

Voici l'histoire du gorfou sauteur, petit manchot de l'hémisphère sud. Elle se déroule sur l'île d'Amsterdam, en plein océan Indien. Le gorfou plonge pour se nourrir. Bon nageur, il passe la majeure partie de son temps à l'eau, entre nourrissage personnel, pêche pour les poussins et migration. Ce mode de vie rend son approche et son étude difficiles, sauf lors de la reproduction qui nécessite un retour à terre incontournable. Mais le gorfou se heurte au problème de la rareté des terres. Les océans occupent l'espace, les zones de reproduction se retrouvent limitées, et les colonies peuvent alors être importantes. Celle d'Amsterdam dépasse les vingt milles couples. Sur les flancs de l'île se sont installés aussi otaries et albatros, des espèces à la recherche de territoires de reproduction accueillants. Ces espèces cohabitent, parfois difficilement.

Nous en croiserons certaines, à travers l'histoire du gorfou, écrite d'après les études des chercheurs d'Amsterdam, Macquarie, Crozet, Kerguelen, Campbell ou Gough, et racontée et illustrée sur l'île d'Amsterdam.

Tanguy Deville

La vie du gorfou sauteur

sur l'île d'Amsterdam

Tanguy DEVILLE

La vie du gorfou sauteur

sur l'île d'Amsterdam





▲ *Une vue générale de la plage d'Entrecasteaux, lors d'une tempête hivernale, avant l'arrivée des gorfous.*

Avant-propos

Le gorfou sauteur est un manchot à vaste répartition et la plupart des informations données ici sont applicables à l'ensemble des sites où il se trouve. Cependant, des différences existent d'une population à l'autre, notamment pour les dates du cycle de reproduction ou le régime alimentaire. Nous détaillons ici l'exemple de l'île d'Amsterdam, et abordons au fil du texte les différences entre populations. Certains aspects de la biologie du gorfou sauteur présentés ici (essentiellement les adaptations physiologiques au jeûne et à la plongée) ont été décrits à partir d'études réalisées sur d'autres espèces de manchots.

Cette histoire se déroule entre juillet et avril, lorsque les gorfous sont à terre. Elle suit les phases du cycle biologique des gorfous, de la reproduction à la mue.

Pour leur aide à la réalisation de ce livre, je voudrais remercier :

Sommaire

Avant-propos	3
Le gorfou sauteur	6
L'Ile d'Amsterdam	7
Le retour des premiers gorfous	10
L'arrivée des mâles	12
La fidélité au site de nid	14
L'arrivée des femelles	15
La nidification en colonie	16
La date du retour à terre	17
La construction du nid	17
Le choix du partenaire	20
Le chant territorial	20
Les couples, parades et chant	22
Les immatures	23
Les combats	24
Les accouplements et la ponte	24
L'incubation	26
L'éclosion et l'élevage des poussins	28
Le mystère de l'œuf A	30
Le nourrissage des deux poussins	32
Le jeûne	32
Le départ pour l'eau	34
La nage	35
L'alimentation et la plongée	36
Les comportements de plongée	39
Le régime alimentaire	39
Les adaptations à la plongée	40
Le retour à terre et la toilette	42
Les crèches	46
Les nourrissages	47
L'évolution des comportements de pêche	48
La mue des poussins et leur départ à l'eau	50
La dynamique de population	51
La prédation des gorfous	52
La mue des adultes	54
Le départ pour l'hiver	56
Bibliographie	58

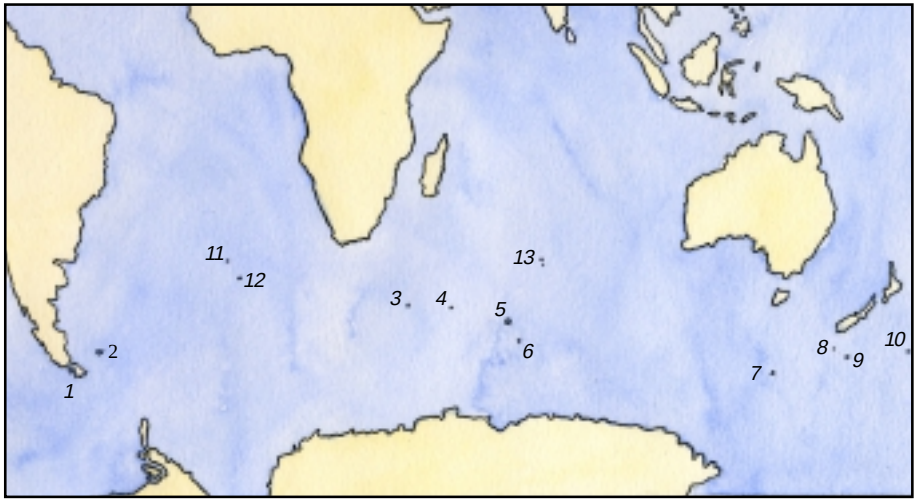


▲ *Les gorfous arrivent…*

Le gorfou sauteur

Le gorfou sauteur (*Eudyptes chrisocome*) est le seul manchot de l'île d'Amsterdam. Du haut de ses 60 centimètres pour 2,5 à 3 kilos, il est le plus petit représentant de cette famille après le petit manchot bleu (*Eudyptula minor*). Présent tout autour du globe, il niche sur la plupart des îles entre 37° et 53° de latitude sud. Suivant les sites, trois sous-espèces sont reconnues. Celle d'Amsterdam, qui se retrouve aussi sur les îles Tristan da Cunha, Gough et St Paul, se nomme *moseleyi*.

A leur retour à terre, les adultes revêtent un plumage très contrasté : la tête, le cou et le dos sont d'un noir un peu bleuté, le ventre blanc. Le bec orange, l'œil rouge vif et les pattes roses apportent une touche colorée. Cependant, leur beauté de forme et de couleur vient surtout des aigrettes. Elles naissent en arrière du bec, forment des sourcils jaunes pour finir en une longue et exubérante crête jaune et noire en arrière de la tête. Ces longues et fines plumes leur donnent un air comique : par grand vent, elles sont rabattues devant les yeux, elles se collent aux commissures lors des nourrissages ou s'agitent en mouvements désordonnés lors des chants et des parades. Le dimorphisme sexuel est peu marqué. De plumage identique, les mâles sont plus gros que les femelles et se reconnaissent à leur fort bec aux allures robustes. Les gorfous passent la majorité de leur temps en mer. Ils reviennent à terre pour la reproduction, entre août et décembre, puis pour la mue entre décembre et avril.



