

Le monde des teintures naturelles (nouvelle édition)

Dominique Cardon



Réf. 70116143

Invitation à un tour du monde des savoirs sur la teinture par les colorants naturels, à travers l'histoire de l'art, l'artisanat

traditionnel, les recherches scientifiques interdisciplinaires et leurs applications industrielles, cet ouvrage offre une synthèse des connaissances sur les matières colorantes présentes dans plus de quatre cents plantes, lichens et champignons et dans une quarantaine d'animaux du monde entier !

Éditions Belin 2014 - 800 pages - 59 €
ISBN 978-2-7011-6143-3

Ce que disent les étoiles

Danielle Briot et Noël Robichon



Réf. 70116285

Qu'est-ce qu'une étoile et par quel mécanisme brille-t-elle ? Comment naît une étoile, comment meurt-elle ?

Qu'est-ce qu'un pulsar, une naine brune, une supernova ? Ce livre, signé de deux astronomes de l'Observatoire de Paris, propose un vaste panorama de l'astrophysique des étoiles en une trentaine de sujets, abondamment illustrés de photographies époustouflantes.

Éditions Belin 2013 - 160 pages - 25 €
ISBN 978-2-7011-6285-0

La libido déficiente de la licorne

Et autres histoires de science et d'animaux

Sébastien Thorin



Réf. 74650762*

Et si la disparition des licornes était due à leur corne ? Et les rayures du zèbre tout bêtement destinées à camoufler sa tendance à l'obésité ? Faut-il vraiment consommer du steak de kangourou pour sauver la planète ? Une mine d'informations insolites, cocasses – et parfois totalement inventées ! – sur de nombreuses espèces animales... dont la nôtre !

Éditions Le Pommier 2014 - 160 pages - 13,90 € - ISBN 978-2-7465-0762-3

Nouveauté

Du labo à l'école

Elena Pasquinelli



Réf. 74650682*

Mieux savoir ce qui se passe dans la tête des enfants quand ils font de la science permet

de réfléchir à pourquoi enseigner la science aux enfants, et à comment le faire, dès le plus jeune âge. Ce livre tente d'expliquer les difficultés des élèves dans l'apprentissage des sciences et réfléchit à la manière de les dépasser, en favorisant une meilleure compréhension des contenus et de la nature de la science.

Éditions Le Pommier 2014
456 pages - 27 € - ISBN 978-2-7465-0682-4

L'exploration des planètes

Thérèse Encrenaz et James Lequeux



Réf. 70116195

En retraçant la conquête pacifique du système solaire, ce livre met à

la portée d'un large public les démarches et les résultats des générations d'astronomes qui se sont succédé depuis Galilée. Il ouvre sur une nouvelle dimension de la planétologie avec la découverte récente de près d'un milliard d'exoplanètes... où peut-être d'autres formes de vie seront détectées ?

Éditions Belin 2014 - 224 pages - 23 €
ISBN 978-2-7011-6195-2

À LIRE AUSSI



Des catastrophes... « naturelles ? »

Virginie Duvat et Alexandre Magnan

Réf. 74650679*

Éditions Le Pommier 2013
312 pages - 23 € - ISBN 978-2-7465-0679-4



Répondre du vivant

Roland Schaer

Réf. 74650667*

Éditions Le Pommier 2013
240 pages - 21 €
ISBN 978-2-7465-0667-1

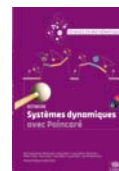


Destination Géométrie et topologie avec Thurston

Aurélien Alvarez (dir.)

Réf. 74650708*

Éditions Le Pommier 2014
160 pages - 19 € - ISBN 978-2-7465-0708-1



Destination Systèmes dynamiques avec Poincaré

Aurélien Alvarez (dir.)

Réf. 74650707*

Éditions Le Pommier 2014
160 pages - 19 € - ISBN 978-2-7465-0707-4

BON DE COMMANDE

À retourner accompagné de votre règlement à :
Groupe Pour la Science • 628 avenue du Grain d'Or • 41350 Vineuil

☐ Oui, je commande les livres présentés dans la sélection de *Pour la Science*. Je reporte les titres, prix et références à 6 chiffres correspondant aux ouvrages choisis :

Titre	Réf.	Prix
		€
		€
		€
		€
		€
		€
Frais de port (4,90 € France – 12 € étranger)		+
Total à régler		=

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____
Prénom : _____
Adresse : _____
C.P. : _____ Ville : _____
Pays : _____ Tél. : _____
E-mail* : _____
*pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscules).

