



✓ QU'EST-CE QU'UNE GALAXIE ?

Dans l'article sur le gauchissement de la Voie lactée (*Le côté obscur de la Voie lactée*, *Pour la Science* n° 410, décembre 2011, http://bit.ly/410_blitz), Leo Blitz évoque des galaxies satellites si peu lumineuses qu'elles n'abriteraient aucune étoile, voire pas de gaz ! Peut-on encore parler de galaxies ? Tout comme le sens du mot « planète » a été modifié récemment, la définition des galaxies ne doit-elle pas évoluer ?

Jacques Prestreau

→ RÉPONSE DE BENOÎT FAMAËY, Observatoire de Strasbourg

Vous avez raison, on ne peut pas se contenter simplement de définir une galaxie comme un assemblage d'étoiles, de gaz, de poussières.

La meilleure définition d'une galaxie à l'heure actuelle est sans doute celle d'un système stellaire gravitationnellement lié et non collisionnel. Une dynamique non collisionnelle signifie que le temps caractéristique pour que les rencontres entre les étoiles proches aient une influence est plus long que l'âge de l'Univers. À l'inverse, la dynamique est dite collisionnelle lorsque ces rencontres entraînent des changements significatifs de direction.

Ce critère permet de distinguer les galaxies des amas globulaires, dont la dynamique est collisionnelle. On peut néanmoins réintégrer dans le club des galaxies les objets à la dynamique collisionnelle, mais dominés par un halo de matière noire : en effet, les amas globulaires ne sont pas censés posséder un tel halo.

Toutefois, une définition uniquement fondée sur la présence de matière noire aurait l'inconvénient d'éliminer certaines galaxies supposées sans matière noire, mais dont la dynamique est clairement non collisionnelle, et qui sont bien identifiées comme galaxies. Quant aux hypothétiques « galaxies noires » sans étoiles ou sans gaz, il est à ce stade plus judicieux de ne pas les inclure dans la définition. Leur éventuelle détection relancerait bien sûr le débat terminologique. Pour plus

d'informations, on peut se référer à l'article <http://arxiv.org/abs/1101.3309>.

✓ LES PARADOXES DE L'OMNISCIENCE

L'article de Jean-Paul Delahaye sur l'omniscience (*La logique de la perfection*, *Pour la Science* n° 410, décembre 2011, http://bit.ly/410_delahaye) a suscité de nombreuses réactions. Voici les principales.

1. Dans le jeu illustrant le paradoxe de Newcomb, le premier raisonnement qui conduit à n'ouvrir que la boîte A contenant 1 000 euros est cohérent avec l'hypothèse que l'individu qui propose le jeu est omniscient. Cependant, le second raisonnement, qui conduit à ouvrir les deux boîtes A et B et offre l'espoir d'un gain de 1001 euros, alors que le gain prédit par l'être omniscient doit se limiter à 1 euro, repose sur l'hypothèse inverse, c'est-à-dire qu'il ne peut exister d'être omniscient.



Il est normal que des raisonnements partant de deux hypothèses contraires aboutissent à des conclusions inverses, et cela ne prouve pas l'impossibilité d'un être omniscient.

2. Dans le paradoxe de Moore, comment une personne peut-elle dire à la fois qu'elle connaît la vérité d'une affirmation et qu'elle ne connaît pas l'affirmation elle-même ? N'est-ce pas dépourvu de sens ? Si on fait la distinction entre « connaître la proposition » et « connaître que la proposition est vraie », alors la conclusion du raisonnement n'est pas une contradiction. Les mêmes remarques s'appliquent au paradoxe de Fitch.

3. L'omniscience est-elle un handicap ? Dans le cas du jeu où deux voitures foncent vers un précipice et le conducteur qui saute en dernier gagne, l'omniscience est un avantage plutôt qu'un inconvénient. En effet, elle permet de gagner chaque fois que l'on sait que son adversaire n'ira pas jusqu'au bout. Et face à un adversaire dont on sait qu'il préfère mourir que de perdre, personne ne peut gagner, y compris un être omniscient.

