

Gènes et anxiété

Certains facteurs de l'anxiété sont héréditaires.

Sil'on dispose aujourd'hui de médicaments qui soulagent l'anxiété, on comprend encore mal les différents mécanismes qui la déclenchent. Quand deux lignées de souris consanguines sont élevées dans des conditions identiques, et que l'une d'elles présente des comportements plus anxieux que d'autres, des facteurs génétiques sont vraisemblablement en cause. La difficulté reste de trouver ces gènes liés à l'anxiété parmi la multitude des autres gènes. Nous avons utilisé des souris qui ont en commun la quasi-totalité de leur génome, hormis les gènes qui déterminent une caractéristique physique facilement identifiable (un pelage marron, une pigmentation claire ou encore de petites oreilles) et quelques gènes voisins. Certaines manifestent des réactions anxieuses exacerbées : l'anxiété serait modulée par des gènes localisés sur des fragments de chromosome qui contiennent aussi les gènes codant ces caractéristiques physiques.

Nous disposons d'une lignée de souris consanguines dite ABP/Le, où tous les sujets sont génétiquement identiques et présentent six caractères identifiants à l'œil nu, telles la couleur de la robe ou la taille des oreilles. Ces caractères sont commandés par des gènes situés sur de petits fragments de chromosomes dont la localisation est connue. Ces petits fragments comportent aussi des gènes inconnus. Dans le cas de la lignée ABP/Le, les caractères sont récessifs, c'est-à-dire que le caractère morphologique apparaît seulement quand la souris a le gène en double exemplaire.

Le gène *b* produit la couleur brune de la robe ; il est situé sur le chromosome 4 de la souris. Le gène *p*, responsable de l'éclaircissement de la pigmentation du pelage et des yeux, est situé sur le chromosome 7. Enfin le gène *se* qui produit les petites oreilles est localisé sur le chromosome 9. En croisant des souris ABP/Le avec des souris d'une autre lignée, on obtient, à la deuxième génération, des animaux porteurs d'une seule caractéristique morphologique commandée par ces gènes *b*, *p* ou *se* (c'est-à-dire porteurs de deux copies de l'un de

ces gènes). On peut comparer ces animaux avec d'autres qui possèdent une seule copie d'un de ces gènes, ou même qui n'en ont aucune. Si l'on observe une différence de comportement entre les sujets qui présentent un caractère morphologique et ceux qui en sont dépourvus, on attribue la différence à des gènes situés sur le fragment de chromosome qui commande la couleur du pelage ou la taille des oreilles.

En utilisant cette méthode, nous avons effectivement montré que certaines souris sont plus anxieuses que d'autres. Comment évalue-t-on l'anxiété chez ces animaux ? On qualifie d'anxieux des animaux qui passent plus de temps que les autres dans la périphérie d'une enceinte qu'ils doivent explorer : ils « n'osent » pas s'aventurer en zone découverte, au centre de l'enceinte. De même, le comportement de toilettage (les animaux se lèchent) est généralement déclenché par un stress et, par conséquent, associé à l'anxiété. Par ailleurs, on constate que les médicaments anxiolytiques administrés aux souris « anxieuses » suppriment ces comportements : traitées par les benzodiazépines, par exemple, elles explorent plus facilement une enceinte et leur activité de toilettage diminue.

Ainsi, nous avons constaté que les souris qui portent deux exemplaires des gènes *b* ou *p* évitent davantage le centre des enceintes inconnues que les autres, et que celles qui ont deux copies du gène *se* ont une activité de toilettage plus fréquente. Nous en avons déduit qu'un ou plusieurs gènes situés sur les chromosomes 4, 7 et 9 favorisent les comportements « anxieux » chez la souris.

On sait que le récepteur du GABA, sur lequel agissent les benzodiazépines, intervient dans l'anxiété. Or les gènes *b* et *p* sont localisés à proximité de gènes codant diverses sous-unités de ce récepteur. De même, le gène *se* est proche du gène codant un des récepteurs de la sérotonine, un neuromédiateur dont l'activité est perturbée chez les sujets anxieux. Les gènes *b*, *p* et *se* perturbent-ils l'expression de certains gènes proches qui participent à l'anxiété ? Sont-ils eux-mêmes anxiogènes ? Ces questions restent ouvertes.

