

I - Observations et descriptions des comportements dits « d'automédication »

A - Observations du passé : Les animaux en ethnomédecine depuis l'antiquité

Tout au long de l'histoire de l'Humanité, les Hommes ont su faire de l'observation des animaux une source de savoir médicinal. Partout dans le monde, des récits anecdotiques, des légendes, des mythes, des contes populaires octroient aux animaux la capacité d'utiliser les plantes médicinales.

Dès le IV^{ème} siècle avant notre ère, Aristote faisait déjà des observations pertinentes sur le chien : « Et les chiennes, lorsqu'elles éprouvent une certaine souffrance, se font vomir en mangeant une certaine herbe », « Les chiens, lorsqu'ils ont des vers, mangent du blé au champ » (*Histoire des animaux* d'Aristote, d'après Ansay (2002)). Plutarque observe également le même phénomène, mais lui donne une signification différente : « Les chiens, eux, se purgent, quand ils sont malades de la bile avec l'herbe que l'on appelle l'herbe aux chiens » (*Oeuvres mêlées* de Plutarque, d'après Ansay (2002)).

Certaines herbes tirent ainsi leur nom commun de ces observations passées. Citons pour exemples « l'herbe à chat » (*Nepeta Cataria*), le « chiendent » (*Agropyron repens*) ou encore la « racine de l'ours » (*Ligusticum porteri*), surnommée ainsi par les indiens Navajos car selon la légende, c'est à l'ours que ce peuple du Nouveau Mexique doit la découverte de cette plante médicinale aussi appelée « Osha », signifiant « ours » en navajos (Grisanzio, 1992).

La découverte du café serait-elle aussi secondaire à l'observation de comportements animaux. On raconte qu'au 8^{ème} siècle après Jésus Christ, un jeune berger des hauts plateaux du Yémen, remarqua un jour que ses chèvres changeaient de comportement après avoir ingéré des baies de plants de cafés sauvages. L'excitation procurée par ces baies lui donna l'idée d'utiliser la plante en tant que stimulant. La boisson concoctée fut nommée " kawah ", c'est-à-dire force, élan, vitalité (Huffman, 2003).

Les exemples sont nombreux (cf. Tableau 1), comme celui de cette légende népalaise qui raconte que, dans les montagnes de l'Himalaya, les racines de Chota-Chand (*Rauwolfia serpentina*), utilisées en tant que puissant antidote contre les morsures de serpents, ont été découvertes suite à l'observation de mangoustes se nourrissant de cette plante avant d'aller chasser le cobras (Huffmann, 2001).

Une légende chinoise narre quant à elle la découverte du « San qi » (*Panax notoginseng*), principe actif contenu dans le « Yunnan Bai Yao », une poudre végétale blanche efficace contre les saignements et les hémorragies internes. Ce remède asiatique soigna de nombreuses blessures de l'histoire militaire de la Chine et servit également lors de la guerre du Vietnam. La légende raconte qu'un paysan de la province chinoise du Yunnan trouva un jour un serpent près de sa chaumière. Craignant pour sa vie, il battit l'animal avec son fléau, le laissant ainsi pour mort. Mais quelques jours plus tard, le même serpent revint. Une fois encore, le paysan s'efforça de le tuer par le même moyen. Quand l'animal, apparemment indestructible, revint quelques jours plus tard, l'homme s'acharna sur lui, mais cette fois-ci, curieux de comprendre, il suivit l'animal. Il observa alors que le serpent rampait vers une herbe sauvage : *Panax notoginseng*, membre de l'espèce des célèbres ginsengs, et qu'à son grand étonnement il s'en nourrissait. Le lendemain, le serpent avait retrouvé sa vitalité (Reid, 1993).

Tableau 1 : Exemples d'automédication animale, d'après Huffman (2003).

Espèces	Plantes et action supposée
Eléphants de Malaisie	<i>Entada schefferi</i> (légumineuse) Résistance avant une longue marche (antalgique ?).
Eléphants d'Afrique	Borraginacées Induction de l'accouchement ou de l'avortement Utilisés par une communauté ethnique du Kenya.
Buffle indien	<i>Holarrhena antidysenterica</i> (apocynacée) Ecorce consommée régulièrement. Nom suggérant un effet anti dysenterie.
Sanglier sauvage des Indes	<i>Boerhavia diffusa</i> (nyctaginacée) « Herbes aux porcs », racines consommées sélectivement Anti-helminthique traditionnel chez les Indiens.
Porc	<i>Punicum granatum</i> (punicacée) Racines de la grenade très recherchée par les porcs au Mexique Alcaloïde toxique pour les ténias dans les racines.
Tigre indien, chien sauvage, civette, chacal, ours	<i>Careya arborea</i> (barringtonia), <i>Dalbergia latifolia</i> (légumineuse) Fruits contribuant à l'élimination des parasites ingérés en même temps que les intestins des proies herbivores.
Loup d'Amérique du sud	<i>Solanum lycocarpon</i> (solanacée) ou « Wolf apple » Riche en tanins. Utile contre les troubles gastriques ou intestinaux.
Rhinocéros bicolore d'Asie	<i>Ceriops candoleana</i> , rhizophoracée Ecorce riche en tannins. Fait virer urine à l'orange clair. Lutte contre les parasites du tractus urinaire.
Singe hurleur noir	Les peuples indigènes vivants dans les habitats de ces primates sud-américains prétendent que ces singes sont exempts de parasites en raison des plantes qu'ils consomment.

Tout ces exemples révèlent autant de façons dont l'être humain a pu saisir la valeur thérapeutique d'une plante en observant les animaux. De prime abord, de tels mythes et légendes ne semblent pas scientifiquement acceptables, mais sont-ils pour autant le résultats d'interprétations erronées ? D'autres exemples plus récents relèvent eux de l'observation voire de l'expérimentation rigoureusement scientifique et permettent d'entrevoir l'hypothèse d'une certaine forme d'automédication animale.

B - Observations du présent : observations chez des animaux sauvages, de l'anecdote aux faits scientifiques ?