Je choisis mon mode de règlement :

☐ par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ par carte bancaire

Numéro _____

Date d'expiration _____

Cryptogramme _____

Signature obligatoire

SCIENCE Belin
ÉDITEUR INDÉPENDANT
DEPUIS 1777



En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe *Pour la Science*. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre ☐.

HISTOIRE DES SCIENCES

Houtermans, physicien entre Hitler et Staline

Friedrich Houtermans est un pionnier de la physique nucléaire injustement oublié. Ses travaux sont d'autant plus remarquables qu'il les a réalisés en survivant de justesse à l'oppression nazie et stalinienne.

Dieter HOFFMANN

Tant de grands physiciens ont œuvré au XX^e siècle qu'il n'est pas étonnant que certains soient passés inaperçus. Friedrich Georg Houtermans (1903-1966), ou plus brièvement Fritz Houtermans, est l'un d'eux. Ce fils d'un banquier de Dantzig (aujourd'hui Gdansk en Pologne) et d'une Viennoise issue d'une famille aisée, détentrice par ailleurs de l'un des premiers doctorats féminins autrichiens, avait tout contre lui dans les années 1930 et 1940 : il était à la fois juif et communiste. Sans l'action de sa femme et des grands physiciens d'Europe, il aurait disparu dans un camp stalinien ou nazi. Mais il a survécu et poursuivi envers et contre tout une carrière de physicien si prolifique qu'elle fait de lui l'un des pionniers de la physique moderne.

Au début des années 1920, Houtermans intègre l'école libre de Wickersdorf en Thuringe pour terminer ses études secondaires. Les principes laïques et démocratiques de cette école privée conviennent sans doute mieux à ce jeune homme original que le lycée autrichien, qui vient de le renvoyer car il a récité en public le Manifeste du parti communiste.

Il part ensuite étudier la physique à Göttingen. Dans les années 1920, cette petite ville universitaire de Basse-Saxe est à la pointe mondiale de la recherche en physique et en mathématique. Son directeur de thèse, James Franck, par ses

recherches sur les chocs atomiques, contribue à la validation du modèle de Bohr (selon lequel l'atome d'hydrogène est constitué d'un noyau autour duquel un électron est en orbite sur l'un parmi plusieurs niveaux d'énergie possibles) et plus généralement de la théorie quantique. Il lance son étudiant dans l'étude de la fluorescence de l'atome de mercure. Houtermans montre que la stimulation de cette émission lumineuse suppose une onde excitatrice d'une fréquence légèrement supérieure à celle correspondant à la différence entre niveaux d'énergie de l'atome.

Un Autrichien heureux de vivre et passionné

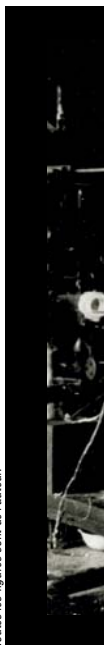
Après l'obtention de son doctorat en 1927, Houtermans reste un an à Göttingen pour travailler avec George Gamow, un boursier russe venu de Leningrad (aujourd'hui Saint-Petersbourg). Les deux jeunes chercheurs publient ensemble une théorie de la désintégration alpha, une forme de radioactivité. Dans son autobiographie, le physicien russe décrira son collègue de l'époque comme un Autrichien heureux de vivre et passionné par les questions théoriques. La théorie de Gamow-Houtermans issue de cette collaboration repose sur l'idée que la particule alpha parvient à quitter le noyau grâce à l'effet tunnel, notion que le physicien russe venait de développer.

Cette collaboration achevée à l'automne 1928, Houtermans quitte Göttingen pour devenir l'assistant de Gustav Hertz à l'Université technique de Berlin. En 1932, il obtient son habilitation à diriger des recherches après un travail sur les déplacements de niveaux hyperfins (sous-niveaux électroniques dus à l'influence magnétique du noyau) qu'entraîne la petite différence de masse séparant deux isotopes.

