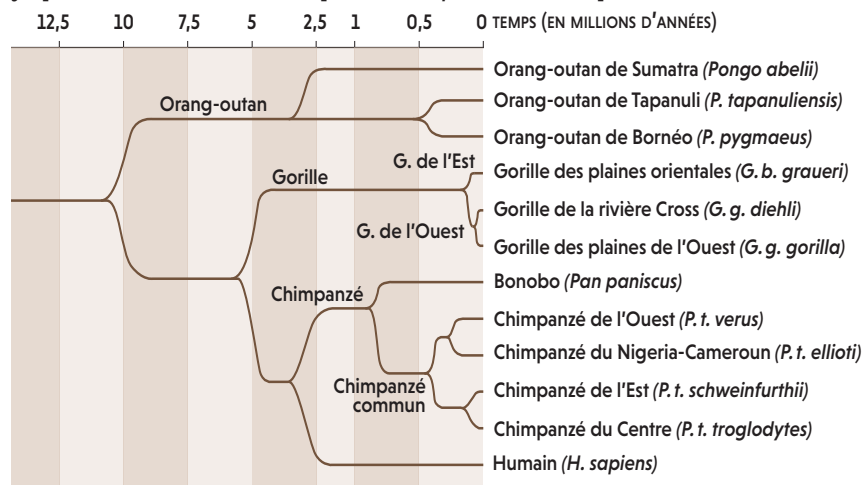


présent au Cameroun, en République du Congo, au Gabon et en Guinée équatoriale, et le gorille de la rivière Cross, qui vit de part et d'autre de la frontière entre le Nigeria et le Cameroun. Le gorille de l'Est est également séparé en deux sous-espèces : le gorille des plaines orientales, qui se trouve en République démocratique du Congo, et le gorille des montagnes (*G. b. beringei*, non représenté), qui se compose de deux populations distinctes, l'une sur les montagnes des Virunga, à la frontière du Rwanda, de l'Ouganda et de la République démocratique du Congo, l'autre dans le sud-ouest de l'Ouganda. Les trois espèces connues d'orangs-outans, quant à elles, sont cantonnées à deux îles indonésiennes, Bornéo et Sumatra. L'étude de leur ADN mitochondrial a montré qu'il y a plus de différences entre eux qu'entre *H. sapiens* et les chimpanzés.



l'apprentissage social, satisfait à certains principes fondamentaux de l'évolution des caractères biologiques à héritage génétique. Par exemple, les traditions des grands singes varient géographiquement quand ils sont en liberté et entre les groupes quand ils sont en captivité ; l'héritage culturel se transmet verticalement des mères aux petits ; des caractères culturels se transmettent horizontalement entre populations ; les individus s'investissent dans leur transmission, en particulier pour l'utilisation d'outils.

Ces données proviennent d'études éthologiques sur le terrain, telles celles entreprises par la Britannique Jane Goodall sur les chimpanzés et l'Américaine Dian Fossey sur les gorilles de l'Est. Les tout derniers catalogues des variants culturels des grands singes ont été récemment mis à jour et donnent : 39 variants chez les *Pan* ; 24 chez les *Pongo* ; 23 chez les *Gorilla*. Ils concernent l'utilisation d'outils (cassage de noix, pêche de fourmis et de termites...), le traitement de la nourriture (nettoyage de fruits à piquants...), des comportements sociaux (techniques d'épouillage...). Andrew Whiten propose de ne pas séparer les deux systèmes d'héritage lors de l'étude des grands primates et se fait l'apôtre de la coévolution gènes-culture.

Une telle théorie est à approcher avec précaution et chaque espèce doit être vue comme un cas singulier. Andrew Whiten prend comme exemple l'orque ou épaulard (*Orcinus orca*) qui, selon les populations, ont des sources différentes de nourriture, poissons ou phoques. Or cela nécessite l'apprentissage de deux techniques différentes de pêche. On comprend alors qu'une orque apte à chasser le phoque aura des difficultés à rejoindre un groupe principalement ichtyophage.

L'IMPACT DE LA CULTURE

Dans ce cas, conclut Andrew Whiten, des comportements culturels ont probablement influencé l'évolution biologique de ces populations en entraînant la sélection de certains gènes suivant les écotypes. Chez les primates, en revanche, dont les migrations comme les transferts horizontaux de faits culturels ne sont pas rares, les comportements culturels ont sans doute eu peu d'effet sur l'évolution génétique.