Certains comportements animaux intriguent et font parfois suspecter des capacités d'automédication. Lorsqu'un animal ingère une plante n'appartenant pas à son régime habituel, qu'il en sélectionne une partie précise, la mâche puis la recrache, qu'il en fait usage uniquement en la frottant sur son pelage ou encore qu'il ne l'utilise que dans les conditions particulières de mal être ou de parasitisme, semblant en retirer un bénéfice immédiat, alors la question de l'automédication se pose. Ce d'autant plus lorsque les congénères *a priori* sains n'adoptent pas de telles attitudes.

De nombreux scientifiques ont pu observé de tels comportements.

1 - Utilisation non alimentaire d'items biologiquement actifs

1.1 - Le « formicage » chez les oiseaux

Au sens strict du terme, le « formicage », aussi appelé « myrmisation » (néologisme dérivant du grec ancien « myrmex » : fourmi) ou encore « anting » (de « ant » : fourmi en anglais), fait référence au comportement par lequel certains oiseaux frottent frénétiquement leur plumage avec des fourmis écrasées. Cet étrange comportement a été décrit chez plus de 200 oiseaux. Très peu sont tropicaux : beaucoup sont des passereaux vivant en zones tempérées (Clayton & Vernon, 1993).

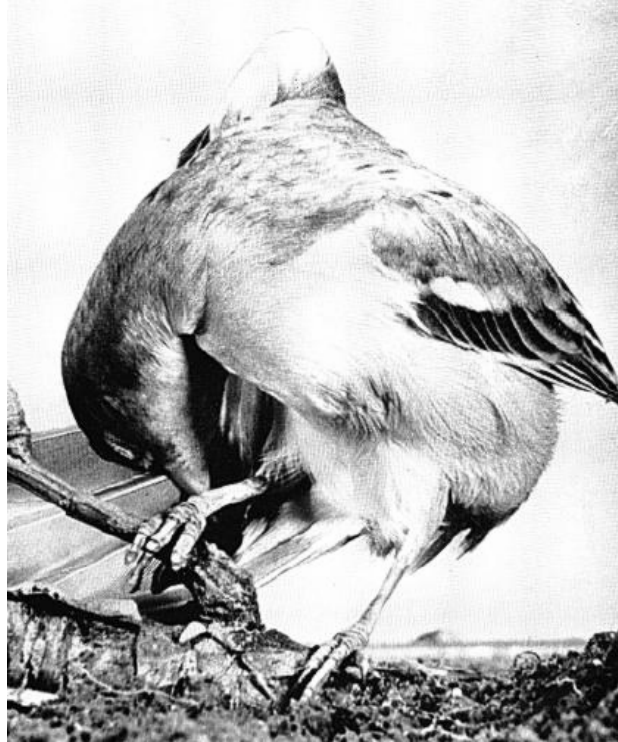
Au sens large, le « formicage » n'implique pas forcément des fourmis. Certains oiseaux utilisent par exemple d'autres insectes tels que des milles pattes pour frotter leur plumage (Clunie, 1976). L'usage de plantes aromatiques a également été rapporté : la naphtaline (Clark *et al.*, 1990), la citronnelle, les pelures d'oranges ou de pomme (Clayton & Vernon, 1993), ainsi que les « tagètes », des astéracées connues des jardiniers pour renfermer des pyréthrine, puissantes molécules insecticides (Nero & Hatch, 1984) sont par exemple utilisées. De façon plus anecdotique, certains monarques endémiques de l'île d'Hawaï (*Chasiempis sandwichensis*) utilisent de petits gastéropodes (*Oxychilus alliarius*) pour se frotter le plumage (VanderWerf, 2005), d'autres utilisent parfois des mégots de cigarettes (Clayton & Vernon, 1993), enfin une paruline triligine (*Basileuterus tristriatus*) a quant à elle été observée se frottant les plumes avec une chenille de lépidoptère (Wenny, 1998).

Le « formicage » peut être actif : l'oiseau enduit vigoureusement ses rémiges avec un insecte ou une plante (cf. Figure 2), mais il peut aussi être passif : lorsque l'oiseau se couche sur un nid de fourmis dans un position caractéristique (cf. Figure 1) et permet à celles-ci de grimper sur son plumage. Whitaker (1980) a ainsi décrit une corneille (*Corvus brachyrhynchos*) monter sur le haut d'une fourmilière, étendre ses ailes et laisser les fourmis (*Formica criniventris*) grimper sur son plumage pendant 10 à 15 secondes, puis partir et réitérer 4 à 5 fois le processus.

Figure 1 : Position caractéristique du « Formicage » passif chez un Malcoha à ventre roux (*Phaenicophaeus sumatranus*), avec visualisation des fourmis grimpant sur les plumes (flèches blanches). Crédit photo : K.C. Tsang.



Figure 2 : Anting actif chez une femelle Orchard Oriole (*Icterus spurius*). D'après Whitaker (1957).



De nombreuses hypothèses visant à expliquer ce comportement ont été avancées : entretien du plumage et de la peau avec retrait des lipides périmés (Simmons, 1966), apaisement de la peau irritée lors de la mue (Potter, 1970), élimination des composés toxiques de la proie avant ingestion (Clunie, 1976 ; Eisner & Aneshansley, 2008 ; Judson & Bennet, 1992), lutte contre les ectoparasites (Clark *et al.*, 1990 ; Clayton & Vernon, 1993), et/ou les infections microbiennes et fongiques (Ehrlich *et al.*, 1986). Certains émettent même l'hypothèse que ce comportement ne serve à rien et n'existe que pour le plaisir qu'il procure (Simmons, 1966 ; Whitaker, 1957).

Beaucoup d'auteurs ont suggéré une fonction de lutte contre les ectoparasites.

Les oiseaux utilisent majoritairement des fourmis de la sous-famille des formicines, lesquelles sont capables de projeter des jets d'acide formique lorsqu'elles se sentent menacées (Potter, 1970). Or, l'acide formique est une substance corrosive cytotoxique, capable de provoquer des nécroses tissulaires : il est donc possible qu'elle puisse avoir un effet toxique létal envers les ectoparasites.