Il reste difficile de préciser la part de l'acquis et de l'inné dans l'anxiété, et des travaux complémentaires devront confirmer que ces résultats, obtenus dans des lignées particulières de souris, s'appliquent à d'autres rongeurs, voire à d'autres mammifères. Toutefois, il semble désormais acquis que plusieurs gènes participent au déclenchement des comportements anxieux.

Yan CLÉMENT et Georges CHAPOUTHIER
CNRS – Université Paris VI



POUR LA
SCIENCE

**VOUS INVITENT
À L'ENREGISTREMENT
PUBLIC
DE L'ÉMISSION :
L'IMPOSSIBLE**

**Les impossibles
de
l'agriculture**

**avec
GUY PAILLOTIN,
président de l'I.N.R.A.**

**LE SAMEDI 9 MARS 1996
À 15 HEURES
AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE
SALLE DE CINÉMA
AVENUE FRANKLIN D. ROOSEVELT
75008 PARIS**

L'évolution des galaxies anciennes

La coalescence de deux galaxies engendre une flambée d'étoiles jeunes.

Le ciel est tapissé de milliards de galaxies bleues. Ces galaxies, les plus anciennes qu'on puisse observer, nous éclairent sur les mécanismes d'évolution des galaxies. Très lointaines et très peu lumineuses, elles étaient mal connues ; les nouvelles observations de notre équipe franco-canadienne apportent les premiers éléments quantitatifs sur l'évolution de ces galaxies. L'étude a montré que l'évolution temporelle passive des populations stellaires dans les galaxies et leur coalescence expliquent le grand nombre de galaxies peu lumineuses.

Au début des années 1980, l'astronome américain John Tyson et ses collègues poussent le télescope de Cerro

Tololo, au Chili, à ses limites. Grâce aux nouveaux détecteurs à transfert de charge et à des temps de pose avoisinant une nuit entière, les images explorent une profondeur inégalée ; une nouvelle population de galaxies d'éclat très faibles apparaît. Ces galaxies ont deux propriétés spécifiques : elles sont très bleues, et leur nombre, observé en projection sur le ciel, est extrêmement élevé. On en compte plus d'un demi-million par degré carré (une surface équivalente à cinq fois celle de la pleine lune), soit 5 à 15 fois plus que ce qui était extrapolé à partir de la densité locale des galaxies.

Quelles peuvent être les raisons de ces fortes densités ? Elles sont expliquées par l'histoire des galaxies, lesquelles changent de couleur lorsqu'elles vieillissent. Une galaxie, amas d'étoiles, a ainsi une couleur qui évolue dans le temps : elle est bleue et lumineuse lorsque l'essentiel des étoiles en son sein est jeune de quelques millions d'années, rouge et moins brillante lorsque la majorité des étoiles a évolué depuis plusieurs milliards d'années sans nouvelle formation stellaire importante. La coalescence entre deux galaxies (résultant de leur collision) est un événement majeur dans la vie d'une galaxie, qui modifie sa



Sur cette photographie, prise par le télescope spatial Hubble, on voit les galaxies les plus lointaines observables et donc les plus anciennes. Elles sont plus nombreuses que ce que l'on pensait : dans ce champ (celui du chas d'une aiguille tenue à bout de bras), on en distingue 1 500 à divers stades de leur évolution. Une période de formation stellaire intense et de coalescence entre galaxies accroît leur luminosité et augmente le nombre de galaxies visibles.

morphologie et entraîne une flambée d'étoiles.

Ces deux phénomènes expliqueraient la forte densité de galaxies bleues. Une formation d'étoiles plus élevée par le passé fait que les galaxies sont alors plus bleues et plus lumineuses, ce qui permet d'observer un plus grand nombre de galaxies de faibles masses. Si la coalescence est importante durant la vie d'une galaxie, les observations profondes doivent révéler un nombre de galaxies beaucoup plus important que ce qu'une simple extrapolation à partir de la densité locale le laissait supposer.

ÉLOIGNEMENT ET ÂGE DES GALAXIES

Pour dater les galaxies, ce qui est indispensable pour connaître leur évolution, on mesure leur distance, les deux données étant reliées par l'expansion de l'Univers : en observant les galaxies lointaines, on observe le passé. La mesure du décalage vers le rouge d'une galaxie (et donc de sa distance) nécessite dix fois plus de temps que l'enregistrement d'une image ; cette mesure est trop longue pour être systématiquement appliquée.

