

ABONNEZ-VOUS À **POUR LA SCIENCE** EN TOUTE LIBERTÉ

**OFFRE
SPÉCIALE
NOUVELLE
FORMULE**

**FORMULE
INTÉGRALE -46%**

**FORMULE
PASSION -36%**

**FORMULE
DÉCOUVERTE -26%**



AVEC VOTRE ABONNEMENT INTÉGRAL OU PASSION LE DVD LE MYSTÈRE ETTORE MAJORANA, UN PHYSICIEN ABSOLU

Ettore Majorana, un jeune physicien, théoricien fulgurant, disparaît mystérieusement le 28 mars 1938 à bord d'un navire. Son corps n'a jamais été retrouvé. Il avait 31 ans. De nombreuses hypothèses ont été émises sur sa disparition : il se serait suicidé ou même aurait été enlevé par les nazis... Le mystère reste entier. Etienne Klein, physicien renommé, directeur de recherche au CEA, part sur les traces de Majorana. Son histoire permet-elle de percer le secret de sa disparition ? "(Un) passionnant récit (...). La grande force du film est d'être à la fois pédagogique et personnel" **Télérama**

BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ **OUI**, JE M'ABONNE À **POUR LA SCIENCE** EN PRÉLÈVEMENT AUTOMATIQUE, JE CHOISIS MA FORMULE ET JE COMPLÈTE L'AUTORISATION DE PRÉLÈVEMENT CI-DESSOUS.

☐ **FORMULE INTÉGRALE**
12 n° de Pour la Science + 4 Hors-Séries
+ Accès illimité aux archives depuis 1996
+ Le DVD "Le Mystère Ettore Majorana"

8,20€
Par mois
-46%
IPV6E20K8

☐ **FORMULE PASSION**
12 n° de Pour la Science
+ 4 Hors-Séries
+ Le DVD "Le Mystère Ettore Majorana"

6,50€
Par mois
-36%
PPV6E50K7

☐ **FORMULE DÉCOUVERTE**
12 n° de Pour la Science

4,90€
Par mois
-26%
DPV4E90

MES COORDONNÉES

Nom : _____
Prénom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____
Ville : _____
Tél. Pour le suivi client (facultatif) : _____
E-mail obligatoire : _____@_____
J'accepte de recevoir les informations de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON
et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

MANDAT DE PRÉLÈVEMENT SEPA

PAS477P

En signant ce mandat SEPA, j'autorise Pour la Science à transmettre des instructions à ma banque pour le prélèvement de mon abonnement dès réception de mon bulletin. Je bénéficie d'un droit de rétractation dans la limite de 8 semaines suivant le premier prélèvement. Plus d'informations auprès de mon établissement bancaire.

TYPE DE PAIEMENT : PAIEMENT RÉCURRENT

Titulaire du compte
Nom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____ Ville : _____
Désignation du compte à débiter
BIC (Identification internationale de la banque) : _____
IBAN : _____
(Numéro d'identification international du compte bancaire)
Établissement teneur du compte
Nom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____ Ville : _____
Date et signature

Organisme Créancier : Pour la Science
170 bis, bd. du Montparnasse - 75014 Paris
N° ICS FR92ZZ426900
N° de référence unique de mandat (RUM)

Joindre un RIB

Partie réservée au service abonnement. Ne rien inscrire

* Par mois et par rapport au prix de vente en kiosque, l'accès numérique aux archives et la valeur du DVD. Vous pouvez également si vous le souhaitez acquérir séparément le DVD "Le mystère Ettore Majorana" au prix de 14,99€, chaque n° de Pour la Science au tarif de 6,50€, notre n° spécial au tarif de 6,95€ et nos hors-séries au tarif de 7,50€. Délai de livraison : dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/12/2017 en France métropolitaine uniquement et dans la limite des stocks disponibles. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Pour la Science. Votre abonnement en prélèvement est reconduit automatiquement et peut être interrompu par simple lettre.

L'AUTEUR



HERVÉ LE GUYADER
professeur émérite de biologie
évolutive à l'université
Pierre-et-Marie-Curie, à Paris

SUR LES BORDS DU NIL, ESPÈCES DE CROCODILES!

Le Nil de l'Égypte ancienne hébergeait non pas une, mais deux espèces de crocodiles, l'une redoutable, l'autre plus douce...

