

La qualité de vie

Elle augmente depuis le début du siècle.

Ces deux cartes reflètent l'indice de qualité de vie mis au point par des chercheurs américains de l'Université Brown, pour mesurer les progrès des pays en développement. L'indice de qualité de vie d'un pays est fondé, sur l'espérance de vie à l'âge de un an, sur la mortalité infantile et sur la proportions d'illettrés. Les valeurs s'échelonnent de 6,3 pour la Gambie en 1960, à 94 pour le Japon en 1990. L'avantage de cette mesure sur d'autres évaluations de la qualité de vie est qu'elle utilise des résultats établis et non des estimations.

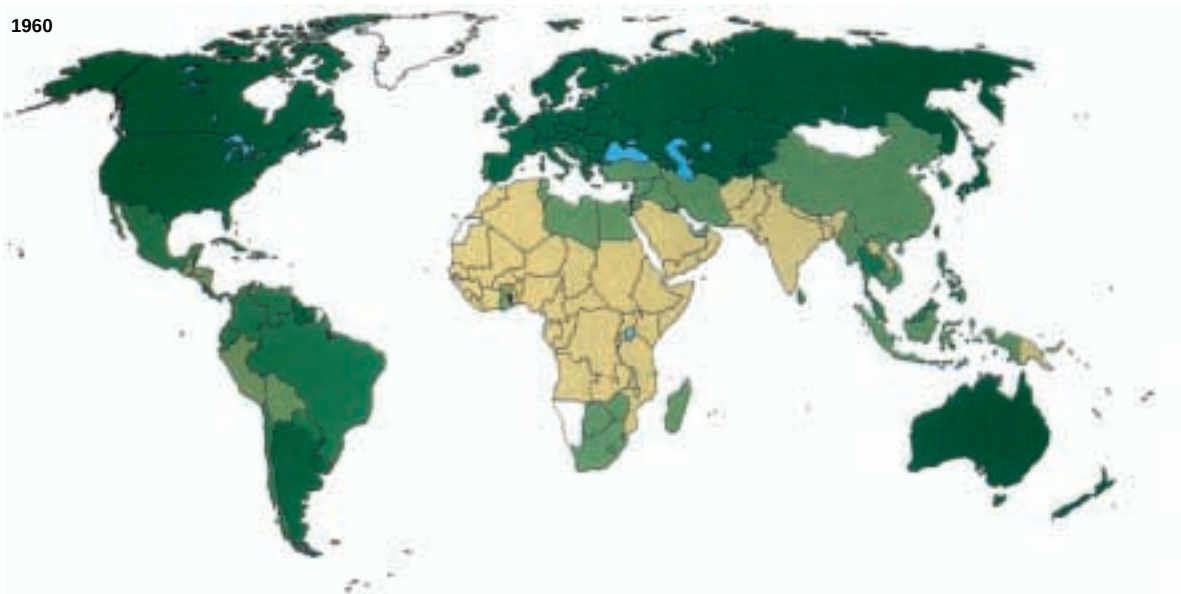
Alors qu'en Iran, par exemple, le produit national brut par habitant vaut moins d'un tiers de ce qu'il est en Arabie Saoudite, les indices de qualité de vie des deux pays sont égaux, ce qui indique que les richesses sont réparties plus équitablement en Iran.

L'examen de ces cartes fait ressortir que, malgré une importante augmentation de la population mondiale, la qualité de vie des pays en développement s'est améliorée, y compris dans ceux de la région sub-saharienne, la plus pauvre du Globe. Des données préliminaires pour