Néanmoins, certains primatologues défendent l'idée qu'une corrélation importante existerait entre les qualités culturelles et les capacités cognitives sélectionnées : les orangs-outans de Sumatra présenteraient des répertoires culturels plus élaborés que ceux des orangs-outans de Bornéo. De même, leurs capacités cognitives testées dans la nature comme en captivité seraient meilleures. Or les orangs-outans de Sumatra présentent un cerveau de 2 à 10% plus grand que celui de leurs cousins de Bornéo... Y aurait-il eu une sélection corrélée de techniques et d'intelligence ?

Dans la lignée humaine, la comparaison *Homo sapiens* – *H. neanderthalensis* fournirait un exemple analogue. Et s'il n'y avait pas eu une telle augmentation de la population humaine et si des isolats humains avaient persisté, peut-être notre espèce aurait-elle aussi pu connaître une spéciation équivalente au bout de plusieurs centaines de milliers d'années.

Le point important ici est qu'en introduisant la culture dans la distinction des espèces et sous-espèces de primates, les biologistes en viennent à adapter les critères de définition de l'espèce aux organismes concernés. Jacques Monod avait proclamé : « Ce qui est vrai pour *Escherichia coli* est vrai pour l'éléphant. » On peut l'admettre pour les mécanismes de base de la biologie moléculaire (réplication, transcription, traduction) et la (presque) universalité du code génétique. Mais il n'en est manifestement rien pour la définition de l'espèce... ■

BIBLIOGRAPHIE

A. Nater et al., **Morphometric, behavioral and genomic evidence for a new orangoutan species**, *Current Biology*, vol. 27(22), pp. 3487-3498, 2017.

A. Whiten, **Culture extends the scope of evolutionary biology in the great apes**, *PNAS*, vol. 114 (30), pp. 7790-7797, 2017.

A. D. Foote et al., **Genome-culture coevolution promotes rapid divergence of killer whale ecotypes**, *Nature Communications*, article 11693, 2016.

J. Prado-Martinez et al., **Great ape genetic diversity and population history**, *Nature*, vol. 499, pp. 471-475, 2013.

L'AUTEUR



HERVÉ THIS
physicochimiste,
directeur du Centre
international de
gastronomie moléculaire
AgroParisTech-Inra, à Paris

FAUT-IL FOUETTER LA SAUCE HOLLANDAISE ?

Pour confectionner certaines sauces, on fouette vigoureusement avant d'ajouter la matière grasse et de refouetter. Des expériences montrent que le premier geste n'est pas vain.

Pour la confection de crème anglaise, de sauce hollandaise, de sauce béarnaise et de tous leurs dérivés, qui se comptent par centaines dans la cuisine française classique, on commence par fouetter du jaune d'œuf, éventuellement avec une solution aqueuse, avant d'ajouter un corps gras. Par exemple, pour la crème anglaise, on fouette vigoureusement le jaune avec le sucre avant d'ajouter le lait. Le foisonnement subsiste-t-il quand on ajoute la matière grasse ? L'expérience suivante montre que la question n'est pas anodine.

Partons d'un blanc d'œuf, solution aqueuse de protéines, et fouettons. Une mousse se forme, parce que le fouet pousse des bulles d'air dans l'eau, et que ces bulles sont tapissées des protéines partiellement dénaturées par le cisaillement du fouet. Ajoutons maintenant de l'huile à cette première préparation foisonnée et fouettons : l'huile divisée en gouttelettes par les fils du fouet s'émulsionne : les gouttelettes s'entourent de protéines et se dispersent dans la mousse. On obtient ainsi un système hybride, entre émulsion et mousse. Puis, avec l'ajout supplémentaire d'huile, les bulles d'air disparaissent progressivement, remplacées par les gouttes d'huile. Le foisonnement initial serait-il alors inutile ?

Il y a plusieurs années, des expérimentations avec des crèmes anglaises avaient montré que la mousse subsistait ; et les tests sensoriels montrent que l'on distingue une crème anglaise foisonnée de la même crème que l'on n'a pas initialement fouettée, moins « moelleuse ».

Toutefois, la crème anglaise est une préparation où la teneur en matière grasse est faible (le lait entier ne contient que 40 grammes de matière grasse par litre). Que se passe-t-il si on l'augmente ?

Le premier foisonnement d'une sauce hollandaise introduit des bulles d'air. En fouettant quand on ajoute le beurre, ces bulles sont-elles remplacées par des gouttelettes de matière grasse ?



