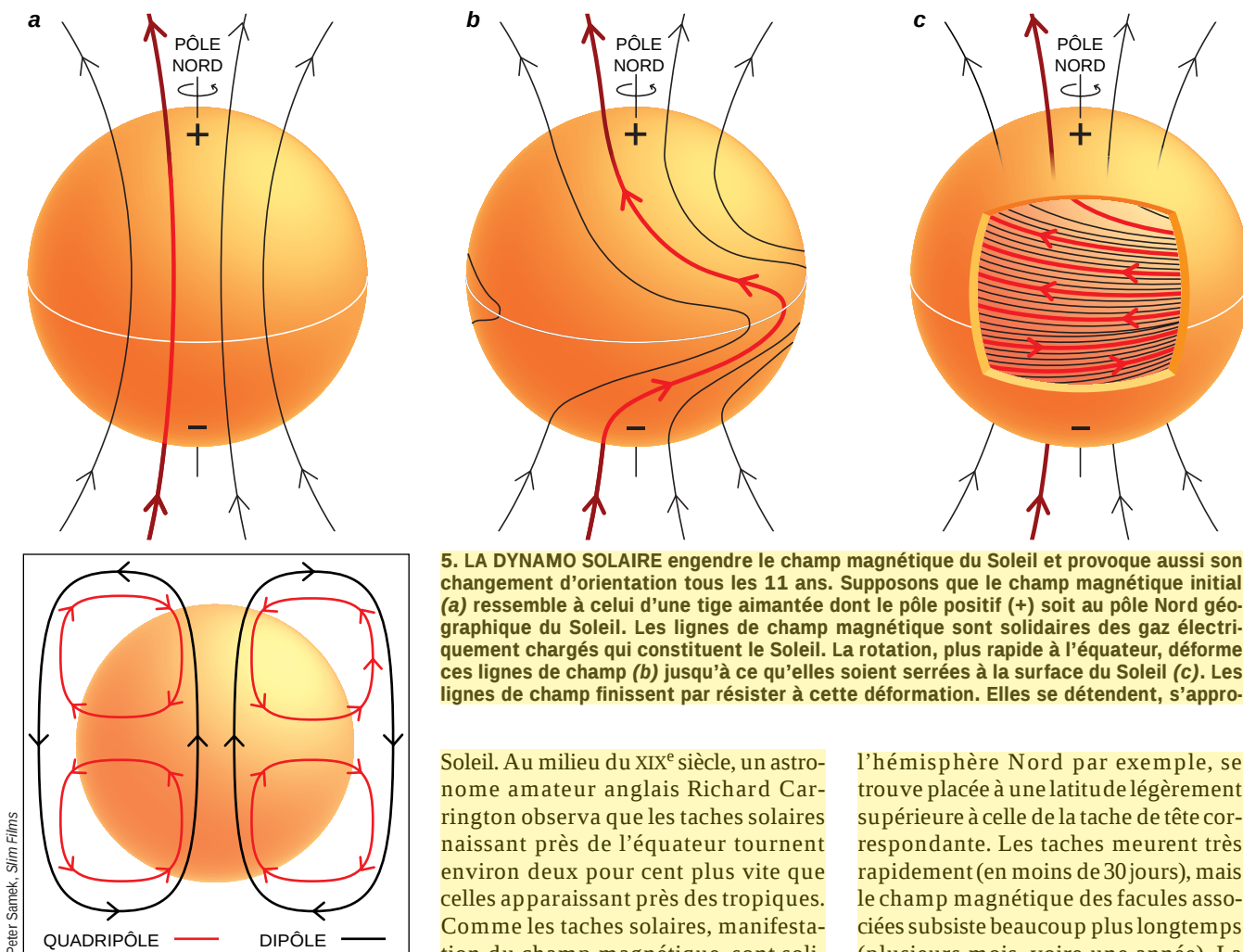




Soleil. Au milieu du XIX^e siècle, un astronome amateur anglais Richard Carrington observa que les taches solaires naissant près de l'équateur tournent environ deux pour cent plus vite que celles apparaissant près des tropiques. Comme les taches solaires, manifestation du champ magnétique, sont solidaires du plasma, cela implique que la surface solaire ne tourne pas uniformément, d'où le nom de rotation différentielle donnée à ce phénomène. La période de rotation est d'environ 25 jours à l'équateur, 28 jours à 40 degrés de latitude, et plus longue encore près des pôles. On sait aujourd'hui que la rotation différentielle persiste dans toute la zone convective.

Supposons que la forme initiale du champ magnétique solaire soit celle d'un dipôle orienté Nord-Sud. À l'équateur, les lignes de champ du dipôle seront étirées dans la direction Est-Ouest, en raison de la rotation différentielle. Il se forme donc une composante magnétique Est-Ouest. Sous l'effet d'instabilités affectant la zone convective, ces lignes de champ (ou boucles magnétiques) sont ensuite poussées à la surface du Soleil et donnent naissance aux régions actives. Les taches représentent les pieds des boucles magnétiques qui apparaissent par paires (voir la figure 5).

Les cyclones organisent les taches de sorte qu'une tache de queue, dans

l'hémisphère Nord par exemple, se trouve placée à une latitude légèrement supérieure à celle de la tache de tête correspondante. Les taches meurent très rapidement (en moins de 30 jours), mais le champ magnétique des facules associées subsiste beaucoup plus longtemps (plusieurs mois, voire une année). La «polarité» du champ magnétique associé à la facule située à l'arrière de la région active migre lentement vers les pôles, renverse le champ magnétique général et le cycle recommence.

Cette description qualitative nécessite d'être confrontée aux résultats d'héliosismologie, la science des tremblements du Soleil : on vient de découvrir, d'après les observations des oscillations solaires, que la vitesse de rotation près de l'équateur diminue avec la profondeur. Des expériences d'héliosismologie comme GONG et SOHO (GONG est un réseau terrestre américain d'observation des oscillations solaires et SOHO est un satellite américano-européen qui étudie le Soleil depuis décembre 1995) fourniront des informations précises sur les mouvements internes du Soleil et permettront d'affiner la théorie de la dynamo.

Que s'est-il passé durant le minimum de Maunder ? Pour expliquer cette accalmie, deux d'entre nous (E. Nesme-Ribes et D. Sokoloff) ont imaginé que le champ magnétique général pouvait avoir une composante

cules chargées crée, à son tour, un champ magnétique. C'est le principe même de la dynamo. Les champs magnétiques sont matérialisés par des lignes de champ magnétique dont la densité est proportionnelle à l'intensité du champ magnétique, tandis que leur orientation révèle la direction du champ.

Le plasma solaire étant un excellent conducteur électrique, il se déplace avec le champ magnétique qu'il crée (les lignes de champ sont «gelées» dans le plasma). Ainsi, sous l'effet des mouvements de convection, les champs magnétiques locaux sont créés, tordus, amplifiés ou annihilés, par les mouvements du plasma. Nous verrons comment la rotation de notre étoile et les mouvements du plasma convectif font et défont périodiquement les entrelacs magnétiques pour produire des champs magnétiques variables au cours du temps.

La dynamo solaire possède deux ingrédients essentiels : les cyclones convectifs, que nous avons déjà considérés, et la rotation non uniforme du