L'entomologiste russe Dubinin (Dubinin, 1951) fut parmi les premiers à suspecter cette fonction anti-ectoparasites. En examinant des plumes de pipits farlouses (*Anthus pratensis*) ayant tout juste frotté leur plumage avec des fourmis (*Formica rufa*), Dubinin constata qu'une majorité des mites de plumes (*Pterodectes* spp.) étaient mortes et que les mites survivantes étaient très agitées. Un quart de ces mites moururent dans les heures suivantes, contre seulement 1% chez les pipits témoins n'ayant pas pratiqué de « formicage ».

In vitro, la toxicité de l'acide formique à l'encontre d'ectoparasites, de bactéries et de champignons ne fait aucun doute (Eichler dans Clayton & Wolfe (1993) ; Revis & Waller, 2004). *In vivo*, en revanche, aucune étude n'a été menée à ce jour et les avis demeurent contradictoires. Selon Revis & Waller (2004), les concentrations d'acide formique atteintes *in vivo* seraient inefficaces à l'encontre des ectoparasites, des bactéries et des champignons.

Clark *et al.* (1990) font remarquer que les éléments utilisés lors du « formicage » ont invariablement des propriétés chimiques antimicrobiennes et/ou insecticides. C'est par exemple le cas de la naphthaline qui contient du naphthalène, un insecticide couramment utilisé contre les mites. C'est le cas également des écorces d'agrumes, reconnues pour leur effet répulsif envers les insectes.

Après avoir observé des Quiscales bronzés (*Quiscalus quiscula*) se frotter le plumage avec des morceaux de citrons verts et jaunes, Clayton & Vernon (1993) décident de tester l'efficacité *in vitro* des extraits de citrons verts sur des poux piqueurs (*Columbicola columbae*). Les plumes mises en présence de lamelles de citron comptent alors 67% de poux morts, contre 3% chez les plumes témoins. Des expériences ultérieures montrent que c'est une substance chimique de l'écorce qui tue les poux par vaporisation. Hink & Fee (1986) isolent quant à eux un monoterpène contenu dans les écorces d'agrumes, le D-Limonène et prouvent *in vitro* sa toxicité à l'encontre des puces du chat (*Ctenocephalides felis*).

Une fois encore les tests *in vitro* semblent en faveur de l'hypothèse de lutte antiparasitaire. Cependant, à ce jour, aucun test d'éléments autres que des fourmis n'a été réalisé *in vivo*.

Selon d'autres, le « formicage » serait un moyen de faire émettre aux fourmis leurs sécrétions nocives, permettant ainsi aux oiseaux l'ingestion de leur proie sans effets secondaires indésirables.

Judson & Bennet (1992) alimentent cette hypothèse montrant que les étourneaux pratiquent plus volontiers le « formicage » lorsque des fourmis leur sont proposées à jeun. Cette pratique permettrait ainsi d'éviter une exposition trop importante des muqueuses digestives aux sécrétions acides de fourmis. Eisner *et al.* (2005) observent que les geais bleus (*Cyanocitta cristata*) pratiquent intensément le « formicage » lorsqu'on leur propose des coléoptères bombardiers, insectes capables de projeter un liquide corrosif en ébullition (mélange d'hydroquinone et de peroxyde d'hydrogène) sur leurs prédateurs. D'autres espèces de geais frottent vigoureusement les bombardiers contre le sol ("sand wiping"). D'une manière ou d'une autre, ces geais semblent bel et bien avoir l'intention de détoxifier les bombardiers avant de les ingérer. Wenny (1998) émet le même type d'hypothèse en observant une paruline triligée (*Basileuterus tristriatus*) se frotter les ailes avec une larve de papillon, puis frotter des branches avec autre larve du même type. Beaucoup de lépidoptères contiennent des composés inappétents toxiques pour leur prédateur, notamment des alcaloïdes pyrrolizidiniques. Ce comportement intervient juste avant l'ingestion de la larve et pourrait correspondre à un besoin de détoxification de la proie.

Les travaux de Eisner & Aneshansley (2008) sur le « formicage » chez des geais bleus (*Cyanocitta cristata*) tirent les conclusions suivantes :

- Le « formicage » est un comportement génétiquement programmé : les oisillons naïfs élevés à la main le réalisent de la même façon que les adultes sauvages.

- Le « formicage » dépend des capacités défensives des fourmis ingérées : ils montrent que les fourmis privées de leur sac de stockage d'acide formique sont directement ingérées par les oiseaux.

- Le « formicage » chez les geais bleus leur permet de vider le sac d'acide formique des fourmis qu'ils ingèrent : les analyses de fourmis ayant été frottées contre le plumage révèlent des sacs d'acide vides.

- Le « formicage » ne provoque pas de rupture de l'abdomen des fourmis qui gardent donc leurs propriétés nutritives.

La diversité des éléments frottés contre le plumage, ainsi que la variabilité des conditions dans lesquelles ce comportement est pratiqué font qu'une seule interprétation du phénomène ne peut pas être donnée. Les observations ne sont pas univoques, elles laissent le champ libre à différentes interprétations et il est possible que les bienfaits antiparasitaires de

certains éléments frottés contre le plumage soient tout à fait fortuits, le comportement étant à l'origine pratiqué pour une tout autre raison.

Un comportement similaire a également été décrit chez les mammifères, il s'agit du « fur rubbing » ou « lustrage du pelage ».

1.2 - Le lustrage du pelage ou « fur rubbing » chez les primates

Le « fur rubbing » se définit comme un comportement de friction du pelage au moyen d'un élément végétal (tiges, racines, feuilles, fruits...) ou animal (arthropodes myriapodes, fourmis) prélevé dans l'environnement naturel.

Désormais très documenté chez les sapajous *Cebus capicinus* (Baker, 1996 et 1997 ; DeJoseph *et al.*, 2002 ; Longino, 1984) et *Cebus olivaceus* (Valderrama *et al.*, 2000), ce comportement a néanmoins été observé de façon plus sporadique chez d'autres primates tels que le lémur noir (*Eulemur macaco*) (Birkinshaw, 1999), le singe araignée aux mains noires (*Ateles geoffroyi*) (Campbell, 2000), ou encore l'orang-outan (*Pongo pygmaeus*) (Morrogh-Bernard, 2008), ainsi que chez d'autres mammifères comme l'ours brun (*Ursus arctos*) (Siegstadt, données non publiées, dans Huffman (1997)) ou encore le coati (*Nasua nasua*) (Gompper & Hoylman, 1993).