▲ ***Carte de localisation des sites de reproduction du gorfou sauteur :***
Sous-espèce chrysocome *: 1. Îles du Cap Horn ; 2. Falkland.*
Sous-espèce filholi *: 3. Marion ; 4. Crozet ; 5. Kerguelen ; 6. Heard ; 7. Macquarie ; 8. Campbell ; 9. Aukland ; 10. Antipodes.*
Sous-espèce moseleyi *: 11. Tristan da Cunha ; 12. Gough ; 13. Amsterdam et St Paul.*



▲ *Portrait d'un gorfou de Kerguelen, de la sous-espèce* filholi.
Il se distingue de moseleyi *par les aigrettes moins fournies et moins longues et par une zone de peau rose pâle à la base du bec.*

L'Ile d'Amsterdam

Située dans l'océan Indien (37°50'S, 77°31'E) entre l'Australie, l'Afrique et l'Antarctique, l'île est à plus de 3 000 kilomètres de tout continent. Elle a été découverte en 1522 par S. del Cano, un des compagnons de Magellan, sur sa route de retour au Portugal. Ce n'est qu'en 1696 qu'un Hollandais, W. van Vlaming y débarque pour la première fois. Dans les siècles suivants, elle subit des dégradations importantes, au fil des visites de plus en plus nombreuses : chasse intensive des otaries et des oiseaux, incendies, introduction d'animaux domestiques (chats, rats, vaches…). La dégradation du milieu et la prédation par les chats et les rats vont faire disparaître plus de la moitié des espèces nicheuses d'oiseaux. Depuis 1949, une base permanente des Terres Australes et Antarctiques Françaises y est installée. A but météorologique tout d'abord, elle accueille également des biologistes, des chimiste et des physiciens.

L'île d'Amsterdam est d'origine volcanique. La partie ouest de l'île s'est effondrée, formant de hautes falaises. Ailleurs, les versants descendent en pente douce vers la mer, émaillés de cratères récents, pour finir en petites falaises et côte rocheuse. Un vaste plateau occupe le centre de l'île.

Amsterdam est baignée par des eaux subtropicales assez chaudes et jouit ainsi d'un climat océanique tempéré (11°C en août, 17°C en février), au vent très fréquent, souvent violent. La pluie est répartie sur une grande partie de l'année (239 jours/an), fréquemment sous forme de bruine ou de crachin.

La végétation originelle est essentiellement composée de plantes basses (mousses, sphaignes, fougères, scirpes, herbes…) et, sur la côte est, d'un arbre, le Phylicas.

La faune est subantarctique. Une seule espèce de mammifère se reproduit sur ses rivages : l'otarie à fourrure (*Arctocephalus tropicalis*). Les colonies sont nombreuses, réparties sur tout le pourtour de l'île, bruyantes et animées au moment de la reproduction. Trois espèces d'albatros nichent sur Amsterdam. L'albatros à bec jaune (*Thalassarche carteri*) et l'albatros fuligineux à dos sombre (*Phoebetria fusca*) occupent les falaises de l'ouest de l'île. L'albatros d'Amsterdam (*Diomedea exulans amsterdamensis*) niche sur le plateau central, en compagnie des labbes subantarctiques (*Catharacta lonnbergi*). Charognards de l'île, ces derniers sont les seuls oiseaux présents toute l'année. Ils se nourrissent des cadavres d'otaries, des placentas lors des naissances, d'œufs d'albatros et de gorfou, d'oiseaux morts… Quelques petites colonies de sterne couronnée (*Sterna vittata*) se rencontrent dans les falaises du pourtour de l'île. Enfin, plusieurs espèces de pétrels nichent en petit nombre, dispersées dans les pentes herbeuses, survivant difficilement aux rats et aux chats : le pétrel gris (*Procellaria cinerea*), le pétrel soyeux (*Pterodroma mollis*) et le prion de Mc Gillivray (*Pachyptila salvini macgillivrayi*).



▲ ***Carte de l'île d'Amsterdam***

Toutes les colonies de gorfous sont situées sur le bas des grandes pentes de l'ouest de l'île. La plus éloignée se situe à plus d'un kilomètre de la plage et 150 mètres plus haut. Trois plages principales de débarquement alimentent chacune plusieurs colonies : Fausse Pointe (1), la Rambarde (2) et Entrecasteaux (3).