Lors de notre dernier séminaire de gastronomie moléculaire, nous avons réalisé l'expérience pour des sauces hollandaises. Dans le foisonnement initial (notons toutefois que ce foisonnement se fait tout en chauffant, ce qui conduit à la coagulation des protéines), la présence de nombreuses bulles d'air changeait la couleur, du jaune orangé à du jaune blanchi.

Quand on ajoute le beurre, l'œil ne suffit plus. Au microscope, on voit que les bulles d'air subsistent dans la deuxième étape, preuve que la coagulation des protéines fait toute la différence entre l'expérience initiale de blanc d'œuf fouetté et émulsionné, d'une part, et la production de sauces chauffées, d'autre part. D'ailleurs, les goûts des béarnaises foisonnées ou non sont très différents.

Mais s'il y avait encore plus de matière grasse que dans les recettes classiques ? J'ai expérimenté d'ajouter jusqu'à un litre d'huile à une hollandaise achevée : la sauce a parfaitement tenu et le microscope a montré que les bulles d'air subsistaient, quoique raréfiées au milieu des gouttelettes de matière grasse.

Évidemment, la sauce produite n'est nullement une sauce béarnaise, malgré les prescriptions du *Codex alimentarius*, ce cahier des charges international pour la vente des produits alimentaires : il est inadmissible que ce dernier admette que l'on

désigne sous le nom de béarnaises ou de hollandaises des sauces qui ne contiennent pas de beurre. Des béarnaises sans beurre ? C'est au mépris de tout l'art culinaire, car les triglycérides du beurre et ceux de l'huile n'ont pas les mêmes comportements de fusion, de sorte qu'ils ne conduiront pas aux mêmes consistances de sauce. Plus important encore, le goût est différent... ■

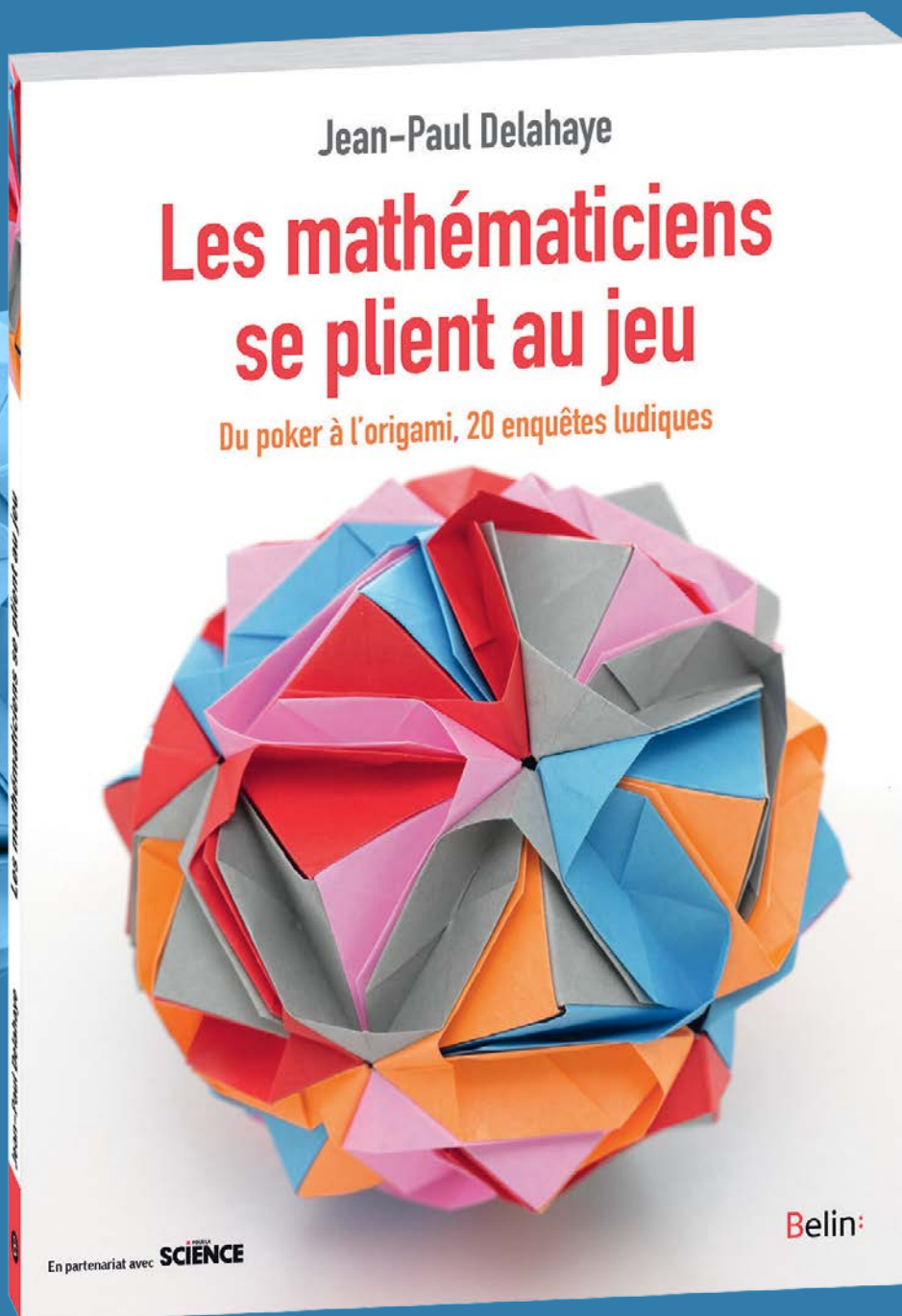
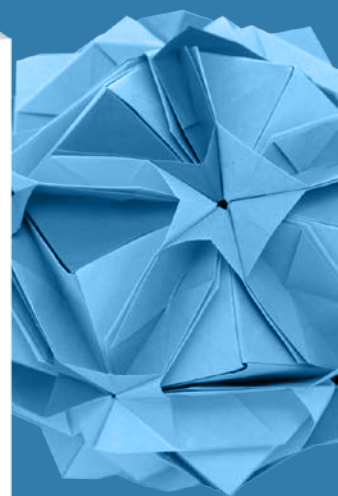
LA RECETTE