Parmi les premières descriptions de « fur rubbing » chez les primates figurent celles de Longino (1984) chez des singes capucins (*Cebus capucinus*), ainsi que celle de Birkinshaw (1999) chez une femelle Lémur brun (*Eulemur macaco*). C'est lors d'une étude de terrain sur le rôle des lémuriens dans la dispersion des graines, que Birkinshaw (1999) observe fortuitement une femelle lémur brun se frotter vigoureusement le ventre et la queue à l'aide d'un mille pattes (*Charactopygus sp.*) dans lequel elle avait préalablement mordu. La séquence se répète à deux reprises et l'interprétation du comportement reste alors très floue. Longino (1984) observe quant à lui des singes capucins se frotter le pelage avec des fourmis (*Camponotus sericeiventris*), comparant ce comportement à celui appelé « fornicage » chez les oiseaux.

Une étude menée au Costa Rica par Baker (1996) décrit avec précision des comportements de « fur rubbing » chez des singes capucins (*Cebus capicinus*). Cette fois ci, les primates sont observés frottant leur pelage à maintes reprises avec des fruits du genre *Citrus*, des tiges et/ou des feuilles de *Piper marginatum* et de *Clematis dioica*, ou encore avec des gousses de *Sloanea terniflora*. Chez tous les individus, une même séquence semble se dérouler avant de frotter ces divers végétaux sur leur pelage : les végétaux sont d'abord mâchés, mordus ou déchiquetés, puis mêlés à la salive, ils sont roulés entre les mains pour être enfin appliqués sur le pelage.

Enfin, sur l'île indonésienne de Bornéo, la primatologue Morrogh-Bernard fait des découvertes similaires en observant des orangs-outans (Morrogh-Bernard, 2008). A plusieurs reprises, elle observe certains orangs-outans mâcher une poignée de feuilles, produire ainsi une mousse verdâtre qu'ils appliquent ensuite méthodiquement sur l'ensemble de leurs membres, semblant insister au niveau des articulations. Ces feuilles ont la particularité d'être toutes du genre *Commelina* et de ne pas appartenir au régime habituel de ces orangs-outans. Elles sont d'ailleurs systématiquement jetées après avoir été utilisées. Cette étude constitue le premier cas de « fur rubbing » observé chez des grands singes.

D'autres mammifères comme les ours bruns ont été observés mâchant des racines de *Ligusticum porter*, puis les frottant sur leur fourrure (Siegstadt, données non publiées, dans Huffman (1997)). Enfin au Panama, des coatis (*Nasua nasua*) ont été observés s'appliquant

de la résine d'arbres de la famille des *Burséracées* sur le pelage (Gompper & Hoylman, 1993).

L'hypothèse souvent avancée pour expliquer de tels comportements est celle de l'automédication. En se frictionnant avec certaines plantes ou certains arthropodes, les animaux trouveraient ainsi un moyen de détourner à leur profit les propriétés chimiques des molécules libérées par les éléments soumis au « fur rubbing ».

C'est l'hypothèse émise par Valderrama *et al.* (2000) au cours d'une étude menée au Venezuela, dans laquelle des singes capucins (*Cebus olivaceus*) sont observés frottant leur pelage avec des milles pattes (*Orthoporus dorsovittatus*). En effet, lorsqu'ils sont menacés, les mille-pattes, via leurs glandes latérales, sont capables de sécréter des substances chimiques aux propriétés sédatives, répulsives, irritantes ou toxiques pour les prédateurs, (Birkinshaw, 1999). Frotter ces insectes contre leur pelage pourrait donc être un moyen de s'approprier ces molécules défensives, afin de lutter contre des ectoparasites tels que les moustiques. Mordre les invertébrés avant de les utiliser pour la friction du pelage permettrait de libérer plus de molécules répulsives. Dans la lignée de l'étude de Valderrama *et al.* (2000), Weldon *et al.* (2003), Carroll *et al.* (2005) ont testé le caractère répulsif des molécules actives majoritaires exsudées par ce type de mille pattes (*Orthoporus dorsovittatus*) : les benzoquinones. Les expériences réalisées *in vitro* confirment la répulsion exercée par les benzoquinones sur les tiques et les moustiques, alimentant ainsi l'hypothèse d'automédication préventive.

L'étude de Baker (1996) souligne par ailleurs que ces comportements de « fur rubbing » ont été significativement plus fréquents à la saison des pluies, moment auquel la pression des ectoparasites est la plus forte. Une telle corrélation peut renforcer l'hypothèse de la « zoopharmacognosie ».

Enfin, le « fur rubbing » observé pour la première fois chez des orangs-outans par la primatologue Morrogh-Bernard (2008) a lui aussi été interprété comme une forme d'automédication, d'autant plus que les ethnies locales utilisent ces mêmes feuilles pour traiter les douleurs musculaires, osseuses et les gonflements articulaires. Dans cette étude, afin d'étayer cette thèse, des analyses pharmacologiques ont été réalisées et un composé de type anti-inflammatoire a été isolé, corroborant ainsi la thèse de l'automédication.

Si de nombreux d'arguments viennent corroborer l'hypothèse de l'automédication, rien n'est actuellement prouvé de façon indubitable. D'une part, les tests pratiqués le sont tous *in vitro* et à ce jour aucune étude *in vivo* ne garantit l'efficacité des composés chimiques libérés au cours du « fur rubbing ». D'autre part, la description du comportement de friction, ainsi que le contexte dans lequel il est produit sont suffisamment variables d'une espèce à l'autre pour que d'autres hypothèses soient envisagées.