Dans le même temps, il collabore avec l'astrophysicien anglais Robert d'Escourt-Atkinson, venu lui aussi de Göttingen. Les deux chercheurs travaillent sur l'idée que deux protons assez rapides (donc énergétiques) peuvent vaincre leur répulsion électrostatique grâce à l'effet tunnel et fusionner en un noyau de deutérium (H_2), réaction exothermique qui expliquerait la production d'énergie dans les étoiles. Comme ni Houtermans ni d'Escourt-Atkinson ne sont des théoriciens, ils invitent Gamow au ski pour discuter de cette réaction de fusion et établir son bilan énergétique. Dix ans plus tard, Carl Friedrich von Weizsäcker en Allemagne et Hans Bethe aux États-Unis, se référeront à ce travail pionnier lorsqu'ils proposeront un modèle de la production d'énergie dans les étoiles de type solaire.

À Berlin, Houtermans fait aussi œuvre de pionnier dans les recherches à l'origine du microscope électronique. À l'Université technique, Max Knoll et son étudiant Ernst Ruska travaillent à construire des lentilles

Toutes les figures sont de l'auteur.



électrostatiques afin de former des images de microscopie à l'aide de faisceaux d'électrons focalisés. Houtermans attire leur attention sur le fait que dans un tel dispositif, la résolution est déterminée par la « longueur d'onde de de Broglie » de l'électron.

En 1930, au cours d'un voyage en Union Soviétique, Houtermans épouse Charlotte Riefenstahl, qui avait passé son doctorat dans le même institut que lui et la même année. À Berlin, le couple est vite connu pour son hospitalité : les soirées arrosées, auxquelles participent des invités tels que Gamow, Wolfgang Pauli et tant d'autres, se succèdent sous son toit. On discute surtout de physique, mais aussi de politique ou encore de musique. L'appartement est

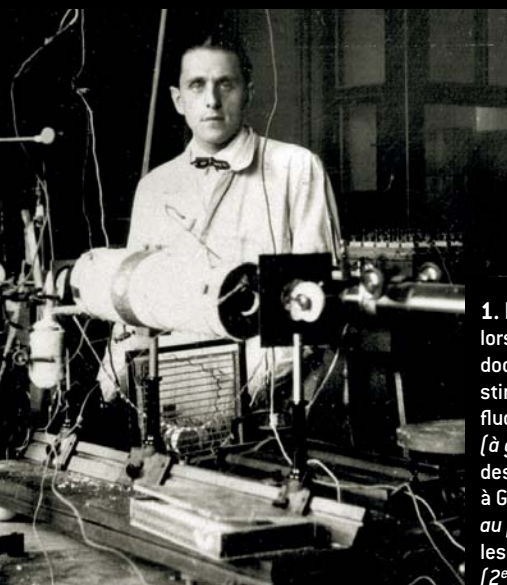
Le 30 janvier 1933, le parti nazi monte au pouvoir, et la persécution des Juifs et de tous ceux qui n'adhèrent pas à ses idées commence. Houtermans ne peut qu'être en danger. À l'Université, des groupes nazis l'agressent physiquement. La milice nazie perquisitionne sa maison, mais sans trouver de preuve de ses opinions communistes. Comme il est juif, il ne tarde pas à être licencié par l'Université dans le cadre de la loi nazie dite de « restauration de la fonction publique ».

Fin juillet 1933, la famille Houtermans, qui compte désormais une fille nommée Giovanna, fuit l'Allemagne. Après des détours par Paris et Copenhague, elle arrive en Angleterre, où le physicien russe Piotr Kapitza

Dans le même temps, Houtermans s'engage fortement pour assister tous ceux qui fuient le régime nazi, aidant les chercheurs allemands émigrés à trouver un emploi. Le fait qu'il fasse la connaissance d'Alexander Leipunski, physicien nucléaire venu de Kharkov en Ukraine pour travailler à l'Institut d'Ernest Rutherford à Cambridge entre 1933 et 1934, suggère que ses contacts avec les services secrets soviétiques persistent.