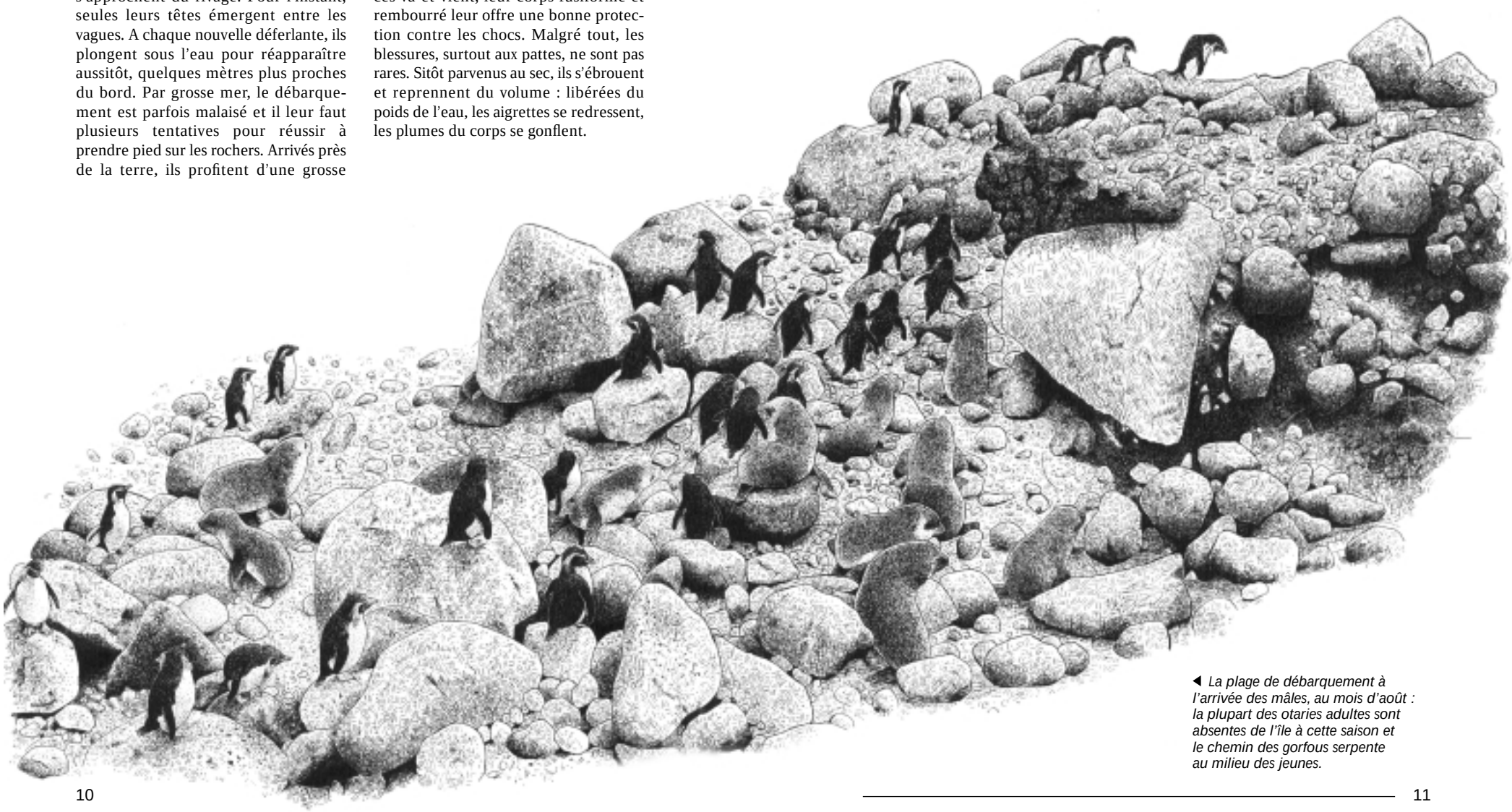




▶ *Page de droite : deux gorfous loin des colonies, au sommet des falaises de La Pearl. Sur la deuxième image, on aperçoit la pointe de La Recherche puis, sur la troisième, Le Fernand.*

Le retour des premiers gorfous

Fin juillet sur la côte ouest : les premiers gorfous sauteurs arrivent à terre. La houle d'hiver se brise sur les rochers en gros rouleaux d'écume que le vent emporte haut dans les falaises. Au terme de quatre mois passés en mer, de petits groupes de gorfous s'approchent du rivage. Pour l'instant, seules leurs têtes émergent entre les vagues. A chaque nouvelle déferlante, ils plongent sous l'eau pour réapparaître aussitôt, quelques mètres plus proches du bord. Par grosse mer, le débarquement est parfois malaisé et il leur faut plusieurs tentatives pour réussir à prendre pied sur les rochers. Arrivés près de la terre, ils profitent d'une grosse vague pour se faire entraîner haut sur la plage où, en quelques bonds, ils se mettent hors de portée de la mer. Parfois ils n'ont pas le temps de s'éloigner qu'un nouveau flot d'écume les rejoint. Se retournant, ils plongent alors au cœur de la vague pour un nouvel essai. Lors de ces va-et-vient, leur corps fusiforme et rembourré leur offre une bonne protection contre les chocs. Malgré tout, les blessures, surtout aux pattes, ne sont pas rares. Sitôt parvenus au sec, ils s'ébrouent et reprennent du volume : libérées du poids de l'eau, les aigrettes se redressent, les plumes du corps se gonflent.



◀ *La plage de débarquement à l'arrivée des mâles, au mois d'août : la plupart des otaries adultes sont absentes de l'île à cette saison et le chemin des gorfous serpente au milieu des jeunes.*

