréquence (pour l'époque) : 100 kilohertz. Dans la nuit de Noël 1906, il parle, chante et joue du violon devant un microphone inséré entre l'alternateur et l'antenne. Plusieurs opérateurs de