Émigration vers l'URSS

En dépit des avertissements de sa mère et de collègues qui connaissaient les conditions de vie soviétiques, la famille



1. FRITZ HOUTERMANS lors de ses recherches doctorales sur l'émission stimulée dans la fluorescence du mercure (à gauche) ou avec des amis physiciens à Göttingen (à droite au premier plan), parmi lesquels George Gamow (2^e à gauche).



aussi le lieu de conspirations, puisque Houtermans, communiste depuis sa jeunesse, informe l'« appareil de surveillance des entreprises », un organe du parti communiste allemand collaborant étroitement avec le renseignement militaire soviétique. Le rôle de Houtermans est mal connu, mais une mention cryptique dans un document du parti datant de 1935 suggère qu'il accomplit pour le compte de l'Union soviétique des missions d'espionnage industriel à la satisfaction de ses commanditaires directs.

procure à Houtermans un emploi dans la société d'électronique EMI à Haynes. Son rôle au sein de l'équipe de développement des téléviseurs ne le comblant pas, Houtermans entreprend de vérifier expérimentalement l'existence de l'émission stimulée de lumière par les atomes, un phénomène supposé par Einstein dès 1916, mais non encore vérifié. Faute d'équipement adéquat, il doit interrompre ses essais, mais il est peut-être passé tout près de la découverte de l'émission laser...

Houtermans émigre en URSS au printemps 1935. Ce n'est pas un voyage en terre inconnue, non seulement parce que Houtermans se sent proche politiquement de l'Union soviétique, mais aussi parce qu'il y a une perspective professionnelle. Dans le cadre de son vaste programme de modernisation et d'industrialisation, l'Union soviétique cherche en effet à compenser son manque de personnel qualifié en recrutant des scientifiques, des ingénieurs et des spécialistes industriels

occidentaux. Parmi eux, nombre de physiciens, dont des Allemands, vont travailler à l'Institut physico-technique d'Ukraine (UFTI) à Kharkov.

Fondé en 1929, l'UFTI est vite devenu l'un des plus grands et des plus performants organismes de recherche d'Union soviétique, notamment en physique des basses températures et en physique nucléaire. Du reste, à l'UFTI se trouve alors Igor Kourtchatov, qui dirigera le développement de l'arme nucléaire soviétique. Les recherches qu'y mènent notamment Leipunski, le théoricien Lev Landau ou le spécialiste des basses températures Lev Schubnikow transforment Kharkov en un centre intellectuel pour les physiciens occidentaux. Cela est d'autant plus vrai qu'avec la crise de 1929 et la prise de pouvoir des nazis, les perspectives professionnelles d'un chercheur européen ne sont pas roses ! Lorsque, au début de 1935, la famille Houtermans arrive à Kharkov, elle y trouve une petite colonie d'émigrés, comptant notamment des physiciens et l'écrivain Arthur Koestler.

D'espion fasciste à espion soviétique

Houtermans prend la direction d'un laboratoire dans le département de physique nucléaire de Leipunski. Au cours des deux années de son activité à l'UFTI, il étudie avant tout le comportement des neutrons thermiques (ou neutrons lents) jusqu'à ce que, fin 1937, ses fonctions prennent brutalement fin. La terreur stalinienne a commencé et nombre des connaissances des Houtermans subissent des arrestations arbitraires suivies de procès fictifs.

Fritz et Charlotte Houtermans tentent de quitter le pays au plus vite. Ils se rendent à Moscou accomplir les formalités obligatoires de sortie du territoire, mais alors qu'ils essaient de passer la frontière, Fritz est arrêté et transféré à la Loubianka, siège du NKVD, la police politique de l'Union soviétique.

Une semaine après l'arrestation de son mari, Charlotte parvient à quitter l'Union soviétique avec ses deux enfants (Jan est né à Kharkov en 1935) en passant par la Baltique. À Copenhague, elle lance aussitôt une action

L'AUTEUR



Dieter HOFFMANN, historien des sciences, est membre de l'Institut Max Planck d'histoire des sciences et professeur à l'Université Humboldt à Berlin.

BIBLIOGRAPHIE

E. Amaldi, *The Adventurous Life of Friedrich Georg Houtermans, Physicist (1903-1966)*, Springer, 2013.

V. J. Frenkel, *Professor Friedrich Houtermans – Arbeit, Leben, Schicksal. Biographie eines Physikers des zwanzigsten Jahrhunderts*, D. Hoffmann (dir.), Preprint 414, Institut Max-Planck pour l'histoire des sciences, Berlin, 2011.