Prédateur vorace dont certains individus peuvent atteindre plus de 6 mètres de longueur, le crocodile du Nil avait une place prépondérante dans la mythologie de l'Antiquité. Sobek (*Suchus* en latin), représenté par un homme à tête de crocodile, joue un rôle essentiel dans la naissance du dieu Horus. Symbolisant les pouvoirs militaires du pharaon, c'est une entité ambivalente – cruelle et redoutable, mais aussi gage de la fertilité du Nil. De récentes analyses moléculaires des crocodiles africains apportent un nouvel éclairage sur cette ambivalence: elles semblent prouver qu'il n'existait pas une, mais deux espèces de crocodiles sur les bords du Nil.

Classiquement, les zoologistes décrivaient l'existence de trois espèces de crocodiles en Afrique: le crocodile à nuque cuirassée (*Mecistops cataphractus*) et le crocodile nain (*Osteolaemus tetraspis*) en

Afrique équatoriale de l'ouest; le crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*) – celui qui nous intéresse ici – sur l'ensemble de l'Afrique subsaharienne et à Madagascar. Si l'on en croit Hérodote (V^e siècle avant notre ère), ce dernier était alors présent en mer Rouge, en Israël et même en Syrie. On le trouve fossile aux Comores et aux Seychelles. En Égypte, il peuplait le Nil jusqu'à son delta et il vivait en grand nombre dans le lac Moéris, au nord de l'oasis du Fayoum, près du delta. Actuellement, il a disparu en aval du barrage d'Assouan. Comme souvent chez des animaux à large répartition, on observe de légères variations – surtout de taille et de couleur – entre l'est et l'ouest de l'Afrique et Madagascar. C'est pourquoi diverses sous-espèces – jusqu'à sept – ont été proposées au cours des XIX^e et XX^e siècles, sans qu'aucune classification ne fasse consensus.

En 2011, deux équipes ont donc tenté d'éclaircir l'histoire évolutive du crocodile

***Crocodylus niloticus* (de l'est)**

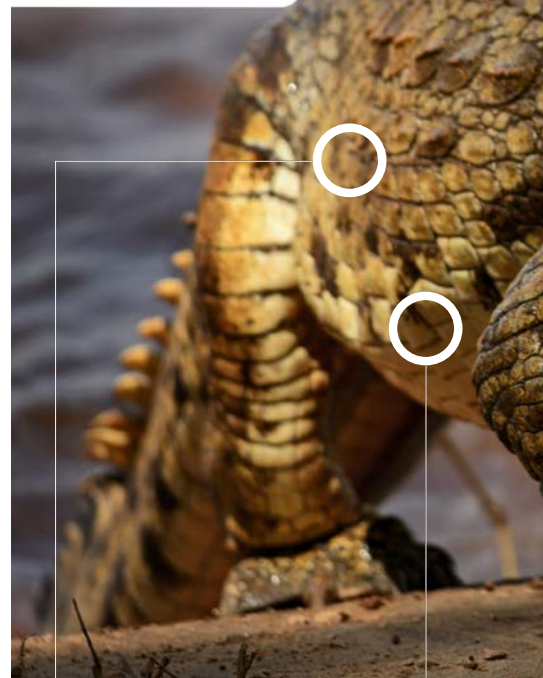
Taille : 4 m de long en moyenne pour les mâles, parfois jusqu'à 7 m

30 % de moins pour les femelles

Poids : 500 kg en moyenne pour les mâles

Niché : 20 à 60 œufs

Durée de vie moyenne : environ 70 à 100 ans



Il peut vivre 10 mois
sans manger.

Élevé pour sa viande et son cuir dans plusieurs pays d'Afrique du Sud, dont la Somalie, l'Éthiopie, le Kenya, la Zambie et le Zimbabwe. On présentait souvent cette industrie comme durable, jusqu'à la découverte de *C. suchus*. Cet autre crocodile du Nil, lui aussi exploité, est menacé d'extinction.

EN CHIFFRES

623 km

C'est la distance qu'a parcourue un *Crocodylus porosus* mâle en un mois le long de la péninsule du Cap York, au nord de l'Australie, en 2004.

275 à 745 attaques

de *Crocodylus niloticus* contre des humains entre 2000 et 2007, dont 63 % fatales.

C'est l'un des crocodiles les plus dangereux.