Pour comparer deux sauces hollandaises, l'une foisonnée et l'autre non :

- 1 Dans un cul-de-poule, placer deux jaunes d'œuf et un volume d'eau correspondant à deux demi-coquilles d'œuf, puis mélanger et répartir dans deux casseroles.
- 2 Sur un feu doux, fouetter vivement le contenu d'une casserole.
- 3 Chauffer chaque casserole en ajoutant, lamelle par lamelle, 200 grammes de beurre dans chaque préparation et en fouettant.
- 4 Pour un test triangulaire, réunir une dizaine de personnes, et leur soumettre les deux sauces : chaque membre du jury reçoit trois cuillerées, avec une même sauce pour deux des cuillers, et l'autre sauce pour la troisième cuiller. On demande seulement de dire (à l'aveugle, donc, et avec la présentation des cuillers dans un ordre connu seulement de l'organisateur du test) quelles sont les deux sauces identiques.
- 5 Pour transformer l'expérience en cuisine, ajouter finalement du sel, du poivre, un peu de jus de citron ou d'acide citrique.

Le dernier succès de Jean-Paul Delahaye sous le signe du jeu



A

PICORER



Retrouvez tous
nos articles sur
www.pourlascience.fr

P.17

VATÉRITE

Cette forme de carbonate de calcium, très rare dans la nature et précieuse pour les pharmacologues, vient d'être découverte sur les feuilles de plantes du genre *Saxifraga*.

P.34

ZÊTA

La fonction zêta de Riemann s'annule en des points dont la répartition renseignerait sur celle des nombres premiers. Or il existe une concordance extraordinaire et inexpliquée entre les positions des points connus et une loi statistique liée aux matrices aléatoires. Certains mathématiciens pensent qu'il y a là une voie prometteuse pour démontrer enfin l'hypothèse de Riemann relative aux zéros de la fonction zêta.

P.8

« On peut dire que Stephen Hawking a rendu crédible toute la discipline de la cosmologie quantique »

THIBAUT DAMOUR
professeur à l'IHES

P.80

9

Le « diagramme des neuf palais » de Luo Shu est le plus ancien carré magique connu. Il date du II^e siècle avant notre ère.

P.56

BARRIÈRE DU MÈTRE

Les planètes se sont formées à partir de poussières qui se sont agglomérées en cailloux grâce aux forces électromagnétiques. Mais ces forces semblent insuffisantes pour que se forment des corps dont le diamètre dépasse le mètre. Et pourtant, les planètes existent...

P.66

Dinilysia patagonica

C'est le plus ancien serpent dépourvu de pattes que l'on connaisse. Vieux de quelque 85 millions d'années, ce reptile grand comme un homme devait probablement se cacher dans les sols mous.