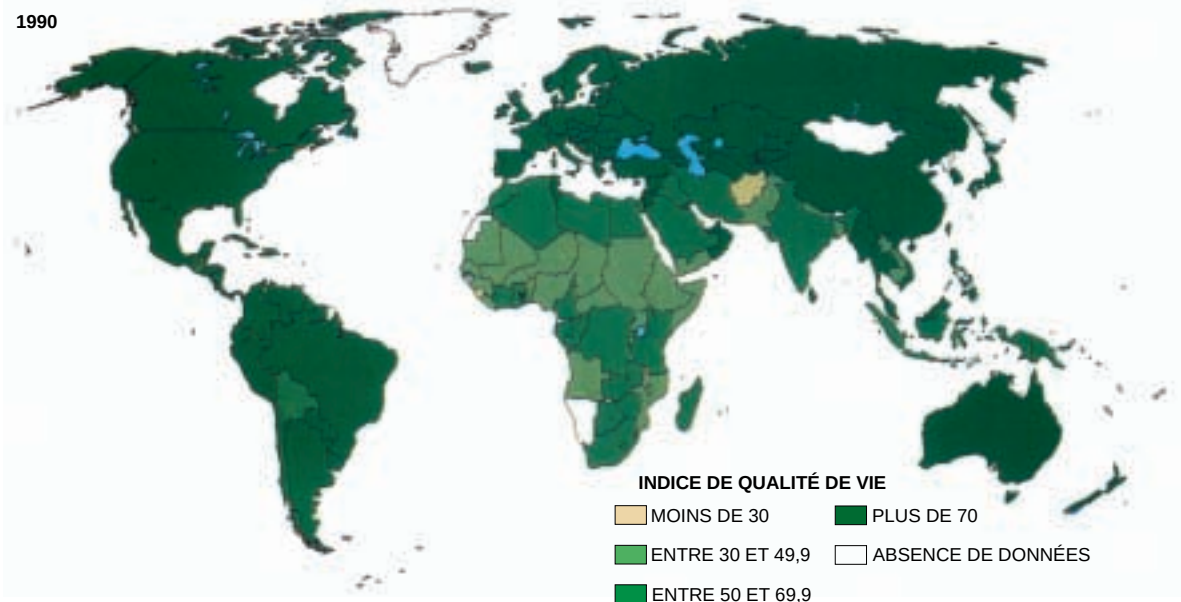
l'année 1993 montrent un progrès important dans la plupart des régions, excepté dans les 13 pays sub-sahariens dont la chute moyenne de l'indice est de 3, résultat d'une augmentation de la mortalité infantile et d'une diminution de l'espérance de vie. Cette chute d'indice est due, en partie, à l'extension de l'épidémie de SIDA qui a touché cette région du Globe plus durement qu'ailleurs.

L'avenir ne sera peut-être pas aussi sombre qu'il n'y paraît, car l'épidémie de SIDA pourrait être enrayée dès le début de la prochaine décennie. De surcroît, les données historiques indiquent une augmentation à peu près constante de l'indice de la qualité de vie : alors que le Sri Lanka avait un indice de 19 en 1921, en 1993, cet indice atteignait 85. N'oublions pas qu'il y a cent ans, la France avait un indice de qualité de vie équivalent à celui des pays sub-sahariens aujourd'hui. □

1960



1990



Fond infrarouge

Le satellite COBE a détecté le rayonnement émis lors de la formation des premières galaxies.

Comment se forment les galaxies ? Cette question est une énigme. Un pas vers la réponse vient d'être franchi : le rayonnement émis par les galaxies à leur formation a été identifié dans les observations du satellite COBE par une équipe de l'Institut d'astrophysique spatiale à Orsay. Le rayonnement détecté correspond à l'émission des premières générations d'étoiles lorsque l'Univers avait moins d'un milliard d'années.

La formation des galaxies résulte d'une importante concentration de matière en certains points de l'Univers. Lorsque la densité est suffisante, la matière s'effondre sous son propre poids formant ainsi les premières étoiles qui s'agglutinent en galaxies. À la fin de leur vie, l'explosion des étoiles massives dissémine les atomes fabriqués en leur sein qui serviront pour les générations ultérieures d'étoiles.

Ainsi, de génération en génération, la composition des étoiles reflète l'histoire des éléments produits en leur sein. Comme les étoiles moins massives que le Soleil ont une durée de vie supérieure à l'âge de l'Univers (15 milliards d'années), on en observe de toutes les générations. Leur étude montre que l'abondance des atomes lourds, comme le carbone, l'oxygène et le fer, atteint une valeur proche de l'abondance actuelle très tôt dans l'histoire de notre Galaxie : ces atomes ont été formés par les premières générations d'étoiles.

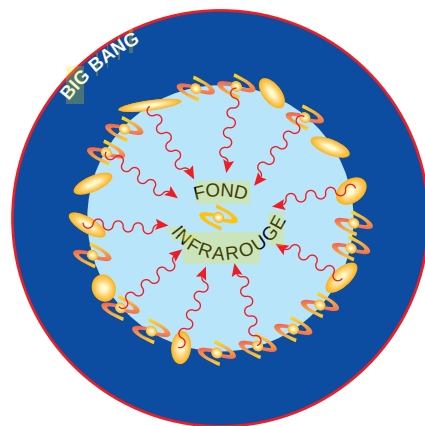
La formation de notre Galaxie a dû coïncider avec une gigantesque flambée d'étoiles, notamment d'étoiles massives qui rejettent après quelques millions d'an-

nées les éléments qu'elles ont synthétisés. Les astrophysiciens pensent donc que, lors de leur formation, les galaxies étaient des objets très lumineux. On prédit cette luminosité en estimant le nombre d'étoiles massives nécessaires pour former les atomes lourds présents dans les galaxies.