250 000 à 500 000

individus de *C. niloticus* dans le monde.

Leur nombre est en augmentation, mais leurs habitats diminuent.



La force de sa morsure est d'environ 2 000 newtons au niveau de ses canines, soit environ 10 fois plus que celle d'un humain. Celle du crocodile le plus dangereux de tous, *C. porosus*, atteint environ 5 800 newtons, soit près du triple...

du Nil et, plus généralement, des différentes espèces du genre *Crocodylus*. De fait, dix autres espèces du genre *Crocodylus* ont été décrites dans le monde, dont six se trouvent entre l'Inde, l'Asie du Sud-Est et l'Australie, et quatre peuplent les Amériques (voir l'encadré page 94).

En comparant des séquences quasi complètes de l'ADN que contiennent les mitochondries, les usines à énergie des cellules, Robert Meredith, de l'université de Californie, à Riverside, et ses collègues ont recherché les liens de parenté de tous les *Crocodylus*. De leur côté, Evon Hekkala, de l'université Fordham, à New York, et leurs collègues se sont surtout intéressés au crocodile du Nil: ils ont examiné, à partir des ADN mitochondrial et nucléaire, les liens

de parenté de 123 spécimens issus de toute l'Afrique. Le résultat de ces deux études est un arbre phylogénétique qui se sépare franchement en deux groupes frères, les crocodiles australo-asiatiques et les crocodiles américano-africains. Mais ce deuxième groupe révèle une surprise de taille. Il apparaît comme composé de trois sous-groupes: *C. niloticus* de l'Afrique de l'Ouest, *C. niloticus* de l'Afrique de l'Est et un groupe formé des quatre crocodiles américains. Le crocodile du Nil ne constitue donc pas un clade simple, monophylétique, c'est-à-dire un groupe rassemblant un ancêtre commun et tous ses descendants.

LE CROCODILE DE GEOFFROY SAINT-HILAIRE

Élucidons tout d'abord le problème des crocodiles du Nil «de l'ouest» et «de l'est». Pour ce faire, une parenthèse historique s'impose, car la campagne d'Égypte de Bonaparte, de 1798 à 1801, amena sur les rives du Nil les savants de son expédition scientifique, dont le zoologiste Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844), qui y développa, suivant ses dires, «un sentiment exquis des crocodiles».

En 1799, Geoffroy Saint-Hilaire suit la division du général Louis Desaix vers la ➤

> Haute-Égypte, et il passe vingt-trois jours à explorer les ruines de Thèbes, d'où il rapporte de nombreuses momies, dont deux de crocodile. Son objectif ? Fournir « les moyens d'éclaircir la question tant débattue de nos jours, si les espèces dégénèrent ou acquièrent des qualités en se perpétuant sur un terrain qui a éprouvé d'assez grands changements ». Revenu en France, il étudie méthodiquement les collections animales qu'il a rassemblées. En 1807, il dissèque le crâne d'une des deux momies et s'étonne : « Comparé au crâne d'un très bel individu que j'avais aussi rapporté d'Égypte, il m'a paru en différer. Il est bien plus étroit et plus allongé ; ses pommettes sont proportionnellement plus écartées, et l'entrée des fosses orbitaires est beaucoup plus large. D'aussi grandes différences indiquaient une autre espèce. »

Le « très bel individu » était un *C. niloticus* de l'est, l'unique crocodile que l'on trouve aujourd'hui encore au bord du Nil. Ainsi, Geoffroy Saint-Hilaire postule l'existence non pas d'une, mais de deux espèces de crocodile dans l'ancien Nil ! S'appuyant sur des textes historiques (Strabon, Hérodote...) et des indications des pêcheurs du Nil, il affirme : « Il y a eu en Égypte deux espèces de crocodiles : l'une, d'un naturel farouche et indomptable, dont la religion encourageait la destruction en enseignant que ce crocodile était une production de Typhon ; et l'autre, d'un caractère plus doux, qu'on appelait *suchos*, et dans laquelle on choisissait les individus destinés au service des autels. »