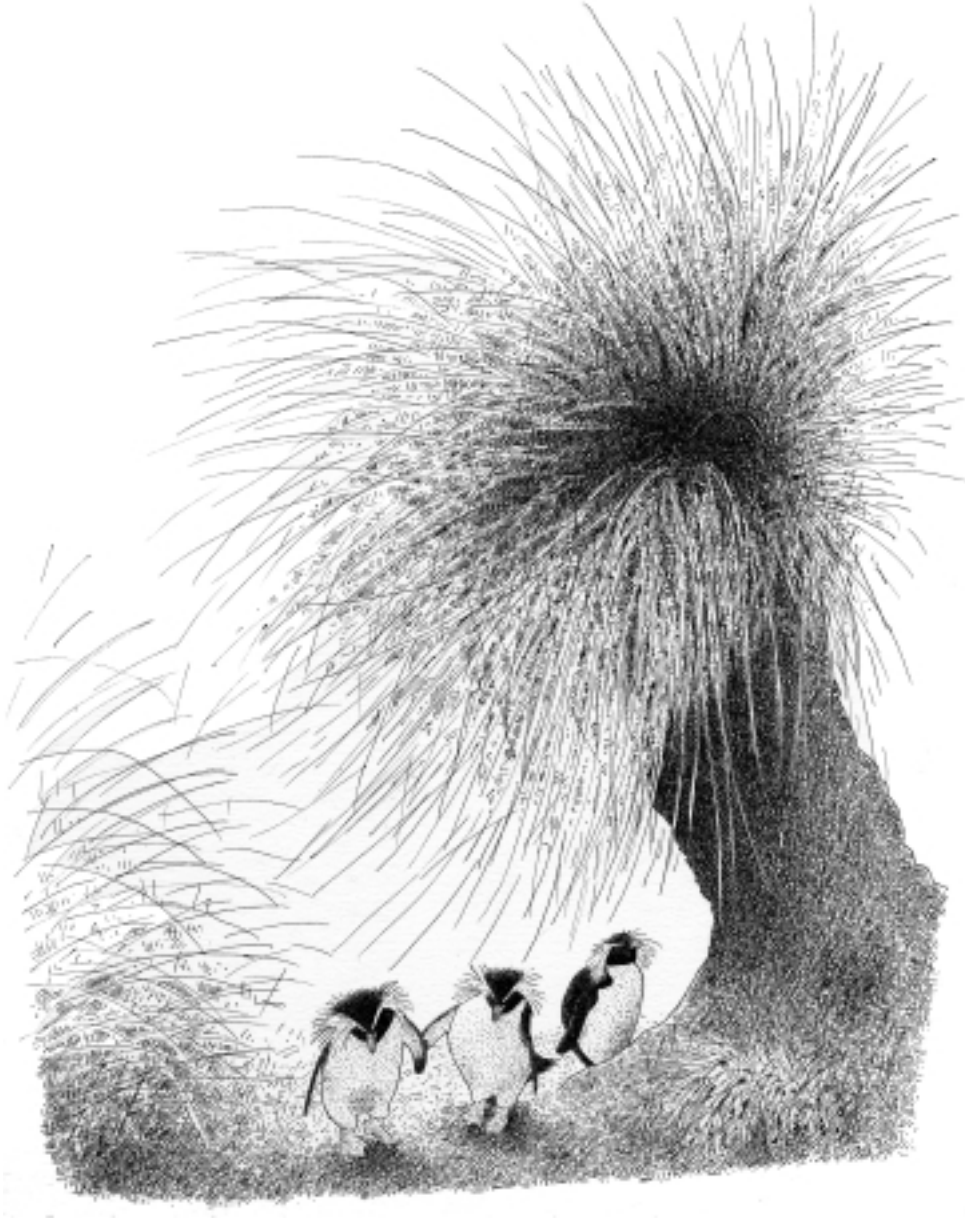
L'arrivée des mâles

Pour l'heure, seuls les mâles arrivent. Ils progressent parmi les jeunes otaries et rejoignent les colonies de reproduction. Celles-ci sont parfois fort loin des plages, parmi les touffes de végétation et les chaos rocheux issus d'éboulis. Les gorfous sont de bons grimpeurs. Ils avancent en marchant ou par petits bonds. Leurs pattes sont équipées de griffes efficaces en terrain boueux. Dans les passages les plus raides, ils s'aident parfois du bec ou des ailerons pour éviter la chute.

Les colonies étant réutilisées année après année, les chemins d'accès subissent une érosion due au passage. Ils se creusent un peu et se transforment en tunnels de végétation serpentant au sein d'un océan de verdure. De l'extérieur, rien n'apparaît car les herbes dépassent souvent le mètre. Mais, sous les touradons, un monde de dédales et de chemins s'ouvre à nous. Parfois, un petit groupe de gorfous s'avance, franchit en quelques bonds notre champ de vision et s'enfonce dans cette forêt miniature.



▶ *Un gorfou arrive sur une colonie récemment occupée, dissimulée sous les hautes herbes.*



▲ *Des gorfous paradent sur une colonie occupée de longue date. Les herbes n'ont pas disparu mais prennent une forme de palmier, sous l'impact conjugué de l'érosion due au piétinement et de l'arrachage de brins verts pour la construction des nids. Les racines forment un tronc parfois imposant qui finira par s'écrouler avec le temps.*



▲ *Un gorfou gît sur la plage, après une chute mortelle, aussitôt mangé par deux labbes.*

La fidélité au site de nid

Les gorfous sauteurs sont très fidèles à leur colonie de reproduction et même, dans une moindre mesure, à leur site de nid. Ainsi, chaque année, ils reprennent le même chemin pour reconquérir leur petit territoire. Au printemps 2003, cette fidélité s'est avérée malencontreuse : le chemin d'accès à quatre petites colonies a été coupé. Il empruntait une petite falaise en front de mer qu'un effondrement hivernal a rendue verticale. A leur arrivée, comme à l'accoutumée, les gorfous traversent la plage et entament la montée. A quelques mètres du sommet, la portion verticale leur interdit la sortie. Ils tendent le cou et aperçoivent l'herbe, juste au-dessus, impuissants. Face à cet imprévu, les comportements sont assez variés. La plupart des oiseaux tentent leur chance tout le long de la falaise. Ils montent, redescendent, essayent un peu plus loin. Certains s'acharnent et s'engagent dans la partie sommitale, en vain. Ils perdent l'équilibre, rebondissent à plusieurs reprises pour finir violemment sur les rochers de la plage. Quelques-uns se redressent indemnes et reprennent aussitôt l'ascension. Mais d'autres se blessent ou meurent, pour le régal des labbes et des pétrels géants. Après plusieurs tentatives, de nombreux individus se sont installés au pied de la falaise et ont construit des nids de petits cailloux, l'herbe étant rare. Une dizaine d'œufs seront pondus, puis emportés un jour de grosse houle. Une petite partie a réussi la montée, à droite du chemin traditionnel. D'autres, rares, sont sortis à la grande plage et ont rejoint leur colonie par un long détour.

L'arrivée des femelles

Petit à petit, les femelles commencent à rejoindre les colonies, environ une semaine après les mâles. Les arrivées sont réparties sur quelques semaines, la période intermédiaire voyant débarquer un mélange des deux sexes. Cette arrivée décalée s'explique par la répartition des tâches de la reproduction. Les mâles utilisent leurs réserves pour acquérir un territoire et construire un nid, tandis que les femelles constitueront les œufs. Ce décalage est également nécessaire pour assurer les relais au nid lors de l'incubation.



▲ *Chez ce couple de gorfou au nid, le dimorphisme sexuel est bien visible, ce qui n'est pas toujours le cas. Le mâle, à droite, a un bec robuste, celui de la femelle est bien plus fin.*

La nidification en colonie

Les colonies présentent des différences entre elles. Certaines, les plus récemment occupées, sont sous le couvert des hautes herbes. La densité des nids y est faible mais la protection contre les labbes, prédateurs d'œufs et de poussins, efficace. Au fur et à mesure de l'occupation, la végétation se dégrade et les gorfous finissent par nicher dans un milieu complètement ouvert, sur un sol de terre et de rocher. Il existe tous les intermédiaires entre ces deux extrêmes. Certaines colonies occupent de vastes amas de gros blocs rocheux. Au cœur d'autres colonies, les touffes d'herbe, victimes du piétinement et de l'arrachage pour la construction des nids, prennent l'allure de palmiers. Les racines, au fil du temps, forment un tronc en haut duquel poussent les brins verts, hors de portée des becs.

A Amsterdam, les colonies de gorfous comptent de cinquante à quelques milliers de nids. La densité peut atteindre deux nids par mètre carré. Nicher ainsi regroupés procure plusieurs avantages. En premier lieu, la rentabilisation maximum d'un espace restreint. En effet, les espèces d'oiseaux marins se reproduisent toutes à terre. Or, particulièrement dans l'hémisphère sud, il y a très peu de terres émergées par rapport à l'immensité des océans, et donc très peu de zones favorables à la reproduction. Ensuite, c'est un excellent système de défense. Lors de leurs attaques aériennes contre les colonies, les labbes ne rencontrent qu'un ensemble de becs hérissés vers le ciel. Par contre, un œuf ou un poussin isolé ne pourraient survivre bien longtemps. Enfin, cela favorise la synchronisation de la reproduction entre les individus. La période de vulnérabilité des poussins, à l'échelle de la colonie, s'en trouve donc réduite et, nés tous en même temps, ceux-ci se regroupent en crèche, une défense efficace contre les prédateurs.