Ainsi, Campbell (2000) donne une toute autre signification au « fur rubbing » observé chez des singes araignées du Panama (*Ateles geoffroyi*). Chez ces singes, le comportement de friction diffère par plusieurs aspects de ceux observés chez les capucins par Baker (1996). Tout d'abord, les feuilles de Rutacées ne sont frottées que sur certaines parties du corps : les régions axillaires et la région sternale. Or, l'application du feuillage sur des régions du corps aussi restreintes n'est probablement pas efficace pour repousser les ectoparasites. De plus, ce comportement a été plus observé chez le mâle que chez la femelle, or il n'y a aucune raison que les mâles soient plus parasités que les femelles. Enfin, aucune variation saisonnière du comportement n'a été observée, alors que les insectes et les tiques sont présents de façon bien plus marquée à la saison des pluies. Ces différences interspécifiques laissent donc penser que la fonction du « fur rubbing » chez ces deux espèces n'est probablement pas la même. L'étude de Campbell (2000) conclue à une forme de communication sociale, cette auto application de salive et d'extraits végétaux sur le sternum étant suivie de frottements de cette partie du corps, riche en glandes apocrines, sur des troncs d'arbre.

L'étude de Simmen & Tarnaud (2011) suggère elle aussi que le frottement corporel à l'aide d'arthropodes diffère dans sa fonction selon le genre de primate envisagé. En effet, ceux-ci constatent qu'à la différence des lémuriers, qui n'appliquent les diplopodes que sur leur zone péri-génitale, les frictions réalisées par les singes sapajous *Cebus apella* sont largement réparties sur l'ensemble de leur fourrure. D'après Simmen & Tarnaud (2011), les observations faites chez les sapajous sont en accord avec l'hypothèse d'une protection antiparasitaire ou antiseptique globale. En revanche, la particularité de la zone de friction chez *Eulemur*, leur fait envisager une hypothèse alternative, similaire à celle proposée par Campbell (2000). Ainsi, chez *Eulemur*, l'imprégnation de la zone péri-génitale par des fluides à forte potentialité olfactive, comme ceux contenus par certains diplopodes, pourrait correspondre à une forme particulière et opportuniste de communication sociale, plus particulièrement à une forme signalisation de l'identité individuelle (Simmen & Tarnaud, 2011).

Lorsqu'il est décrit comme pratiqué en groupe, ce qui est souvent le cas chez *Cebus capucinus* (Baker, 1996 ; Leca *et al.*, 2007), ce comportement pourrait être une sorte de mécanisme de renforcement de la communication olfactive au sein d'un groupe. Ce comportement permettrait de renforcer les liens sociaux entre individus d'un même groupe, à l'instar de l'« épouillage-toiletage » (« grooming ») chez les chimpanzés ou encore du reniflement de mains (« hand-sniffing ») chez les capucins (*Cebus capucinus*) (Leca *et al.*, 2007). Chez *Cebus capucinus*, des études réalisées en captivité montrent que la proposition d'éléments tels que des oignons ou des agrumes génèrent un « fur rubbing » sous la forme d'une véritable dynamique de groupe. La présence d'un individu conspécifique pratiquant le « fur rubbing » augmente la probabilité qu'un individu engage à son tour un comportement de « fur rubbing » (Leca *et al.*, 2007 ; Meunier *et al.*, 2008).

Chez divers prosimiens, des mimiques faciales stéréotypées de type flehmen ont été observées suite au flairage d'arthropodes frottés par la suite contre la fourrure (Birkinshaw, 1999). Selon Simmen & Tarnaud (2011), ces sécrétions, habituellement répulsives pour la plupart des prédateurs, pourraient fortuitement présenter des propriétés sensorielles analogues à celles des phéromones attractives pour les lémuriers. Le stimulus olfactif libéré lors du « fur rubbing » et capté par l'organe voméro-nasal pourrait ainsi être à l'origine d'une réponse hédonique. Cette hypothèse hédoniste fait écho à celle avancée des années auparavant par Whitaker (1957), au sujet du « formicage » des oiseaux.

Enfin, il arrive parfois que le « fur rubbing » soit suivi de l'ingestion de l'élément ayant été frotté sur le pelage. De telles séquences comportementales ont par exemple été décrites chez deux espèces de lémuriers : *Eulemur fulvus rufus* et *E. rubriventer* (Overdorff, 1993). De façon analogue à l'hypothèse d'Eisner *et al.* (2005) et Eisner & Aneshansley (2008) quant à la fonction du « formicage » chez les oiseaux, une telle pratique permettrait de diminuer la quantité de composés chimiques répulsifs (acide formique, alcaloïdes, quinones, phénols, terpènes...) contenue dans les proies ingérées (Overdorff, 1993). Néanmoins l'ingestion de l'élément utilisé pour le « fur rubbing » a surtout été observée chez les oiseaux et semble beaucoup plus sporadique chez les primates (Simmen & Tarnaud, 2011).

L'interprétation des comportements de « fur rubbing » n'est pas simple et probablement pas unique. Il est tout à fait possible que le fait que les plantes choisies aient une action antiparasitaire ne soit qu'une conséquence secondaire, dont les animaux n'ont pas conscience. La plupart des animaux pratiqueraient alors une forme d'automédication malgré eux, mise en place au cours de l'évolution.

1.3 - Utilisation de plantes biologiquement actives dans la construction de nids chez les oiseaux

Certains oiseaux comme les étourneaux (*Sturnus vulgaris*) réutilisent leur ancien nid d'année en année, s'exposant ainsi à des risques sanitaires et notamment à du parasitisme. Lorsqu'ils réutilisent leur ancien nid, ces oiseaux y incorporent de petites quantités de végétation fraîche, chose que ne font quasiment pas les oiseaux changeant de nids chaque année (Clark & Mason, 1985 ; Wimberger, 1984). Ces plantes vertes ne font pas partie de la structure du nid et ne sont pas choisies au hasard : elles sont plus odorantes que d'autres plantes de l'environnement proche et d'importantes distances sont parfois parcourues pour les trouver (Clark & Mason, 1985 ; Lambrechts & Dos Santos, 2000 ; Milton & Dean, 1999).