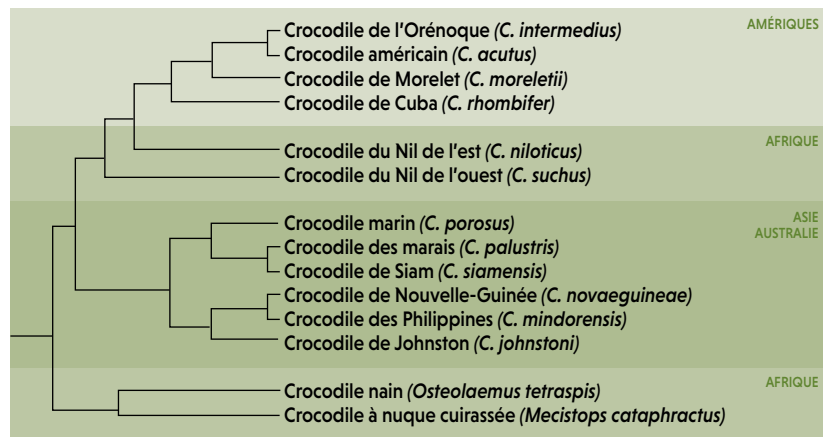
Tout naturellement, il baptise ce dernier du nom de *Crocodylus suchus*. Par la suite, ces travaux ont été laissés de côté. Au mieux, *C. suchus* est devenu chez certains auteurs une des sept sous-espèces de crocodile du Nil répertoriées jusqu'au ^{xx}e siècle.

L'ADN DES MOMIES DE CROCODILES

Or les études moléculaires incluent l'utilisation de fragments d'ADN mitochondrial ancien, extraits de momies de crocodiles de l'Ancienne Égypte, également rapportées de Thèbes. Considérons tout d'abord les animaux actuels. Les études chromosomiques fournissent une différence significative entre les deux clades : les animaux « de l'ouest » présentent une garniture de 34 chromosomes, ceux « de l'est », ainsi que les crocodiles du Nouveau Monde, 32. Tout prouve donc que les crocodiles africains ne correspondent

L'ARBRE DES CROCODILES

Les phylogénies moléculaires des crocodiles ont permis de préciser leur histoire évolutive. Le genre *Crocodylus*, présent dans toutes les régions tropicales et équatoriales, est composé de 12 espèces : 4 peuplent les Amériques, 2 l'Afrique (les crocodiles du Nil *C. niloticus* et *C. suchus*) et 6 l'Asie et l'Australie. On s'est ainsi aperçu que les crocodiles américains descendent d'un ancêtre commun plus proche du féroce *C. niloticus* que du « placide » *C. suchus*. Quant aux autres « crocodiles » africains (en bas), ils n'appartiennent pas au genre *Crocodylus*. C'est toute l'ambiguïté entre les termes vernaculaires et zoologiques...



pas à une, mais à deux espèces. Cerise sur le gâteau, les fragments d'ADN ancien des momies correspondent à l'ADN des crocodiles « de l'ouest ». Geoffroy Saint-Hilaire avait raison, car c'est la preuve que ces animaux vivaient dans les temps anciens dans le Nil. À juste titre, cette « nouvelle » espèce porte désormais le nom de *Crocodylus suchus*.

Quant aux crocodiles du Nouveau Monde, ils forment un groupe monophylétique qui présente un ancêtre commun avec *C. niloticus* (nouvelle acception), daté d'un peu plus de 8 millions d'années, dans le Miocène. À cette époque, des animaux ont traversé l'Atlantique pour rejoindre les Amériques où ils ont divergé en plusieurs espèces. Comment ont-ils voyagé ? On peut imaginer des radeaux mus par le courant nord-équatorial. Par ailleurs, des zoologistes australiens viennent de constater qu'un crocodile marin a pu réaliser un voyage de plus de 600 kilomètres dans les courants de la mer de Corail.

Ainsi, on voit que les *Crocodylus* américains sont de « jeunes » descendants de crocodiles africains ; de plus, deux espèces de *Crocodylus*, et non une seule, vivent en Afrique, ce qui change beaucoup de choses sur la politique de conservation ; enfin, on peut constater que les prêtres des temples égyptiens étaient de bons zoologistes. ■

BIBLIOGRAPHIE

E. Hekkala et al., **An ancient icon reveals new mysteries : Mummy DNA resurrects a cryptic species within the Nile crocodile**, *Mol. Ecol.*, vol. 20, pp. 4199-4215, 2011.