Fin 1992, notre groupe franco-canadien commence un sondage spectroscopique avec le télescope de 3,6 mètres de diamètre Canada-France-Hawaii. Grâce à la nouvelle technique multi-spectrale (qui consiste à enregistrer l'émission lumineuse d'une centaine de galaxies en une pose), notre équipe a mesuré l'éloignement de 600 galaxies lointaines en un temps record. Les galaxies les plus lointaines sont vieilles de six à sept milliards d'années. L'étude de cette population ancienne permet de retracer l'histoire des galaxies.

La luminosité des galaxies les plus bleues diminue d'un facteur trois en six milliards d'années. En revanche, pour les galaxies plus rouges, on observe peu de changements de luminosité sur une période analogue, ce qui dénote que leur âge est supérieur à la moitié de l'âge de l'Univers. Des observations conjointes, réalisées à l'aide du télescope spatial Hubble, montrent que les galaxies bleues les plus anciennes ont des formes plus torturées, indicatrices d'importantes interactions et de flambées localisées d'étoiles. La coalescence de petites galaxies avec des galaxies beaucoup plus massives a été très fréquente par le passé. Les traces de phénomènes plus violents, comme la rencontre de deux galaxies, chacune de masse comparable à celle de notre Voie lactée, sont, elles aussi, souvent observées.

Olivier LE FÈVRE
DAEC, Observatoire de Paris-Meudon

Photos révélatrices

Les bébés ressemblent à leur père.

Comme il ressemble à son père ! Quand les parents ou amis prononcent cette phrase rituelle, ils savent qui est le père. Qu'en serait-il s'ils l'ignoraient ? La ressemblance est-elle patente ? Des psychologues de l'Université de San Diego l'ont évaluée en montrant à des volontaires des photographies fournies par 22 familles. Les enfants avaient été photographiés quand ils avaient 1, 10 et 20 ans et leurs parents, quand l'enfant avait un et 20 ans. Les 122 volontaires devaient appairer les photographies de l'enfant avec une mère ou un père choisi parmi trois photographies de femmes ou d'hommes (et où figurait effectivement la mère ou le père).

Les enfants de 10 et 20 ans ne ressemblaient pas davantage à leurs parents qu'à des personnes prises au hasard. Les enfants de un an ne ressemblent pas à leur mère. En revanche, les appariements de photographies d'enfants de un an et de leur père sont corrects une fois sur deux (un appariement aléatoire ne serait juste qu'une fois sur trois, puisqu'il fallait choisir entre trois photos).

Pourquoi les enfants de un an (fille ou garçon) ressemblent-ils à leur père, plus qu'à leur mère ? Selon les psychologues responsables de l'étude, cette ressemblance spécifique aurait un avantage adaptatif pour le bébé : si la mère est sûre que l'enfant est d'elle, le père ne l'est pas. La ressemblance renforcerait l'instinct du père, rassuré sur sa paternité : reconnaissant l'enfant, il s'occuperait davantage de lui. Reste une question : quel est le handicap pour les enfants dont le père n'est pas celui que l'on pense, et qui représenteraient environ 10 pour cent des nouveau-nés ?



INSTITUT DE CALCUL MATHÉMATIQUE



L'Institut de Calcul Mathématique annonce le premier numéro de la "Lettre de l'ICM", qui paraîtra tous les trois mois et sera consacrée à des informations et à des débats à propos de la recherche mathématique et de ses applications. Sont concernés : les étudiants, à partir de la maîtrise, et les chercheurs.

Au sommaire du premier numéro, daté 1er janvier 1996 :

- Éditorial, par Bernard Beauzamy
- Les problèmes du mathématicien dans une Université non scientifique, par Jacqueline Fleckinger
- Les mathématiques vont-elles survivre ? Commentaires sur un article de V.I. Arnold
- Les processus mentaux de la création, par Gustave Choquet
- Nouvelles diverses
- Page culturelle

Au sommaire du deuxième numéro (parution au 1er avril) : Un dossier sur l'emploi en mathématiques

Abonnement annuel :
100 francs pour quatre numéros



Institut de Calcul Mathématique
37, rue Tournefort
75005 PARIS
Tél : 47-07-52-92
Fax : 48-07-83-97