◀ *Les colonies sont souvent installées au milieu de chaos rocheux, mélange de gros blocs de pierre et de touffes d'herbes.*

La construction du nid

A leur arrivée, les mâles récupèrent un petit territoire où construire leur nid. En fonction du milieu, celui-ci est fait de petits cailloux et de paille. Ces matériaux permettent de drainer l'eau et de mettre les œufs et poussins à l'abri de l'humidité. Quand l'herbe est abondante aux alentours, le nid peut devenir imposant, les mâles rapportent de gros fagots de paille dans le bec. Par contre, en milieu ouvert, la compétition pour les matériaux est âpre, surtout au cœur de la colonie. Les oiseaux hésitent à se déplacer pour ramener de l'herbe sèche : ils risquent de perdre leur site de nid et, de plus, s'attirent les foudres des occupants de tous les territoires qu'ils traversent. Certains recourent donc au vol. Sitôt le voisin éloigné, ils s'emparent de la paille accumulée pour construire leur propre nid. Cela ne les empêche pas, plus tard, de se faire voler à leur tour. Le vol de paille peut aussi avoir lieu en présence de la femelle. Après la formation des couples, le mâle continue parfois des allers-retours pour en quérir. Il la rapporte au nid et la femelle la met en place. Profitant de l'absence du mâle, un voisin proche, sans quitter son nid pour ne pas alerter la femelle, tend son cou au maximum et récupère les brins d'herbe du bord du nid.



◀ *Un mâle rapporte à son nid un fagot d'herbes sèches.*

La date du retour à terre

Le cycle de reproduction des gorfous dépend de celui de leurs proies. L'élevage des poussins est le moment où le besoin de nourriture est le plus élevé. Il doit coïncider avec la période où les ressources en mer sont les plus abondantes. Pour cette raison, il existe des différences marquées d'une île à l'autre dans les dates de reproduction. Les nicheurs nordiques commencent plus tôt que ceux du sud. Pour se repérer, les oiseaux utilisent l'augmentation de la photopériode, c'est-à-dire de la durée du jour, et la température de surface de la mer. Plus les eaux baignant les sites de reproduction sont chaudes, plus la ponte est précoce.

Le retour du gorfou dépend aussi de sa condition physique. La période hivernale est difficile. La nourriture est rare et il lui faut faire des réserves pour supporter les jeûnes dus à la reproduction. Les individus ayant réussi à accumuler beaucoup de graisse ont tendance à revenir plus tôt. Ce retour est précédé de modifications physiologiques : le taux d'hormones reproductives augmente et la formation de l'œuf serait initiée en mer sans dépendre de stimulus social comme la parade.



▶ *À quelques endroits les colonies de gorfous et d'albatros à bec jaune sont imbriquées. Des querelles territoriales éclatent parfois entre les deux espèces.*

Le chant territorial

Au moment de l'établissement des territoires, les colonies sont très bruyantes : sur leur nid, les mâles chantent. Ils commencent par baisser la tête, prise alors de tremblements. Le chant débute, assourdi tout d'abord, puis gagne en intensité pendant que la tête est rejetée en arrière. Le bec pointé vers le ciel, les ailerons grand ouverts, le gorfou mâle chante, la tête agitée latéralement de mouvements rapides. Ce chant, qui culmine en courtes strophes, rapides et saccadées, au son rauque et braillard, a deux fonctions. Il prévient les mâles voisins de l'occupation d'un territoire et éloigne les éventuels concurrents. Il sert aussi, à leur arrivée, à signaler aux femelles un site de nid et un partenaire potentiel.

Le choix du partenaire

Dès l'arrivée des femelles s'ouvre la période la plus bruyante : la formation des couples. Les gorfous sont généralement assez fidèles d'une année sur l'autre. De nombreux changements de partenaire existent cependant : soit par la mort, soit par le divorce. Le cas est notamment fréquent chez les jeunes qui échouent leur première reproduction.

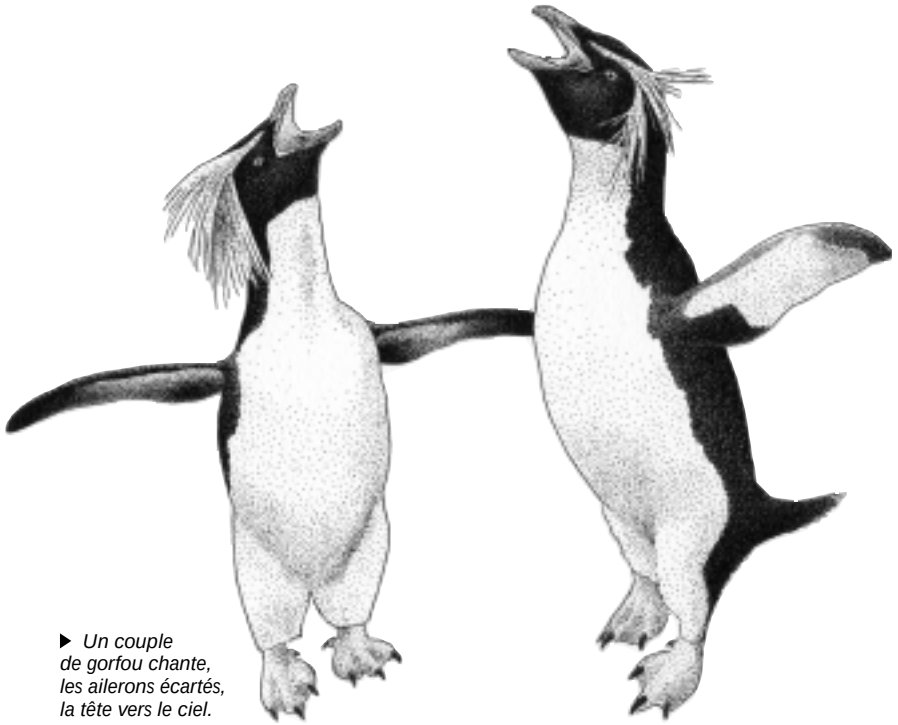
Le choix d'un partenaire n'est pas le fait du hasard. Plus la condition physique d'un oiseau est bonne, plus il aura de chances de se reproduire. Si leurs réserves le permettent, les mâles ont intérêt à revenir tôt pour acquérir un territoire et être prêts à l'arrivée des femelles. Étant fidèles à leur site de nid, ils comptent sur le retour de leur compagne précédente. Celles-ci recherchent les mâles les plus gros : ils pourront mieux supporter le jeûne pendant l'incubation, sans abandonner les œufs ou les poussins. Les oiseaux évaluent la qualité d'un partenaire potentiel de plusieurs manières : la date de retour, le temps passé à parader et à défendre un territoire, la tonalité du chant. En effet, plus il est grave, plus les réserves de graisse sont importantes.