P.92

7

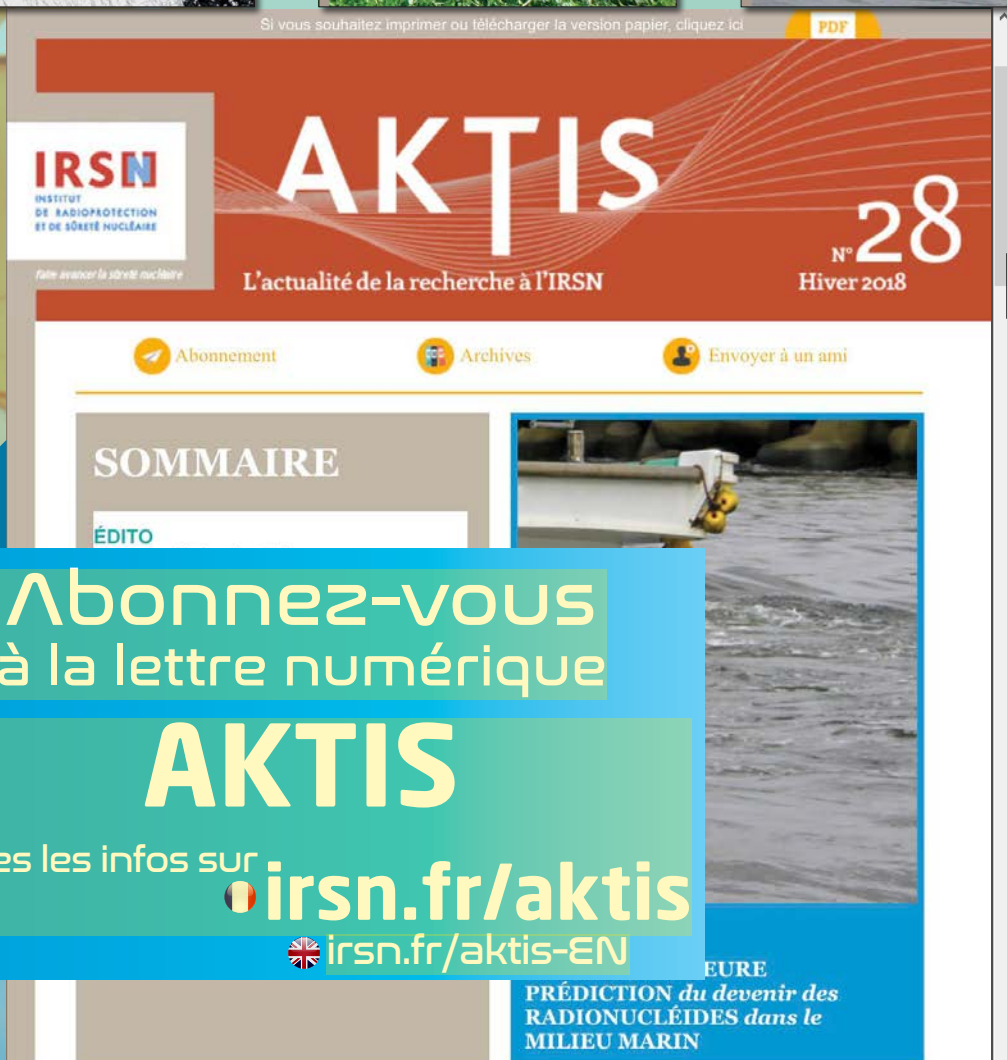
C'est le nombre d'espèces de grands singes depuis la découverte de l'orang-outan de Tapanuli, en 2017. Il existe ainsi deux espèces de chimpanzés, deux de gorilles et trois d'orang-outans. Et parmi leurs proches parents, il ne faut pas oublier... *Homo sapiens* !

L'actualité de la recherche à l'IRSN



Si vous souhaitez imprimer ou télécharger la version papier, cliquez ici

PDF



ÉDITO

Besoin simple et réalité complexe !

