

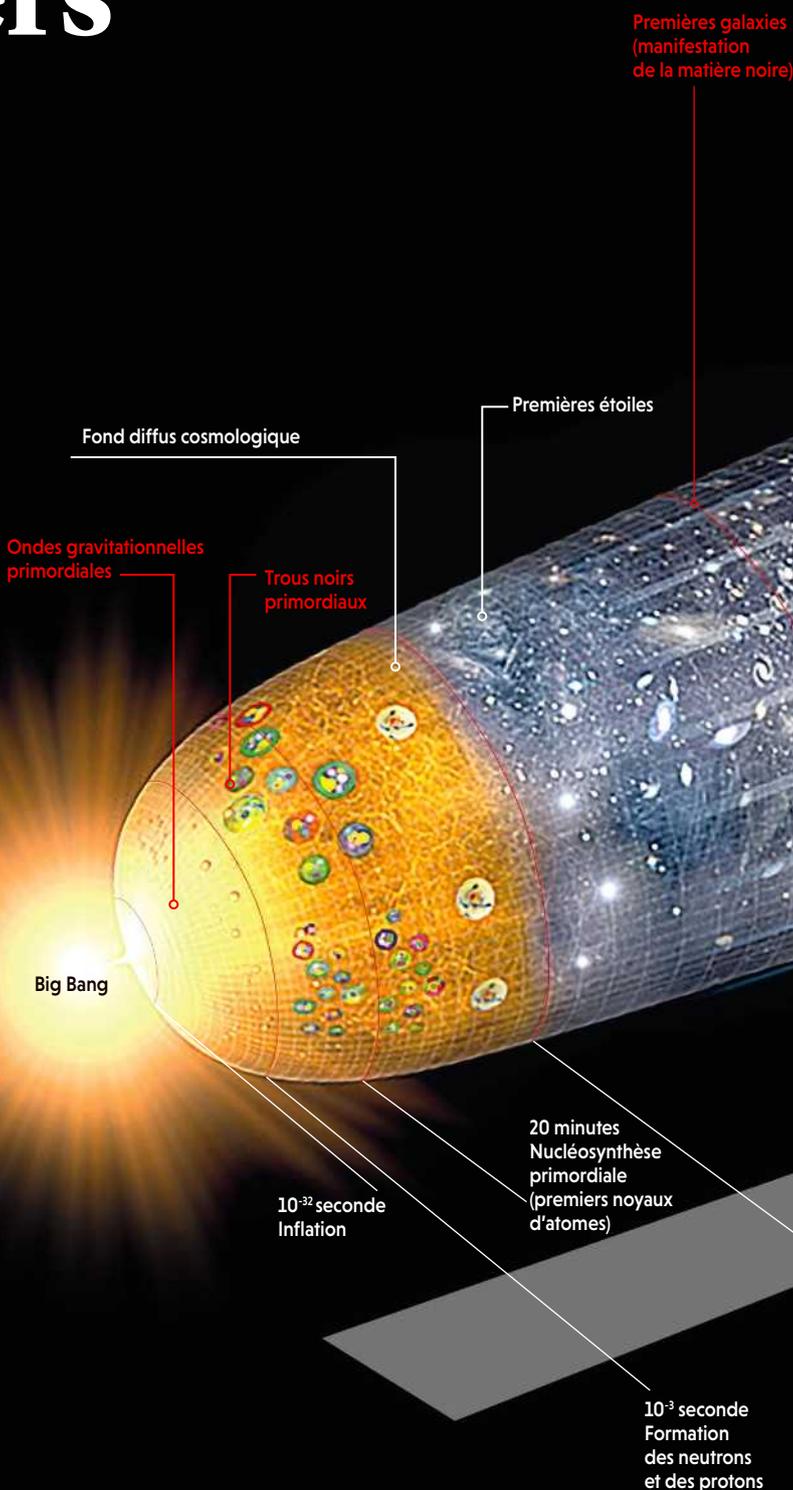
# Le côté obscur de l'Univers

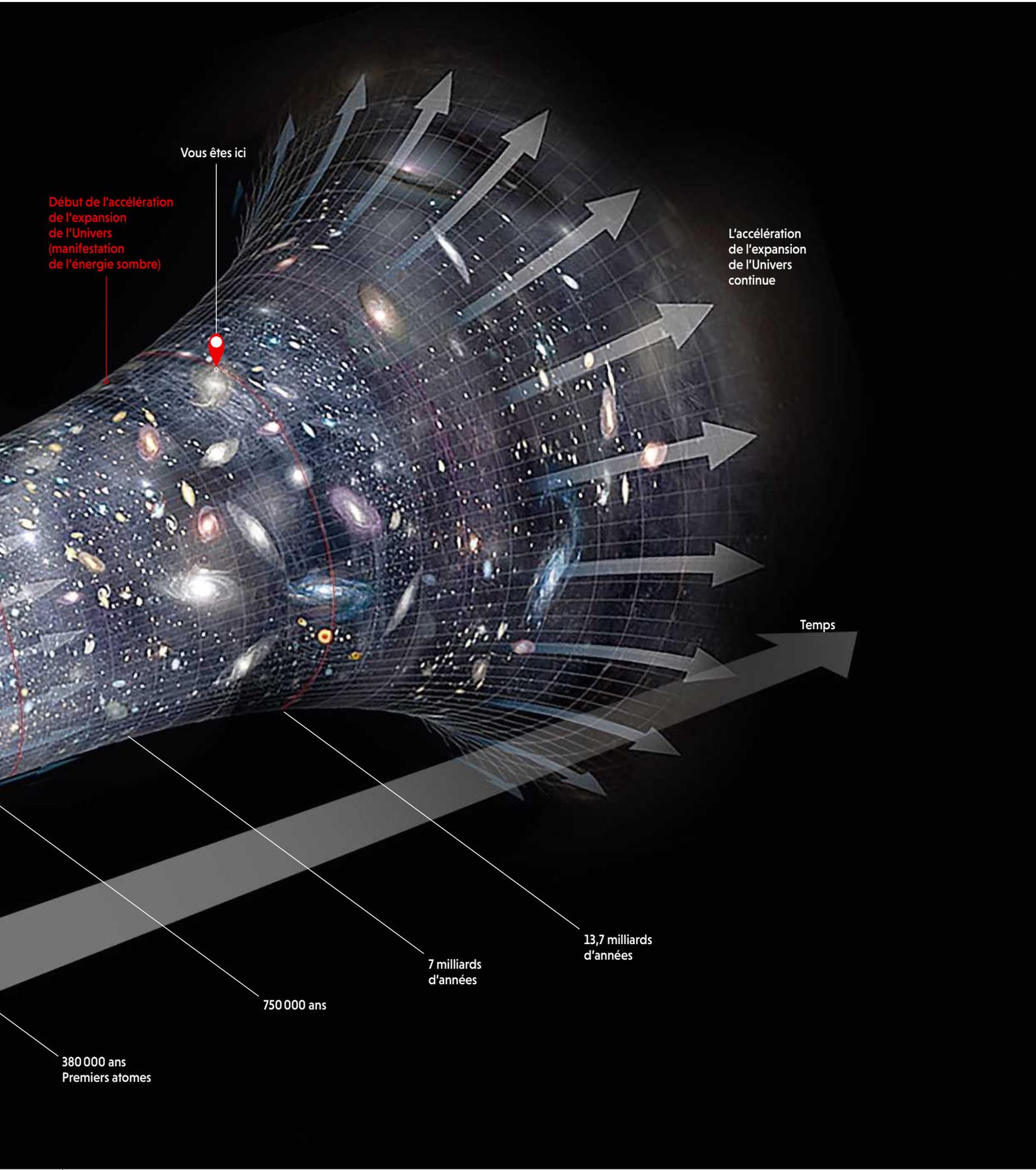
**I**l y a bien longtemps, dans un Univers lointain, très lointain... il n'y avait même pas de galaxie. Selon le modèle qui prévaut, tout a commencé il y a 13,7 milliards d'années à partir du Big Bang, lorsque l'Univers s'est déployé.

Plusieurs étapes sont marquantes (*celles marquées en rouge sont détaillées dans ce numéro*) et lors de certaines d'entre elles, se sont manifestées plusieurs entités obscures dont on ignore encore la nature: la matière noire et l'énergie sombre. Lors de l'inflation, aux premiers