◀ *La toilette mutuelle, socialement importante a aussi une utilisation pratique. Elle permet l'entretien des plumes du cou et de la tête.*

Les couples, parades et chant

La construction du nid est achevée par les deux parents : le mâle apporte des matériaux à la femelle qui les arrange. Pour donner sa forme au nid, l'adulte se couche dessus et tasse l'herbe vers l'extérieur, avec les pattes. En mettant en place les brins d'herbe et les petits cailloux, les oiseaux se penchent, bec entrouvert tourné vers le nid, et secouent la tête latéralement d'un flanc à l'autre. Parfois, seul ou en couple, ils font une révérence, la tête immobile, le bec vers les pattes, en émettant une succession de notes graves. Ce comportement peut évoluer vers une parade mutuelle. Elle est toujours initiée par le mâle qui commence un chant, bec pointé vers le ciel, la poitrine agitée de violentes contractions musculaires.



▶ *Un couple de gorfou chante, les ailerons écartés, la tête vers le ciel.*

Le chant a une structure complexe. Il dure entre quatre et huit secondes et il est composé d'une succession de phrases courtes, de 0,2 à 0,4 seconde. La longueur totale du chant, la moyenne et le maximum de la fréquence, la structure des phrases, leur nombre, leur longueur, leur séquence varient fortement d'un oiseau à l'autre ainsi qu'entre les sites. Ces différences permettent une reconnaissance individuelle entre adultes puis, plus tard, entre les parents et les poussins.

La femelle ne répond pas systématiquement : elle fait une révérence puis chante, moins violemment que le mâle. Le bec reste plus horizontal, les ailerons rarement relevés. Ces chants sont contagieux : parfois provoquée par un couple, toute une partie de la colonie s'agite soudainement en de bruyantes vocalises, de jour comme de nuit.

Les couples passent aussi beaucoup de temps en toilette mutuelle. Ils se penchent l'un vers l'autre, la tête tournée, et se lissent les plumes du cou et des joues. Ce comportement se retrouve parfois chez des oiseaux non reproducteurs et chez les poussins.

Toutes ces parades sont importantes à plus d'un titre. Elles permettent la formation du couple en diminuant l'agressivité entre les partenaires et, plus tard, consolident leurs liens. Elles coordonnent aussi leurs activités pendant le cycle reproducteur : relais lors de l'incubation, nourrissages… A l'échelle de la colonie, elles favoriseraient aussi la synchronisation des accouplements et des pontes.

Les immatures

L'apprentissage de la reproduction est assez long. Il faut acquérir un territoire, trouver un partenaire, parader… Les jeunes oiseaux arrivent sur les colonies et s'essayent à ces jeux difficiles. Ils sont généralement repoussés en périphérie des colonies et ne se reproduisent pas dès leur premier retour. Une ou deux années supplémentaires leur seront nécessaires pour tenter leur chance comme reproducteur. La plupart de ces immatures arrivent assez tard, vers la fin octobre. Ils sont aisément reconnaissables : les aigrettes sont plus courtes, absentes la première année, la gorge semée de plumes blanches.



▲ *Portrait d'immature : la gorge blanche et les aigrettes naissantes les rendent facilement reconnaissables.*

Les combats

Avant la ponte, les oiseaux sont encore assez libres de leurs mouvements, ce qui favorise les combats. Quand un gorfou passe trop près d'un nid, il est repoussé d'un coup de bec. Entre voisins, ils se contentent parfois d'une position de menace, couchés, le bec tourné vers l'autre, les ailerons relevés. S'ils sont trop proches, ils se font face en se donnant de petits coups bec à bec, les deux parfois accrochés ensemble pendant quelques secondes. Généralement, chacun reste sur sa position, séparé de l'autre par une frontière ténue mais bien définie. Des combats plus violents éclatent en cas d'intrusion sur le territoire, par un non reproducteur par exemple. L'occupant du site essaye alors de lui attraper le cou avec son bec, tout en lui fouettant violemment les flancs de ses ailerons. Les gorfous les plus agressifs poursuivent ainsi leur opposant à travers la colonie, bousculant les autres oiseaux sur leur passage, avant d'abandonner le combat et de revenir à leur nid. Ils adoptent alors parfois une attitude de marche territoriale : le corps presque vertical, le bec pointé vers le sol, les ailerons parallèles et amenés en avant. Les combats sont menés par les deux sexes. Certains combats entre femelles ont lieu quand l'une d'elles retourne à son nid, à son arrivée sur l'île, et trouve le mâle avec une autre partenaire. Au fur et à mesure de l'avancement de la saison de reproduction, le taux d'agressivité diminue et les combats se font rares.

Les accouplements et la ponte

Dans le courant du mois d'août, les accouplements commencent. Ils ont lieu sur le nid, après une parade mutuelle. Le mâle sollicite alors la femelle en l'approchant par derrière, les épaules voûtées en une attitude d'apaisement. Les ailerons sont pris de tremblements et battent les flancs de la femelle. Celle-ci refuse fréquemment l'accouplement en restant debout. Si elle l'accepte, elle se couche sur le ventre et le mâle monte sur elle, équilibré par ses ailerons. Il recule progressivement vers la queue de sa partenaire pour positionner les cloaques face à face et permettre, lors d'un bref contact, le transfert de sperme.

Les accouplements sont répétés et concentrés en peu de temps. La ponte a lieu environ une semaine plus tard, fin août-début septembre. Deux œufs clairs, verdâtres teintés de bleu, parfois presque blancs, sont déposés à quatre ou cinq jours d'intervalle. Le premier est toujours nettement plus petit.



▲ *À l'issue d'un combat qui le mena loin de son nid, un gorfou adopte une position territoriale, sans équivoque pour ses voisins : il est chez lui.*

◀ *Ce combat entre deux voisins se terminera sans doute sans agression physique. La frontière entre les deux territoires est clairement définie, chacun reste sur sa position.*

L'incubation

La coquille est solide et adaptée aux nids rudimentaires. Après la ponte du premier œuf, l'adulte ne commence pas directement la couvaison. Il se tient tout d'abord debout sur le nid, n'assurant qu'une protection partielle à l'œuf. Petit à petit, il adopte une position couchée, intermédiaire tout d'abord, puis il place l'œuf sous la poche incubatrice. Cette poche est un repli de peau déplumée et fortement vascularisée destinée à transmettre la chaleur aux œufs.