Comme les étoiles naissent dans des cocons de gaz et de poussières, le rayonnement visible et ultraviolet des étoiles est absorbé puis émis à une longueur d'onde inférieure, dans l'infrarouge. De plus, depuis l'époque de leur formation, les premières galaxies se sont éloignées de nous en raison de l'expansion de l'Univers. Plus les galaxies sont loin de nous, plus elles s'éloignent vite, ce qui décale la longueur d'onde de ce rayonnement vers le rouge par rapport à l'émission infrarouge des étoiles de notre Galaxie. On s'attend donc à une émission isotrope, dans l'infrarouge.

SOUSTRAIRE LA GALAXIE

Le satellite d'observation à vocation cosmologique COBE a réalisé une série de cartes du ciel, de l'infrarouge proche aux ondes radio (à des longueurs d'onde comprises entre un milliardième de mètre et un centimètre). La détection du rayonnement qui résulte de la formation des premières galaxies, nommé fond extragalactique infrarouge, est difficile car il faut extraire l'émission extragalactique de toutes les autres contributions à l'émission infrarouge détectée par COBE. À ces longueurs d'onde, la brillance du ciel est



Sur cette représentation où notre Galaxie est au centre, des cercles concentriques de rayons croissants représentent des événements simultanés de plus en plus anciens. Un milliard d'années après le Big Bang, lors de la formation des premières galaxies, une intense flambée d'étoiles émet un rayonnement infrarouge.

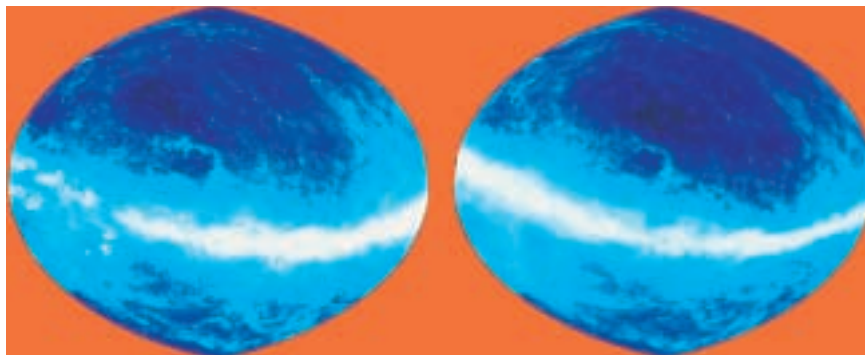
dominée par l'émission de petites poussières distribuées partout dans notre Galaxie et chauffées par les étoiles.

La corrélation entre la distribution de l'émission infrarouge et de l'émission de l'hydrogène permet d'utiliser l'hydrogène comme marqueur des poussières galactiques. À l'aide de l'émission de l'hydrogène qui provient uniquement de notre Galaxie, on estime le spectre de l'émission des poussières galactiques. La soustraction de ce spectre au spectre infrarouge de COBE révèle l'existence d'un résidu isotrope ayant un spectre décalé vers le rouge par rapport à celui de la composante galactique.

Comme le rayonnement est isotrope, ce résidu ne peut venir ni du disque de notre Galaxie, ni de l'intérieur du Système solaire, car toute la matière y est concentrée autour du plan de rotation des planètes. Si cette émission provenait d'un nuage de comète, tel le nuage de Oort, le Soleil serait nimbé d'un halo infrarouge visible de l'extérieur du Système solaire. Comme une telle source d'émission n'est pas détectée autour des étoiles proches (que l'on imagine, de ce point de vue, semblable au Soleil), cette origine est peu vraisemblable. On écarte de même une explication liée à un halo sphérique de grande taille autour de notre Galaxie, car on n'observe pas de tels halos autour des galaxies voisines : l'hypothèse extragalactique est la plus plausible.

De surcroît, l'intensité de l'émission mesurée correspond à celle calculée par les modèles théoriques réalisés avant la détection. La détection du fond extragalactique apporte une information globale sur la formation des galaxies. La détection des objets individuels qui contribuent à ce fond en précisera le scénario.

François BOULANGER, IAS, Orsay



La carte du ciel en infrarouge obtenue par le satellite COBE (à gauche) résulte de l'émission des poussières galactiques plus d'un éventuel fond infrarouge (plus les couleurs sont claires plus l'émission est intense). La ressemblance de cette carte avec celle de l'émission de l'hydrogène (à droite) montre que le gaz est un marqueur des poussières galactiques. Ainsi, on estime la composante infrarouge galactique. En ôtant cette composante à la carte infrarouge globale, on obtient une carte uniforme : le fond extragalactique infrarouge.