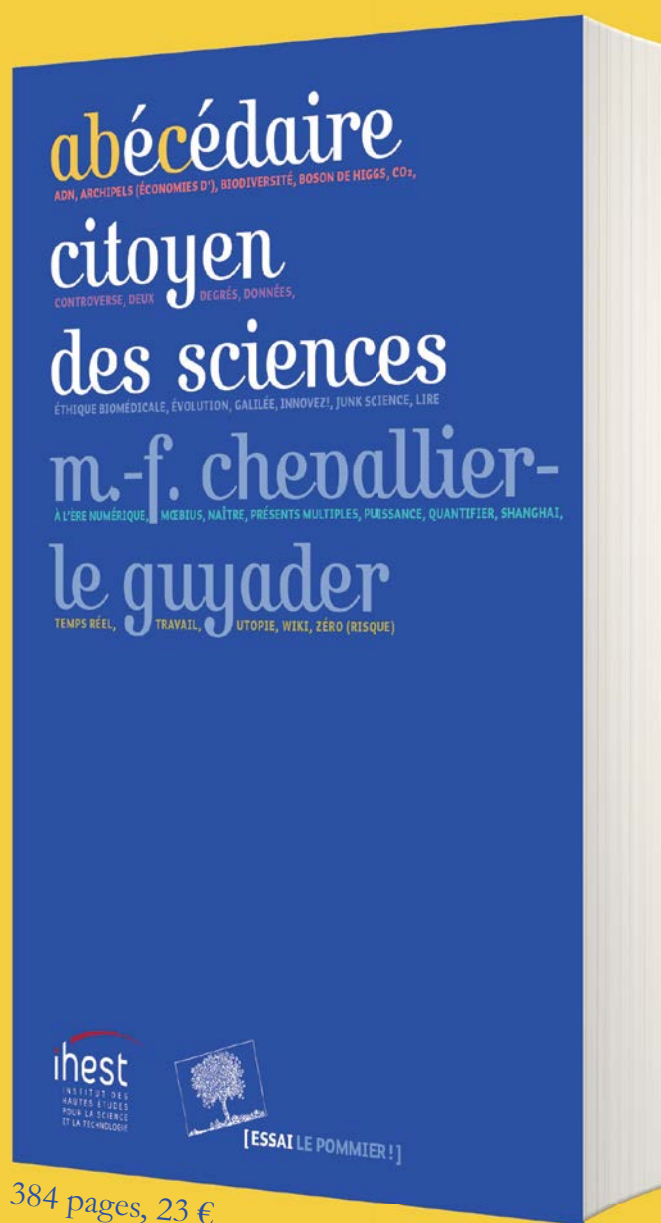
E. Meredith et al., **A phylogenetic hypothesis for *Crocodylus* (Crocodylia) based on mitochondrial DNA : Evidence for a trans-Atlantic voyage from Africa to the New World**, *Mol. Phyl. Evol.*, vol. 60, pp. 183-191, 2011.

H. Campbell et al., **Estuarine crocodiles ride surface currents to facilitate long-distance travel**, *J. An. Ecol.*, vol. 79, pp. 955-964, 2010.

É. Geoffroy Saint-Hilaire, **Description de deux crocodiles qui existent dans le Nil, comparés au crocodile de Saint-Domingue**, *Annales du Muséum d'Hist. Nat.*, vol. 10, pp. 67-86, 1807.

Livre
conseillé par
POUR LA
SCIENCE

Partager les sciences : un enjeu de citoyenneté



De A comme ADN
à Z comme Zéro (risque),
en passant par Cyborg,
Évolution, ou Réalité virtuelle,
plongez au cœur des sciences
d'aujourd'hui !

*« Une stimulante invitation à la
réflexion sur cette interpénétration
entre science et société bien plus
complexe qu'il n'y paraît.
Et dont dépend en bonne partie
le devenir de nos démocraties. »*

Les Échos - mai 2017

En partenariat avec



Retrouvez toutes nos nouveautés sur notre site
www.editions-lepommier.fr



L'AUTEUR



HERVÉ THIS
physicochimiste, directeur
du Centre international
de gastronomie moléculaire
AgroParisTech-Inra
et directeur scientifique
de la fondation Science
et culture alimentaire
(Académie des sciences)

L'ART DE SOUFFLER LES POMMES DE TERRE

Réussir des pommes de terre soufflées n'est pas facile.
La préparation doit suivre une procédure précise,
dont de nombreux aspects demeurent inexpliqués.