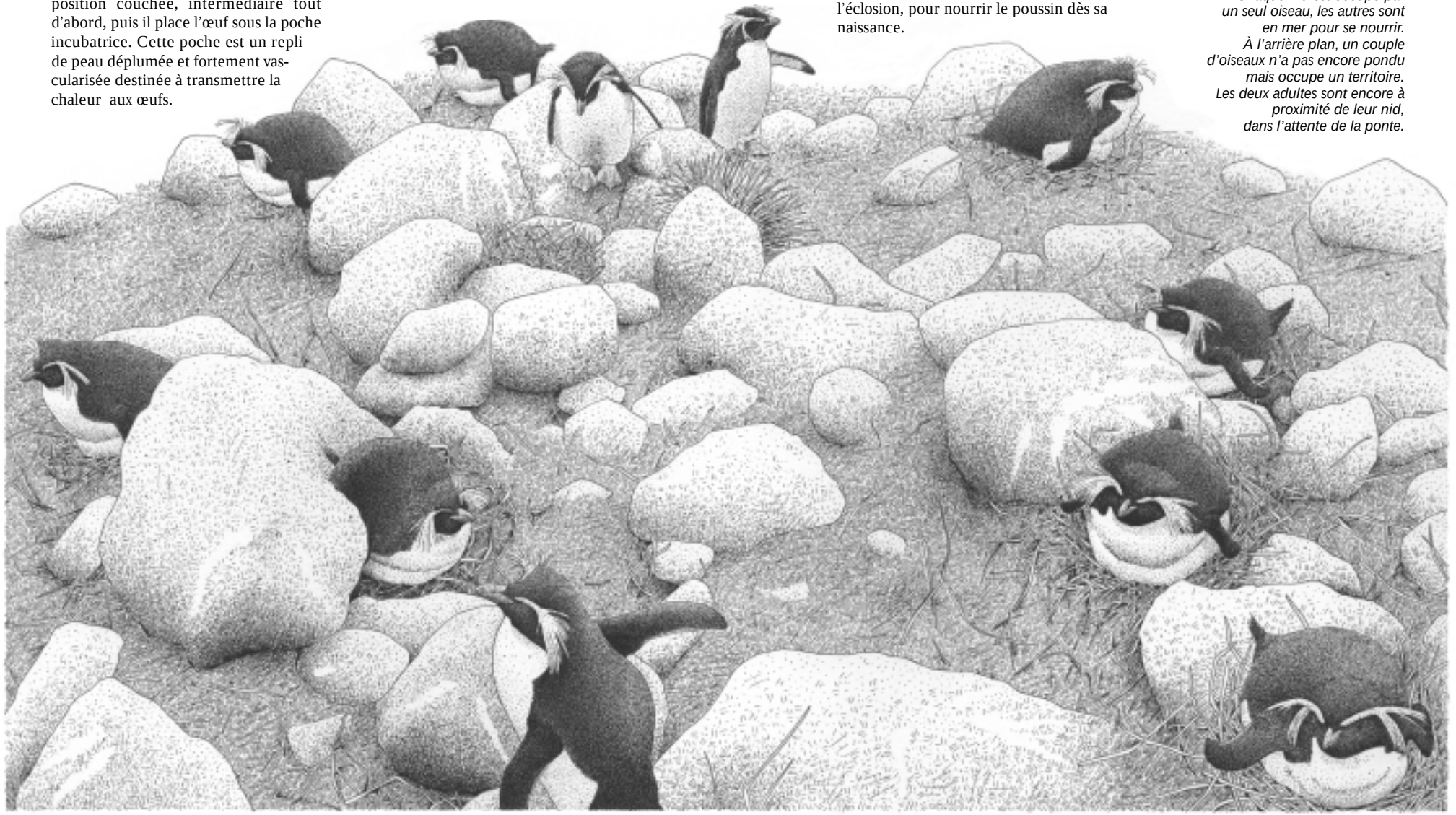
Le second œuf, quant à lui, est couvé dès sa ponte, quatre jours plus tard. Les deux premières semaines, la température d'incubation augmente parallèlement à la surface de la poche pour atteindre 32 à 34°C. Trois relais sont nécessaires aux gorfous pour mener les œufs à l'éclosion.

LE GORFOU SAUTEUR

Le premier relais est tenu par les deux parents. Ils vont chacun leur tour sur le nid, l'autre attendant à côté. Au bout d'une dizaine de jours, le mâle retourne à l'eau pour se nourrir, après plus d'un mois de jeûne. Il reste absent une douzaine de jours puis revient à terre relayer la femelle. Elle vient de passer jusqu'à un mois et demi sans nourriture. Huit jours plus tard, elle regagne le nid juste avant l'éclosion, pour nourrir le poussin dès sa naissance.

Elle a parfois un peu de retard et les poussins doivent attendre leur premier repas. Leur survie dépend alors des réserves accumulées dans l'œuf.

◀ *Une colonie ouverte pendant la couvaison : la densité y est plus forte qu'au sein des colonies dissimulées sous les herbes. Chaque nid est occupé par un seul oiseau, les autres sont en mer pour se nourrir. À l'arrière plan, un couple d'oiseaux n'a pas encore pondu mais occupe un territoire. Les deux adultes sont encore à proximité de leur nid, dans l'attente de la ponte.*





▲ *Au moment de l'éclosion les deux parents sont généralement présents. Le mâle, à gauche, a laissé le nid à la femelle. Elle couve les deux poussins et les nourrit régulièrement. Un reste de coquille a roulé hors du nid et n'a pas encore disparu, signe d'une éclosion très récente.*

L'éclosion et l'élevage des poussins

Nous sommes maintenant fin septembre et les colonies s'animent de nouveaux cris : les premiers œufs se brisent. L'éclosion est assez longue, de 20 à 48 heures. La coquille est à peine percée d'un trou que des petits cris en sortent déjà. Le premier réflexe du poussin est la demande de nourriture. Au début, quand les yeux sont fermés, cette demande est stimulée par le comportement des adultes, leurs mouvements, relais au nid, chants. Le cri du poussin est un piou piou très fin qui s'individualise petit à petit. Au bout de quelque temps, une reconnaissance vocale s'établit entre parents et poussin, permettant les retrouvailles pour les nourrissages.