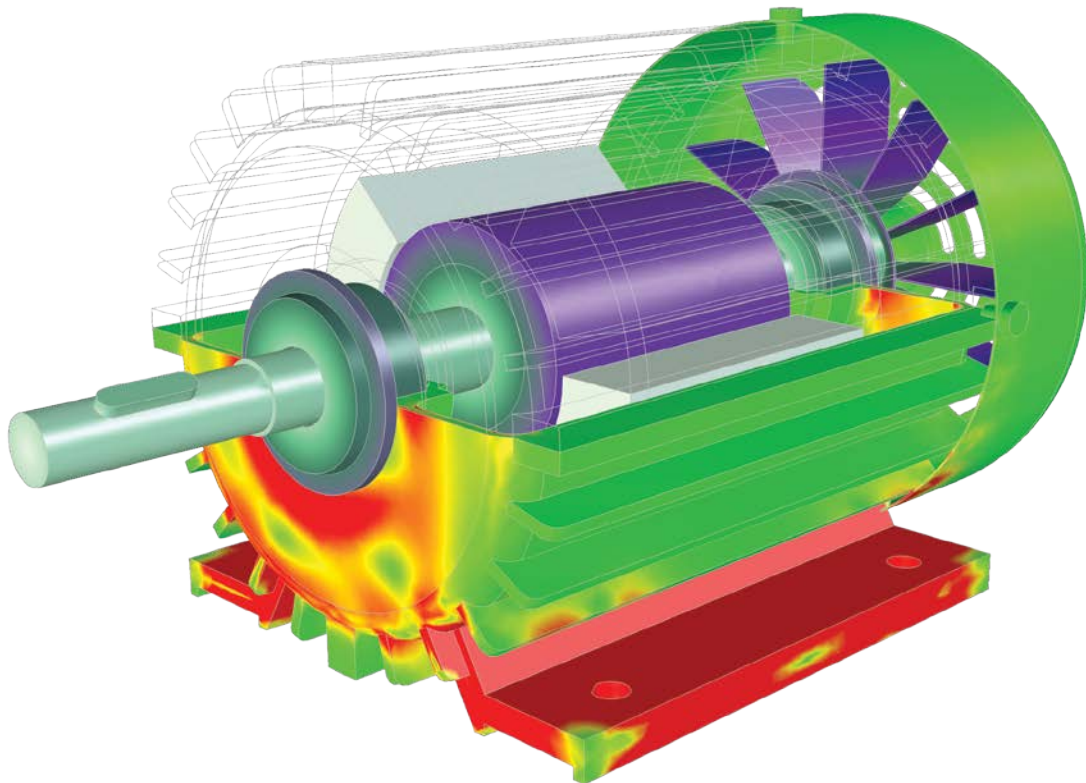
Sept ans après l'accident de Fukushima, la distribution du corium (magma créé par la fusion du cœur) dans les réacteurs accidentés n'est encore que partiellement connue. La progression du corium au moment de l'accident a pu affecter l'intégrité de l'enceinte de confinement et créer une voie de rejet supplémentaire vers l'environnement. Aujourd'hui, sa répartition et sa composition sont des données indispensables pour assurer un démantèlement dans des conditions optimales de sûreté. Elles ne peuvent être apportées, de manière détaillée, que par des investigations et prélèvements robotisés qu'il faut mener dans un milieu particulièrement hostile.

La simulation pourrait être une alternative mais les outils

Cette approche de modélisation multi-échelle touche des sujets de plus en plus larges, comme en témoignent les articles sur les matériaux nanoporeux ou sur la chimie du ruthénium en réacteur. Son intérêt, en complément de l'expérimentation, en fait un élément clé de la recherche de l'Institut et un challenge pour les enjeux de sûreté les plus importants.

Avant de vous souhaiter une bonne lecture de ce numéro 28 d'Aktis, je tiens à remercier Matthieu Schuler pour son action volontaire et son engagement sans relâche au sein de l'IRSN au profit de la sûreté et la sécurité nucléaire et la radioprotection. Directeur de la stratégie, du développement et des partenariats, il a notamment supervisé depuis 2011 la

Inventé au 19^{ième} siècle. Optimisé pour aujourd'hui.



Distribution des contraintes de von Mises dans le carter d'un moteur à induction avec prise en compte des effets électromécaniques.

Au 19^{ème} siècle, deux scientifiques ont inventé séparément le moteur à induction AC. Aujourd'hui, c'est un composant commun en robotique. Comment y sommes nous arrivé, et comment les ingénieurs d'aujourd'hui peuvent-ils continuer d'améliorer ces moteurs?

Le logiciel COMSOL Multiphysics® est utilisé pour simuler des produits, des systèmes et des procédés dans tous les domaines de l'ingénierie, de la fabrication et de la recherche. Découvrez comment l'appliquer pour vos designs.

comsol.blog/induction-motor