Ainsi, les étourneaux incorporent préférentiellement des feuilles de carottes sauvages (*Daucus carota*) et d'achillée millefeuille (*Achillea millefolia*) (Clark & Mason, 1985) ; les aigles de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*) sélectionnent activement des branches odorantes de pin maritime (*Pinus pinaster*) (Ontiveros *et al.*, 2007) ; les tantales d'Amérique (*Mycteria americana*) ajoutent des feuilles d'arbre à cire (*Morella cerifera*), de cyprès, et de pin (Rodgers *et al.*, 1988), les buses à épauettes (*Buteo lineatus*) ont été observées ajoutant des branches fraîches de conifères et de cerisiers noirs (*Prunus serotina*) (Dykstral *et al.*, 2009) et les moineaux mélanures (*Passer melanurus*) incorporent quant à eux des immortelles d'Italie (*Helichrysum pumilio*) et des brins de thym frais (*Thymus vulgaris*) (Milton & Dean, 1999). Des mésanges bleues (*Parus caeruleus*) ont aussi été observées ajoutant des herbes fraîches dans leur nids. Elles incorporent une à cinq herbes aromatiques ayant toutes un point commun : celui d'être très odorantes. Les herbes ont été identifiées comme étant des Achillées de Ligurie (*Achillea ligustica*), des cistes de Crète (*Cistus creticus*), des immortelles d'Italie (*Helichrysum italicum*), des lavandes papillon (*Lavandula stoechas*) et des calamets nepeta (*Calamintha nepeta*). Par ailleurs, cet ajout de plantes aromatiques est particulièrement marqué depuis l'éclosion des œufs jusqu'à la fin du développement morphologique des oisillons (Lambrechts & Dos Santos, 2000). Ces scientifiques ont également constaté que lorsque les herbes de ces nids sont volontairement enlevées par des expérimentateurs, les mésanges femelles se mettent immédiatement à la recherche des herbacées manquantes, afin de les remettre dans le nid de leurs oisillons. Sur un total de 200 végétaux entourant les alentours des nids, seule une dizaine d'herbes sont sélectionnées. Les mésanges parcourent jusqu'à 200 mètres à la ronde si nécessaire. Les mésanges sont donc capables de repérer les odeurs et incorporent systématiquement des herbes aromatiques bien particulières dans leurs nids, ce de façon d'autant plus marquée en présence d'oisillons.

Les oiseaux ne sont pas les seuls à incorporer des éléments non structurel à leur nid : des fourmis de l'espèce *Formica paralugubris* ont été observées incorporant de la résine solidifiée de conifères dans leur nid (Christe *et al.*, 2003).

Diverses hypothèses ont été émises pour expliquer cet ajout de végétaux frais dans les anciens nids : camouflage, protection contre le froid et/ou la dessiccation, sélection du partenaire et appariement. Deux hypothèses sont majoritairement retenues par les ornithologues. La première est celle de l'ajout de matériel végétal frais dans le but d'attirer la femelle ou dans le but de signaler sa qualité de mâle à la femelle (Brouwer & Komdeur, 2002) ; Fauth *et al.*, 1991 ; Gwinner, 1997 et 2000). Cette hypothèse fait particulièrement sens dans les cas où seuls les mâles incorporent des végétaux frais et où cette incorporation cesse au moment de la ponte. La deuxième hypothèse suppose une automédication préventive à l'encontre des ectoparasites et autre pathogènes (Clark, 1991 ; Lafuma *et al.*, 2001 ; Wimberger, 1984).

Par opposition aux végétaux secs, les végétaux aromatiques frais sont chargés en composés volatils. Pour cette raison, Wimberger (1984) suppose que ces végétaux sont choisis pour leurs propriétés pharmacologiques volatiles, lesquelles joueraient un rôle répulsif vis-à-vis des ectoparasites. Certains scientifiques ont aussi remarqué que les plantes utilisées par les oiseaux étaient souvent utilisées en médecine traditionnelle par les ethnies voisines. Par exemple, le thym et les astéracées du genre *Helichrysum* sont couramment prescrits en médecine traditionnelle africaine pour traiter les plaies, les infections respiratoires, ainsi que les parasites (Milton & Dean, 1999). Variante de cette hypothèse, Lambrechts & Dos Santos (2000) supposent que ces composés chimiques volatils masquent les indices olfactifs permettant aux ectoparasites de trouver leurs hôtes. Ces deux auteurs parlent d'hypothèse du « pot-pourri » : un cocktails d'herbes aromatiques aux fortes odeurs aurait une meilleure efficacité répulsive à l'égard des ectoparasites qu'une plante aromatique seule. Quelque soit le mécanisme de défense envisagé, ces deux hypothèses permettent de comprendre pourquoi, dans beaucoup de cas, ces ajouts de végétaux frais se font principalement à partir du moment où éclosent les oisillons, ces derniers étant particulièrement vulnérables vis-à-vis des parasites hématophages.

Clark & Mason (1988) ont présenté les premiers résultats en faveur de cette hypothèse de protection du nid. Leurs expériences montrent que l'utilisation de feuilles de carottes sauvages (*Daucus carota*) réduit significativement le nombre de mites (*Ornithonyssus sylviarum*) dans les nids des étourneaux. Bien que la diminution du nombre de mites ne semble avoir aucun effet sur la croissance des oisillons, leur hémoglobinémie est supérieure en présence de feuilles de carottes sauvages.

Lafuma *et al.* (2001) ont également testé *in vitro* cette hypothèse de protection du nids vis-à-vis des ectoparasites. Des poulets domestiques (*Gallus gallus*), exposés à des moustiques (*Culex pipiens*), ont été mis ou non en présence d'une à cinq herbes aromatiques fraîches que les mésanges corses ajoutent dans leurs nids. A l'exception d'une herbe aromatique, les résultats obtenus ont montré que seul le cocktail d'herbes aromatiques utilisé par les mésanges est répulsif à l'encontre des moustiques. Les poulets ayant bénéficié de ce cocktail d'herbes aromatiques se sont moins fait piquer que les poulets témoins. Selon les auteurs, l'hypothèse d'effet répulsif, voire toxique n'est pas la seule envisageable : il est également possible que la combinaison de composés volatils odorants masquent la présence des hôtes aux moustiques.