instants, l'Univers a considérablement grandi! À cet instant, des ondes gravitationnelles primordiales auraient été émises. Peu après, à l'occasion de fluctuations de la matière, des trous noirs primordiaux se seraient formés. Vers 380000 ans, neutrons, protons et électrons se sont formés, laissant libres les photons qui constituent aujourd'hui le fond diffus cosmologique.

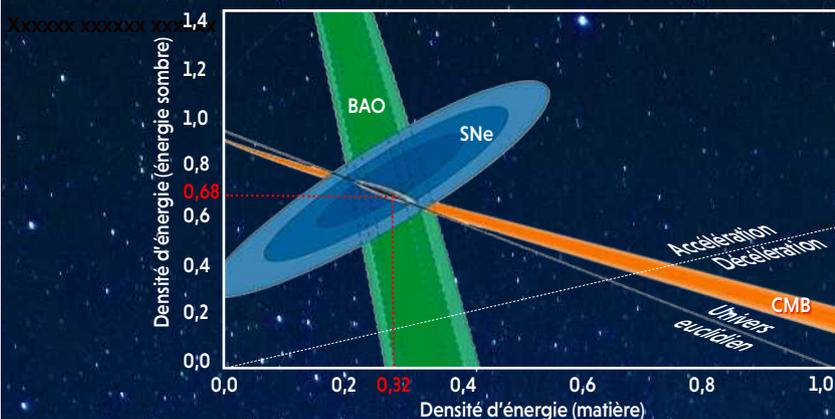
Par la suite, les étoiles, les galaxies, les amas de galaxies et toutes les grandes structures de l'Univers se sont agencés. Sans la matière noire et ses effets gravitationnels, ces éléments n'auraient pas l'allure qu'ils ont.