M. Walter, *German National Socialism and the Quest for Nuclear Power*, Cambridge, 1993.

internationale de solidarité en faveur de son mari et d'autres physiciens emprisonnés par le NKVD. Outre Niels Bohr, Wolfgang Pauli, Frédéric et Irène Joliot-Curie et Albert Einstein y participent. Ces éminents scientifiques demandent à Staline et à d'autres hommes politiques soviétiques de bien vouloir les informer sur le sort de Fritz Houtermans. Pendant ce temps, Charlotte, qui a travaillé aux États-Unis dix ans plus tôt, y retourne enseigner la physique, trouvant ainsi les moyens d'élever ses enfants en sécurité.

Les lettres envoyées à Staline restent sans réponse, mais se révèlent efficaces : au contraire de la plupart des millions de victimes de la terreur stalinienne, Fritz Houtermans ne disparaît pas sans laisser de traces. Après moult tortures et interrogatoires, il sera sauvé par le volet secret du pacte germano-soviétique prévoyant la livraison mutuelle des réfugiés, c'est-à-dire qu'il sera livré à la... Gestapo.

Pour l'interroger sur son activité en Union soviétique, celle-ci l'enferme et le torture sans doute aussi. Deux raisons expliquent que Houtermans ne se retrouve pas en camp de concentration : d'une part, le soutien des physiciens de premier ordre tel Max von Laue continue ; d'autre part, les nazis s'intéressent à ses compétences de physicien nucléaire. En effet, depuis l'été 1939, la *Wehrmacht* (l'armée allemande) a lancé un projet pour étudier l'utilisation militaire de la fission de l'uranium. On le désignera par le terme *Uranprojekt* (projet uranium) parce que l'ensemble des physiciens qui y participaient étaient appelés l'*Uranverein*, c'est-à-dire le « Club de l'uranium ».

Le 16 juillet 1940, Houtermans est libéré après qu'il aurait avoué à la Gestapo avoir accepté sous menace de mort d'espionner pour le NKVD avant son départ d'Union soviétique. Devenu pendant quelques mois rédacteur de rapports sur la physique soviétique, il obtient un poste au laboratoire privé de l'inventeur Manfred von Ardenne situé à Berlin-Lichterfelde. Longtemps après, celui-ci vantera encore les « idées inventives et géniales qui ont fait de Houtermans l'un des piliers de l'équipe de Lichterfelde ».

Le groupe de von Ardenne recherche entre autres des matières fissiles plus



2. FRITZ ET CHARLOTTE HOUTERMANS avec leur fille Giovanna, née à Berlin un an après leur mariage en 1931.

faciles à obtenir que l'uranium 235. En août 1941, Houtermans rédige un rapport proposant de produire un élément transurannique de numéro atomique 94, qui serait plus facile à séparer que les isotopes de l'uranium et qui lui semble susceptible de servir comme « explosif atomique ». Son idée est exactement la même que celle de von Weizsäcker, l'un des principaux physiciens du *Uranprojekt*, qui dépose à ce propos un brevet de bombe. Cette idée d'un explosif transurannique est en fait celle que mettent en œuvre les physiciens du projet *Manhattan* aux États-Unis. Du reste, le plutonium, car il s'agit de lui, est aujourd'hui encore l'explosif nucléaire de la plupart des bombes atomiques.

Houtermans est conscient de l'importance de ses travaux pour le *Uranprojekt*. Considérant qu'une bombe atomique entre les mains des nazis serait fatale, il profite en 1941 de la fuite de son collègue juif Fritz Reiche vers les États-Unis pour faire passer un message oral aux physiciens travaillant à la bombe en Amérique. Il leur dit en substance : « Pressez-vous, nous y sommes presque ! » Il n'est pas certain que ce message ait beaucoup influencé le projet *Manhattan*, mais il atteste en tout cas de l'énorme courage de Houtermans, qui, si sa démarche avait été découverte, aurait été condamné à mort.

Houtermans et la bombe

Même si les nazis le considèrent comme un traître, ils forcent Houtermans à prendre la direction de l'UFTI après la conquête de Kharkov en octobre 1941. Sa mission consiste à évaluer la physique nucléaire soviétique et à recruter sur place des physiciens pour le *Uranprojekt*. Sous sa direction, aucun physicien soviétique ne sera déporté, et ni le très convoité générateur de Van de Graaf de Kharkov ni d'autres installations de l'UFTI ne seront démontés et transportés en Allemagne.

