



L'UNIVERS RÉIONISÉ

L'image ci-dessus est une représentation de la distribution d'hydrogène dans un cube d'Univers de 1500 années-lumières de côté, telle qu'elle était il y a 13 milliards d'années. On y trouve des filaments, caractéristiques des plus grandes structures de l'Univers: c'est au sein de ce réseau enchevêtré que naissent les précurseurs des galaxies et les toutes premières étoiles.

Ces étoiles primordiales naissent dans un environnement gazeux composé d'hydrogène neutre (H), moléculaire (H₂) et d'hélium (He) et émettent un rayonnement ultra-violet intense et très énergétique. Ce rayonnement est absorbé par cet environnement gazeux et aboutit à la dissociation de quasiment tous les atomes et molécules rencontrés par cette lumière des premières étoiles: les molécules sont détruites et les atomes perdent leurs électrons pour devenir des "ions". Chaque étoile se trouve alors entourée d'une bulle de gaz ionisée elle-même entourée de gaz électriquement neutre: l'Univers est alors

parsemé de bulles allant l'une vers l'autre, au fur et à mesure que leur rayonnement "grignote" le gaz qui les environne. Au moment où toutes les bulles fusionnent, le rayonnement ne dispose plus de matériau à détruire et peut se propager librement: l'Univers devient transparent à cette lumière et les astronomes parlent de cette époque comme celle de la "réionisation".

L'image montre le résultat d'une simulation numérique de ce phénomène. La transparence des couleurs reproduit l'effet de l'ionisation sur la transparence du gaz au rayonnement des premières étoiles. Certaines zones laissent paraître la distribution du gaz tandis que d'autres sont complètement opaques car dominées par les atomes neutres. La structure complexe de la transparence résulte de la distribution filamentaire du gaz et de la répartition des sources dans cet Univers simulé.

Cette simulation est le premier calcul de transfert radiatif effectué intégralement

sur une carte graphique NVidia 8800 GTX. Ces GPGPUs (General Purpose Graphical Processor Unit) ont été détournés de leur tâche habituelle de rendu graphique à des fins de calculs scientifiques. Capables théoriquement de performances de plusieurs centaines de GFlops elles permettent d'atteindre des régimes de calculs (vitesse, résolution) inatteignables avec les processeurs standard les plus rapides. Pour le code ATON présenté ici, un gain x80 a été observé par rapport à la version CPU. Ce code de simulation a été développé par D. Aubert (Observatoire Astronomique, Université de Strasbourg) en collaboration avec R. David et M. Amini (CECPV, Strasbourg) et R. Teyssier (CEA, Saclay). L'image présentée a été produite grâce à l'outil VR-Render développé par J. Moreau et A. Charnoz, (IRCAD, Strasbourg).