Néanmoins, les résultats des nombreuses autres études sont controversés. Les études réfutant l'hypothèse de la protection du nid à l'encontre les parasites sont nombreuses (Dawson, 2004 ; Fauth *et al.*, 1991 ; Gwinner, 2000 ; Rodgers *et al.*, 1988). Aucune de ces études ne met en évidence une réduction significative du nombre d'ectoparasites en présence d'herbes fraîches dans les nids. Une étude présente même des résultats contraires (Dawson, 2004). Gwinner *et al.* (2000) concluent également à l'absence d'effet toxique ou répulsif des herbes fraîches sur les ectoparasites. Ayant tout de même observé que les oisillons des nids enrichis en herbes fraîches bénéficiaient d'un meilleur poids, d'un meilleur hémocrite et d'une meilleure survie à un an, ils proposent l'hypothèse selon laquelle les composés volatils de ces herbes ont un effet positif sur l'immunité des oisillons. Les expériences de Gwinner & Berger (2006) montrent que l'ajout d'herbes fraîches dans les nids n'a d'effet positif significatif que lorsque les conditions environnementales se durcissent : pression du parasitisme plus forte, température extérieure basse, malnutrition des oisillons... Ces auteurs ont supposé que l'ajout de plantes fraîches stimulerait le système immunitaire des oisillons, leur procurant un avantage sélectif lorsque les conditions environnementales sont moins favorables.

A ce jour, il n'existe toujours aucun consensus concernant cette incorporation de végétaux frais dans les nids. La majorité des études ne testent les effets des plantes ajoutées aux nids que sur une seule espèce d'ectoparasites, ne prenant pas en compte les autres pathogènes bactériens et fongiques. Ainsi, la plupart des conditions *in vitro* de ces études sont certainement trop éloignées de celles régnant *in vivo* pour pouvoir conclure avec certitude. Selon Brouwer & Komdeur (2002), qui soutiennent la thèse d'une fonction d'appariement, il est possible qu'à l'origine cette incorporation de végétaux frais dans les nids ait été pratiquée dans le but de protéger les nids des ectoparasites et que, suite à des changements environnementaux, la pression du parasitisme devenant plus faible, cette pratique ait perduré, mais évoluant comme critère d'appariement pour les femelles. Cet ajout d'herbes aromatiques fraîches aux nids serait en d'autres termes une exaptation.

2 - Ingestion de composés biologiquement actifs

2.1 - Ingestions de plantes

Chez les grands singes d'Afrique, deux comportements dits d'automédication font l'objet de nombreuses études : il s'agit de l'ingestion de feuilles entières et de la mastication de tiges amères.

2.1.1 - Médecine curative ?

2.1.1.1 - Ingestion feuilles rugueuses entières chez les grands singes

En 1977, Wrangham (Wrangham, 1977) a observé pour la première fois un comportement intrigant chez des chimpanzés sauvages du site de Gombe en Tanzanie : parfois ceux-ci ingurgitent sans mastication préalable des feuilles rugueuses, hérissées de petits poils.

Ces herbacées, toutes du genre *Aspilia* (*Aspilia mossambicensis* : cf. Figure 3, *A. pluriseta*, et *A. rudis*), ne font pas partie du régime alimentaire habituel de ces primates. Au lieu d'avaler les feuilles par poignées entières après les avoir arrachées d'une branche, comme ils en ont l'habitude, les chimpanzés sélectionnent ces feuilles avec soin : une par une. Ces ingestions de feuilles entières ont lieu tôt le matin, quand les singes sont à jeun : lentement, les feuilles mises dans la bouche, frottées contre le palais, puis roulées avec la langue et volontairement avalées entières. Enfin, elles sont retrouvées intactes dans les fèces, 6 à 8 heures seulement après leur ingestion (Wrangham & Nishida, 1983).

De tels comportements ont par la suite été observés chez 4 sous-espèces de chimpanzés : *Pan troglodytes schweinfurthii*, *Pan troglodytes troglodytes*, *Pan troglodytes verus* et plus récemment *Pan troglodytes vellerosus*, d'après Fowler *et al.* (2006). D'autres espèces de grands singes sont également concernées : des populations de bonobos (*Pan paniscus*) et de gorilles des plaines (*Gorilla gorilla gorilla*) (Dupain *et al.*, 2002). En tout pas moins de 34 espèces de plantes différentes sont ingérées entières sans être mâchées. Les parties de la plante utilisées varient selon l'espèce (tiges, feuilles, brindilles...), mais toutes ont en commun d'être velues et rugueuses comme du papier de verre (Huffman, 1997 et 2001) (cf. Figure 4).

Figure 3 : Feuilles et fleurs d'*Aspilia mossambicensis*. Crédit photo : Bart Wursten.



Au début, sur la base de données ethno pharmacologiques concernant l'utilisation d'*Aspilia* par diverses ethnies africaines, une action pharmacologique est suspectée (Wrangham & Nishida, 1983). Ce d'autant plus que, non mâchées et ingérées lentement et en petites quantités, ces feuilles n'étaient vraisemblablement pas ingérées pour leur propriétés nutritives. Les premières analyses de la composition chimique d'*Aspilia mossambicensis* ont permis d'isoler la thiarubrine A, un antibiotique aux propriétés anti-helminthiques et antifongiques (Rodriguez *et al.*, 1985). Cependant, l'absence de reproductibilité de ces analyses a conduit à abandonner l'hypothèse d'une action pharmacologique (Page *et al.*, 1997). Des variations saisonnières ou intraspécifiques auraient pu néanmoins expliquer cette absence de reproductibilité.