Malgré cela, cet épisode transforme Houtermans en nazi et en traître aux yeux des physiciens soviétiques, et la réputation qu'ils lui font après la guerre, notamment Kapitza qui l'avait aidé en Angleterre,



3. EN DÉCEMBRE 1937, Fritz Houtermans, qui fuyait le régime nazi et avait trouvé une nouvelle patrie en Ukraine, est arrêté par le NKVD, la police politique soviétique. Accusé d'être un « agent fasciste », il est torturé. L'inscription en cyrillique se lit 2766, Houtermans Fritz, Otto-witsch, 1903. En 1940, Houtermans est transféré à la police politique nazie, la Gestapo.

porte sérieusement atteinte à son image, particulièrement auprès des physiciens anglo-saxons.

Après cette mission contestée, Houtermans entre à la PTR (*Physikalisch-Technische Reichsanstalt*), l'organisme météorologique allemand. Dans le cadre du *Uranprojekt*, il y travaille sur la physique des neutrons. À partir de l'automne 1943, il œuvre à Ronneburg en Thuringe, où le service d'étude de la radioactivité a été installé en raison des bombardements incessants sur Berlin. C'est à cette époque, que, divorcé de Charlotte par l'effet d'une loi spéciale sur les séparations dues à la guerre, il fait la connaissance de sa collègue chimiste Ilse Bartz, qu'il épouse et avec qui il aura trois enfants.

Intervient alors un épisode caractéristique de l'humour de Houtermans. Comme ce grand fumeur souffre du rationnement des cigarettes, il lui vient l'idée de réclamer du tabac en vue d'y procéder à la « détermination du taux d'eau lourde » [oxyde de deutérium] dans le cadre de « recherches importantes pour la guerre ». Il envoie à cet effet une lettre à en-tête de la PTR à une usine de cigarettes de Dresde et

obtient en effet une grande quantité de poudre de tabac. Toutefois, lorsqu'il en réclame plus en prétendant avoir obtenu de « bons résultats », sa nouvelle lettre atterrit sur le bureau du directeur de la PTR, qui le licencie avec effet le 1^{er} janvier 1945. Dans cette phase critique de la guerre, cela implique qu'il peut se retrouver au front ou en prison...

Une fois de plus, le soutien de physiciens de premier ordre – Werner Heisenberg et Walter Gerlach – le sauve en le faisant nommer pour « recherches importantes pour la guerre » à l'Université de Göttingen. Là, Houtermans est censé faire avancer la séparation isotopique, mais la fin de la guerre interrompt aussitôt ses recherches.

Après que les troupes anglaises ont investi Göttingen en avril 1945, une unité spéciale américaine vient enquêter sur *Uranprojekt*. Houtermans est interrogé, mais ce qu'il raconte convainc ses interlocuteurs que ses recherches sont peu importantes. Il n'est pas déporté à Farm Hall en Angleterre, où les Anglais enferment et espionnent tout un groupe de physiciens allemands, dans l'espoir de leur soutirer des informations utiles au projet américain de bombe.

À la sortie de la guerre, que pouvait faire Houtermans ? Après avoir été pourchassé par les nazis en tant que juif et communiste, il a été successivement considéré comme un « espion fasciste », un « espion du NKVD », et un nazi.

C'est une fois de plus avec l'aide de Heisenberg qu'une nouvelle perspective professionnelle se dessine pour lui. Le physicien le fait venir pour travailler sous sa direction sur la physique expérimentale des neutrons et sur divers problèmes de physique fondamentale au sein de ce qui va devenir l'Institut Max Planck. Collaborant alors avec le théoricien Pascual Jordan, Houtermans étudie l'évolution temporelle de la désintégration radioactive bêta. Avec Hans Jensen, il publie aussi un article intitulé « De la dissociation thermique du vide ». Dans le même temps, il travaille à livrer son témoignage historique. Il publie anonymement

en 1951 *Die russische Säuberung* (La purge russe), livre coécrit avec l'historien ukrainien Konstantin Schteppa, lui aussi un survivant de la purge stalinienne.