Simultanément, l'Univers a continué de s'étendre. Cette expansion s'est même accélérée il y a 7 milliards d'années. On attribue ce phénomène à une mystérieuse énergie sombre. ■





# LES INGRÉDIENTS DE L'UNIVERS



La composition de l'Univers s'exprime en fonction d'une densité d'énergie critique égale à 1, correspondant à un Univers « plat » (sa géométrie est euclidienne) comme on l'observe à grande échelle. On dispose de trois types d'observations : le fond diffus cosmologique (CMB), les oscillations acoustiques des baryons (BAO) et les supernovæ (SNe). De la zone de compatibilité avec les trois (en gris), on déduit pour l'Univers (en rouge) une répartition d'environ 68 % d'énergie sombre et 32 % de matière (que l'on décompose, à partir d'autres observations, en 27 % de matière noire et 5 % de matière ordinaire).

## TOUTE LA MATIÈRE ET L'ÉNERGIE DE L'UNIVERS

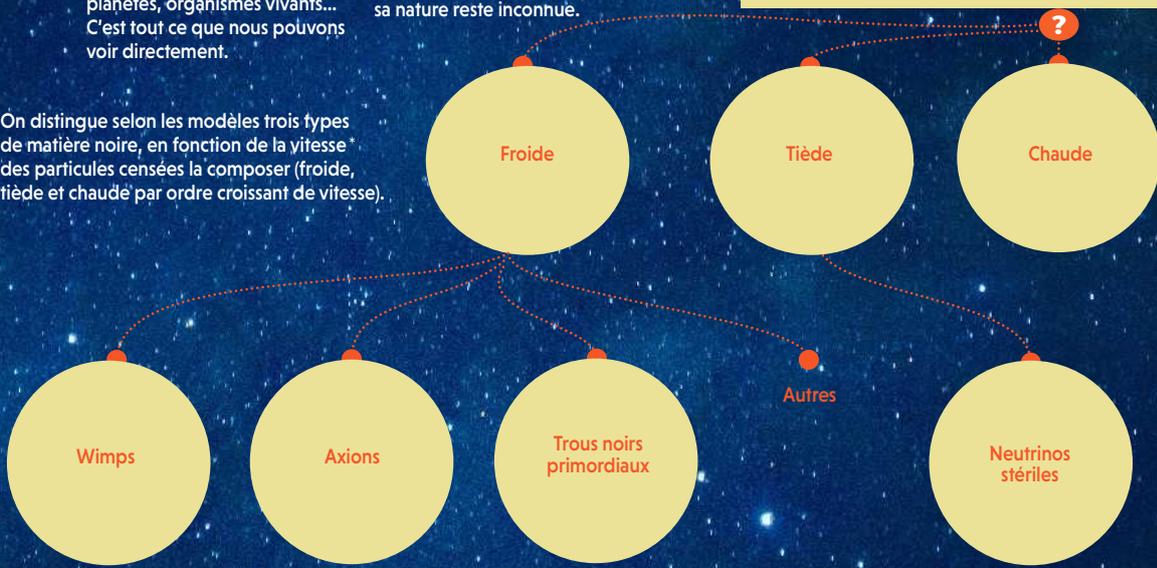


**5% : Matière baryonique**  
Composée d'atomes, la matière baryonique, ou ordinaire, est le matériau de base des galaxies, étoiles, planètes, organismes vivants... C'est tout ce que nous pouvons voir directement.

**68% : Énergie sombre**  
L'essentiel de l'Univers semble constitué d'« énergie sombre ». Elle est responsable de l'accélération de l'expansion de l'Univers, mais sa nature reste inconnue.

**27% : Matière non baryonique, ou matière noire**  
Elle serait formée d'autre chose que les particules connues. Elle interagit très peu, voire jamais, avec la matière ordinaire, si ce n'est par le biais de la gravité.

On distingue selon les modèles trois types de matière noire, en fonction de la vitesse des particules censées la composer (froide, tiède et chaude par ordre croissant de vitesse).



Les « particules massives interagissant faiblement » ont longtemps été les candidates favorites au titre de matière noire.

Beaucoup plus légers que les wimps, les axions doivent être beaucoup plus nombreux pour représenter toute la matière noire.

Une population de nombreux trous noirs formés aux premiers instants de l'Univers constitue une autre piste pour la masse cachée de l'Univers.

Les théoriciens ont envisagé d'autres théories, comme la supersymétrie, qui prévoit l'existence de nouvelles particules, nommées « sparticules ».

Ce quatrième type de neutrinos s'ajouterait aux trois variétés déjà connues. Ces neutrinos interagiraient encore moins avec la matière ordinaire que les autres.