Les pommes de terre soufflées sont une préparation culinaire étonnante: le mécanisme de leur gonflement est évident, mais la mise en œuvre de la théorie est très difficile.

Les pommes de terre soufflées auraient été découvertes lors de l'inauguration du chemin de fer entre Paris et Saint-Germain. Le chef, Jean-Louis-François Collinet, avait mis des rondelles de pomme de terre à frire, mais comme le train fut retardé, il sortit les rondelles du bain de friture et, quand vint le moment de servir, il les remit dans l'huile bouillante. Les rondelles soufflèrent, formant de petits ballons creux, croustillants. *Se non è vero...*

Considérons la théorie: une première friture forme des croûtes imperméables sur les deux faces d'une rondelle; puis une seconde friture évapore l'eau restant à l'intérieur des rondelles, et l'évaporation de cette eau provoque le gonflement.

Si la théorie est simple, la pratique l'est beaucoup moins, tant les paramètres à maîtriser sont nombreux: la variété de pomme de terre, l'épaisseur des rondelles, la température du premier bain, la durée de séjour des rondelles dans ce premier bain, la nature de la matière grasse utilisée pour la friture, le temps de repos entre les bains, la température du second bain...

Et même un protocole précis ne conduit pas toujours au succès. Lors d'un séminaire organisé il y a deux ans, nous avons ainsi passé deux heures... à échouer dans la confection de ces pommes de terre soufflées, alors que nous avions varié les températures des deux bains de cinq degrés en cinq degrés. Finalement, trois cuisiniers de talent ont récemment accepté de nous présenter leur pratique,



Les rondelles de pomme de terre dans le second bain de friture et le magnifique résultat final.



que nous avons caractérisée quantitativement. Voici ce que nous avons pu en conclure.

La variété de la pomme de terre semble essentielle. Certaines variétés qui soufflent donnent des colorations trop foncées, marque d'une réalisation médiocre. Et les tubercules ne doivent pas être conservés au froid, car le taux de succès est alors réduit.

L'épaisseur (régulière!) semble devoir être celle d'une pièce de deux euros et les praticiens ont discuté le fait que certains des ustensiles utilisés (des «mandolines») ne convenaient pas à un travail de qualité.

Puis la matière grasse du premier bain semble devoir être de la graisse de bœuf, clarifiée, qui «nourrirait» les rondelles de pommes de terre. C'est étonnant: la matière grasse étant composée de triglycérides, on voit mal comment la nature de la graisse interviendrait, mais l'empirisme semble converger vers cette prescription. La nature saturée ou insaturée des résidus d'acides gras des triglycérides a-t-elle vraiment un effet?

Le premier bain semble devoir être à 130 °C, à 10 °C près, et il doit durer jusqu'à ce que la surface des rondelles cloque légèrement. Surtout, il faut agiter la matière grasse pour réussir. On sort alors délicatement les rondelles du premier bain, et on les laisse reposer, pendant plus de

20 secondes selon nos déterminations. Après quoi on place les rondelles dans un second bain, qui peut être d'huile, à la température de 180 °C... et on les voit alors souffler.

Chacun de tous ces paramètres empiriques mérite une exploration: tant que les prescriptions ne seront pas comprises, il restera la possibilité de faire autrement, plus efficacement ou mieux! ■



LA RECETTE

- 1 Peler des pommes de terre Agria.
- 2 Découper des rondelles de l'épaisseur d'une pièce de deux euros.
- 3 À l'aide d'un torchon, sécher les rondelles sans les presser.
- 4 Dans un bain de graisse de bœuf, à une température comprise entre 120 °C et 140 °C, mettre les rondelles une à une.
- 5 Secouer le bain de friture, soit en agitant le récipient, soit en remuant la matière grasse à l'aide d'une louche.
- 6 Quand des cloques apparaissent sur certaines rondelles, sortir les rondelles les unes après les autres, en commençant par celles dont les cloques sont les plus visibles.
- 7 Déposer les rondelles sur du papier absorbant et les laisser reposer pendant plus de 20 secondes.
- 8 Mettre les rondelles dans un bain d'huile chauffée à 180 °C, et cuire les pommes de terre soufflées jusqu'à ce qu'elles prennent une coloration blonde.