En 1951, après avoir revu Giovanna, Jan et leur mère Charlotte, il décide de divorcer de Ilse. En 1952, il entame une quatrième carrière fructueuse quand l'Université de Berne, en Suisse, lui offre une chaire de professeur. Ce tournant s'accompagne de son remariage avec Charlotte en 1953, union renouvelée qui, cependant, ne durera que quelques mois. En 1955, il épouse en quatrième noce Lore Müller – la belle-sœur de son demi-frère Hans.

À Berne, Houtermans prend la direction de l'Institut de physique et le modernise profondément. Les nombreux travaux de physique nucléaire qu'il y lance vont de l'étude du rayonnement cosmique à la radio-protection, concernant des questions de

physique des particules élémentaires et de chimie cosmique ou portent sur la mise au point de la radiochronologie. C'est particulièrement dans ce dernier domaine, inauguré par Rutherford au début du XX^e siècle, qu'une fois de plus, Houtermans fait œuvre de pionnier.

L'âge de la Terre

Ainsi, il interprète avec ses équipes les variations des isotopes uranium-plomb dans les météorites et élabore une détermination de l'âge de la Terre. Il trouve 4,5 milliards d'années, valeur très proche de l'estimation actuelle (4,57 milliards d'années). Il lance aussi l'utilisation de la thermoluminescence dans la détermination de l'âge des minéraux.

Le 1^{er} mars 1966 à Berne, Houtermans meurt d'un cancer aux poumons. Depuis 1973, un cratère lunaire porte son nom. ■



Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

une collection complète d'instruments de travail pour la recherche en sciences humaines



**Produire et échanger
au Néolithique**
Vincent Ard

393 pages
21 x 27 cm
br.
45 €



Ethnographies plurielles

Sous la direction de Tiphaine Barthélemy,
Philippe Combessie, Laurent Sébastien
Fournier et Anne Monjaret

304 pages
17 x 22 cm
br.
26 €

Pour la **rentrée** faites le plein de **nouvelles expériences**

...**ABONNEZ-VOUS !**

16 n^{os} • 76 €

au lieu de 102,70 € (prix de vente au numéro)

+ 1 Dossier Pour la Science offert !



→ **Le mensuel
de référence**



→ **Le trimestriel
thématique**

BULLETIN D'ABONNEMENT

**POUR LA
SCIENCE**

À découper ou à photocopier et à retourner accompagné de votre règlement dans une enveloppe non affranchie à : Groupe Pour la Science • Service Abonnements • Libre réponse 90 382 • 75 281 Paris cedex 06

☐ **Oui, je m'abonne à *Pour la Science* (12 n^{os}/an) + *Dossier Pour la Science* (4 n^{os}/an)**

☐ **1 an • 16 numéros • 76 €** au lieu de 102,70 €

Tarif valable uniquement en France métropolitaine et d'outre-Mer. Pour l'étranger, participation aux frais de port à ajouter : Europe 16 € – autres pays 35 €.

☐ **2 ans • 32 numéros • 143 €** au lieu de 205,40 €

Tarif valable uniquement en France métropolitaine et d'outre-Mer. Pour l'étranger, participation aux frais de port à ajouter : Europe 34 € – autres pays 72 €.

+ En cadeau, je choisis 1 numéro *Dossier Pour la Science* parmi les titres suivants :



☐ **N° 71 - M0770671**
Avril - Juin 2011



☐ **N° 72 - M0770672**
Juill. - Sept. 2011



☐ **N° 73 - M0770673**
Oct. - Déc. 2011



☐ **N° 74 - M0770674**
Janv. - Mars 2012



☐ **N° 75 - M0770675**
Avril - Juin 2012



☐ **N° 76 - M0770676**
Juill. - Sept. 2012



☐ **N° 77 - M0770677**
Oct. - Déc. 2012



☐ **N° 78 - M0770678**
Janv. - Mars 2013

Retrouvez tous les numéros parus sur www.pourlascience.fr

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

CP : _____ Ville : _____

Pays : _____ Tél. (facultatif) : _____

Je choisis mon mode de règlement :

☐ **Par chèque à l'ordre de *Pour la Science***

☐ **Par carte bancaire**

Numéro de carte _____

Date d'expiration _____ Signature obligatoire

Mon e-mail pour recevoir la newsletter *Pour la Science* (à remplir en majuscule).

_____ @ _____

En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe Pour la Science. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher cette case ☐.