→ RÉPONSES DE JEAN-PAUL DELAHAYE

1. Dans le paradoxe de Newcomb, le second raisonnement ne demande aucune supposition sur l'être prétendu omniscient. Le joueur peut ne pas croire que la personne qui propose le jeu est omnisciente. Le raisonnement utilise seulement la propriété toujours vraie que le contenu de la boîte A plus celui de la boîte B vaut toujours plus que celui de la boîte A seule. Cette conclusion contradictoire avec celle du premier raisonnement prouve donc, par l'absurde, qu'une des hypothèses est fautive, en l'occurrence l'existence d'un individu omniscient. Pour plus de détail sur l'impossibilité de Newcomb, voir : http://en.wikipedia.org/wiki/Newcomb's_paradox

2. La formule discutée dans le paradoxe de Moore, « connu [p et non connu p] », où p est une proposition, n'est pas dépourvue de sens. Elle signifie quelque chose de précis. Si par exemple p est la proposition « il pleut », dire « il pleut et je ne sais pas qu'il pleut » a un sens et peut être vrai ou faux. Si cette phrase est notée P , dire « je sais P » a donc aussi un sens. Il se trouve que c'est contradictoire, comme le montre la première partie du raisonnement. Le paradoxe de Fitch soulève une vraie difficulté que je vous invite à explorer en regardant <http://plato.stanford.edu/entries/fitch-paradox/>.

3. Dans le cas du jeu des voitures, l'omniscience peut bien être un handicap. En effet, par exemple, face à un être omniscient, une façon de jouer est de se bander les yeux et de foncer vers le vide. L'être omniscient sait qu'ainsi vous ne céderez pas, et sautera donc le premier.

Temps universel : faut-il supprimer les secondes intercalaires ?

David Finkleman, Steve Allen, John Seago, Rob Seaman et Kenneth Seidelmann

Le temps indiqué par les horloges a toujours été calé d'une façon ou d'une autre sur les mouvements de la Terre et du Soleil. Mais cette référence astronomique pourrait être abandonnée.

L'ESSENTIEL

✓ Le décompte du temps s'appuie depuis toujours sur la rotation de la Terre et sa révolution autour du Soleil.

✓ Le Temps universel, fondé sur ces mouvements célestes, est la base du temps légal. Mais il n'est pas assez uniforme, à l'inverse du temps indiqué par les horloges atomiques.

✓ Le Temps universel coordonné relie l'un à l'autre par l'ajout de secondes intercalaires, ce qui pose quelques difficultés techniques.

✓ Certaines instances proposent de supprimer les secondes intercalaires. Cela reviendrait à affranchir le temps légal du mouvement des astres.

Pour la Science © Shutterstock/Igorale

« **D**epuis des temps immémoriaux, les moyens utilisés universellement pour marquer le passage du temps sont les mouvements apparents des corps célestes ; et la mesure du temps, que ce soit par les heures du jour et de la nuit ou par les intervalles plus longs impliqués dans les calculs calendaires et chronologiques, dépend encore des mouvements célestes. D'autres moyens, comme les horloges, ne sont que des auxiliaires ou des intermédiaires. »

Ces propos des astronomes américains Edgar Woolard et Gerald Clemence datent de 1966, c'est-à-dire hier à l'échelle de l'histoire de la mesure du temps par l'homme. Mais ce qui était alors une vérité intangible – le temps civil est *in fine* fondé sur le mouvement des corps célestes – pourrait bientôt être remis en cause. Un organisme des Nations unies, le secteur radiocommunications de l'Union internationale des télécommunications (ITU-R), pourrait briser définitivement ce lien en adoptant une nouvelle définition du Temps universel coordonné (UTC).

Le Temps universel coordonné est le successeur moderne du Temps moyen de Greenwich, ou GMT (*Greenwich mean time*).

Depuis 1972, c'est la base du temps légal dans la plupart des pays du monde. Il est établi par un décompte des secondes du Système international (SI). Or cette unité est définie comme la durée de 9 192 631 770 périodes du rayonnement émis par la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133, phénomène physique complètement indépendant de la rotation de la Terre ou de tout autre phénomène céleste.