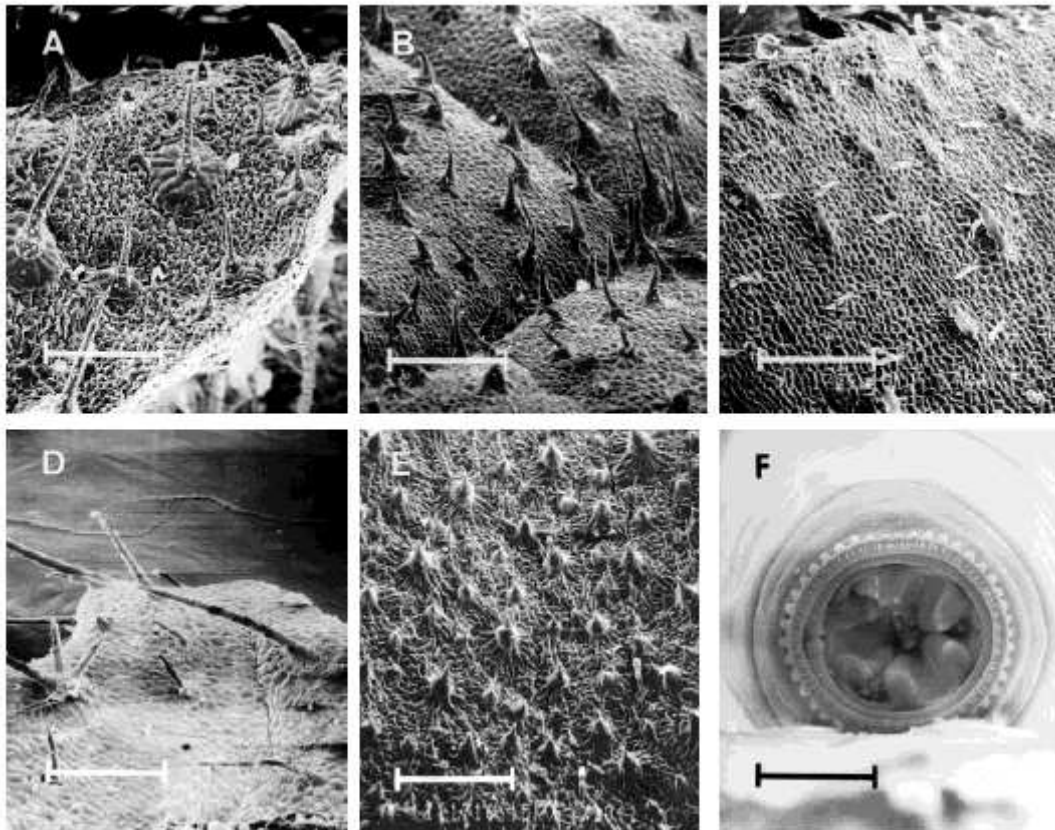
D'autres tests *in vitro* ont été réalisés dans le but de détecter une éventuelle action chimique sur les parasites intestinaux de type Strongyloides. Ces tests ont été menés sur un autre type de feuilles avalées entières par les chimpanzés de Kibale, en Ouganda : *Rubia cordifolia* (Messner & Wrangham, 1996). Cependant, les extraits méthanoliques des feuilles n'ont pas eu d'action sur la mobilité des parasites cultivés à partir de selles de babouins.

Par la suite, un lien entre l'ingestion de feuilles entières et l'expulsion de parasites intestinaux a été suspecté. Deux études indépendantes menées chez deux populations de chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*), montrent qu'il existe une corrélation entre l'ingurgitation de feuilles entières et l'expulsion de parasites : d'*Oesophagostomum stephanostomum* à Mahale en Tanzanie (Huffman *et al.*, 1996) et de segments de cestodes (*Bertiella studeri*) à Kibale, en Ouganda (Wrangham, 1995). De plus, bien que la plupart de ces feuilles soient disponibles tout au long de l'année, celles-ci sont ingérées beaucoup plus fréquemment pendant la saison des pluies (Wrangham & Nishida, 1983). Or, au moment de la saison des pluies, la prévalence du parasitisme intestinal par *Oesophagostomum stephanostomum* est maximale chez les chimpanzés de Mahale (Huffman *et al.*, 1997). Des corrélations tout à fait similaires ont par ailleurs été établies par Dupain *et al.* (2002) chez des bonobos *Pan paniscus* et par Fowler *et al.* (2006) chez des chimpanzés du Niger *Pan troglodytes vellerosus*.

En 1997, en examinant les selles de certains chimpanzés, le primatologue Huffman découvre des vers fermement attachés aux feuilles d'une commelinacée (*Aneilema aequinoctiale*), que les chimpanzés ingèrent sans mâcher. Ces vers sont emprisonnés côté face rugueuse, entre de petits poils appelés trichomes. La majorité des autres vers sont quant à eux retrouvés à l'intérieur de feuilles pliées et retrouvées intactes dans les fèces (Huffman, 1997). Fort de ces

observations et corrélations, Huffman a alors supposé une vermifugation de type mécanique plutôt que de type chimique comme initialement évoqué (Huffman, 1997). Ces feuilles hispides ingérées entières pourraient ainsi agir comme une sorte de « velcro » sur les vers et/ou irriter les muqueuses intestinales, facilitant ainsi l'expulsion des vers. En effet, lorsque les chimpanzés ingèrent ces plantes, leur transit se trouve accéléré, passant de 24h à 6h (Huffman & Caton, 2001).

Figure 4 : Microscopie électronique de la surface de cinq feuilles avalées entières par les chimpanzés. D'après Huffman (1997).



A : *A. mossambicensis*, B : *L. plicata*, C : *A. aequinoctiale*, D : *H. aponeurus*, E : *T. orientalis*, F : *O. oesophagostomum* (échelle de la barre = 500 μ m).

Une explication analogue a également été avancée pour expliquer l'ingestion et la défécation de larges graines chez des tamarins du Panama. La fonction de ses graines, étonnamment larges au regard de la taille de ces petits singes, pourrait être de déloger ou d'endommager les vers du genre *Prosthenorchis* et leurs nodules (Garber & Kitron, 1997). De façon similaire, une action mécanique pourrait expliquer la présence d'herbes non digérées, en particulier de carex (cypéracée), dans les selles de divers animaux tels que les carnivores ou les oiseaux (Huffman, 1997).

L'ensemble de ces observations et analyses coprologiques fait suspecter une automédication, mais rien ne prouve l'efficacité de ces ingestions de feuilles entières. En effet, aucune étude ne démontre une diminution du parasitisme avec amélioration de l'état général de l'animal à la suite de l'ingurgitation de feuilles entières. En revanche, dans le cas de la mastication de tiges amères, des données plus précises ont pu être publiées.