L'élevage des poussins est divisé en deux phases bien distinctes : la période de garde et la période de crèche. Pendant les vingt premiers jours de leur vie, les poussins restent au nid, gardés par un adulte. Nés avec un duvet très fin, ils sont incapables de réguler leur température et dépendent de la chaleur de l'adulte : c'est le mâle qui s'en charge. Très petits, les poussins tiennent encore sous la poche incubatrice et sont couvés comme les œufs. Mais leur croissance est rapide et la place vient à manquer. Ils acquièrent donc un duvet plus épais et la capacité, petit à petit, de thermoréguler. La couvaison devient de moins en moins effective, le mâle commence à se tenir debout. Bientôt il se contente de rester derrière, pour prévenir les attaques de labbes. Le poussin se réfugie alors sous lui, la tête entre ses pattes, le corps dépassant de toute part.

Presque dès sa naissance, le poussin entretient son nid. Il attrape et déplace des petites pailles, les remet en place, les arrange. Il passe aussi beaucoup de temps à se toiletter. Ça n'est, tout d'abord, qu'une toilette sèche. L'utilisation d'huile apparaît plus tard, lors de l'acquisition du plumage, moment où la glande uropygienne devient fonctionnelle.

▼ *Les premiers repas des poussins sont constitués d'une bouillie presque liquide, récupérée au fond de la gorge des adultes.*



Le mystère de l'œuf A

Les différentes espèces de gorfous possèdent des caractéristiques uniques dans le monde des oiseaux, qui questionnent depuis longtemps les chercheurs.

Les gorfous font partie de ces oiseaux qui opèrent une réduction de nichée : si la nourriture rapportée au nid est insuffisante, l'oisillon le plus faible est voué à disparaître. Il vaut mieux élever efficacement peu de jeunes que beaucoup de poussins maigres, aux faibles chances de survie. En fonction de la nourriture disponible, une certaine partie de la nichée doit donc être éliminée, pour permettre le développement optimal de l'autre. Chez les oiseaux, les victimes sont désignées de deux façons : la taille des œufs et le début de l'incubation. D'ordinaire, les premiers œufs sont les plus gros et sont tout de suite couvés assidûment. Destinés à éclore en premier, ils donnent des poussins plus costauds que les suivants, qui ne survivent qu'en cas d'abondance de nourriture. Comme ces espèces, les gorfous n'élèvent quasiment jamais la totalité de leur nichée : s'il arrive à l'éclosion, le deuxième poussin disparaît au cours des premières semaines.

Mais les points communs s'arrêtent là, les gorfous présentent en effet des particularités curieuses : le dimorphisme d'œuf est inversé. Le premier œuf pondu est 25 % plus petit que le second. De plus, c'est ce second œuf qui éclôt en premier, avec parfois plusieurs jours d'avance. Ainsi, le poussin issu du deuxième œuf est prédestiné à la survie. Chez le gorfou d'Amsterdam, la survie d'un poussin issu du premier œuf n'a jamais été observée.

Ces caractéristiques ont suscité plusieurs questions : pourquoi deux œufs sont-ils produits et quel est le rôle du premier ? Pourquoi celui-ci est-il plus petit ? Enfin, quels sont les mécanismes de cette éclosion décalée et inversée ? Le débat a fait naître de nombreuses explications, certaines contredites, d'autres contenant sans doute une part de vérité.

Les chercheurs ont nommé le premier œuf pondu œuf A, le second, oeuf B. La recherche d'explications est passée par l'étude du devenir de l'œuf A. Chez certaines espèces de gorfous, il disparaît en quelques jours, parfois éjecté délibérément du nid par l'adulte. Chez le gorfou sauteur, la proportion d'œuf A arrivant à l'éclosion varie d'une population à l'autre. A Amsterdam, elle est assez élevée. La mortalité frappe surtout au stade poussin.

Les études ont montré plusieurs causes de disparition de ces œufs A. Premièrement, lors de combats entre voisins, ils peuvent être éjectés du nid. Certains auteurs ont donc conclu que la petite taille de l'œuf A est une adaptation contre leur perte fréquente en début de période de reproduction : il représente l'investissement minimum pouvant donner un poussin viable. Cette explication, contredite par d'autres études, ne semble pas suffisante. Deuxièmement, l'œuf A est parfois perdu au moment de l'éclosion de l'œuf B. Sitôt né, le poussin cherche à se réfugier sous l'adulte en quête de chaleur. Ses mouvements peuvent faire basculer hors du nid l'œuf restant. Cependant, la cause la plus fréquente de perte est la prédation par les labbes. L'œuf A est le plus touché car, plus petit, il est plus facile à attraper. Il est aussi plus souvent couvé sur le devant de la poche incubatrice, donc plus accessible. On a remarqué que le milieu influe sur le taux de perte : les gorfous nichant à couvert sont moins exposés à la prédation et aux combats entre voisins.

Une des explications à l'existence du premier œuf est son utilisation comme assurance en cas de perte du second. Pour être efficace, il faut que son taux de perte soit faible, ce qui est le cas à Amsterdam.

D'autres hypothèses ont été émises, certaines impossibles à vérifier : les gorfous seraient à un stade intermédiaire d'évolution et tendraient vers une ponte unique ; l'œuf A donnerait un signal d'occupation du nid aux gorfous voisins diminuant leur contestation du territoire ; ou encore il permettrait de synchroniser les pontes au sein de la colonie.

Une étude a trouvé une étroite corrélation entre la date de ponte et la température d'incubation. Avec le temps, celle-ci augmente. Ce serait les stimulus sociaux de la colonie (parade, chant) qui provoqueraient ce phénomène. Les œufs B profitent lors de la couvaison d'une chaleur plus importante, leur procurant un développement rapide. Ceci expliquerait en partie l'éclosion inversée.

On a remarqué également que plus le dimorphisme est marqué, plus la durée d'incubation du petit œuf est longue : il se retrouve alors souvent relégué sur le devant du nid, où la température est moins élevée et plus variable, ce qui ralentit son développement et retarde son éclosion. Des différences de composition des œufs, par exemple en concentration d'hormones comme la testostérone, pourraient aussi intervenir sur la durée d'incubation.

Ainsi la petite taille de l'œuf A pourrait s'expliquer par sa faible chance de survie : il est plus rentable pour l'espèce d'investir dans le second. Tout le problème à résoudre pourrait se résumer ainsi : un petit œuf a moins de chance de survie, mais un œuf avec peu de chances de survie sera plus petit… Quelle est la cause, quelle est la conséquence ?



▲ *Un petit poussin a roulé hors du nid.*
Incapable d'y revenir par ses propres moyens, il va rapidement mourir.

Le jeûne

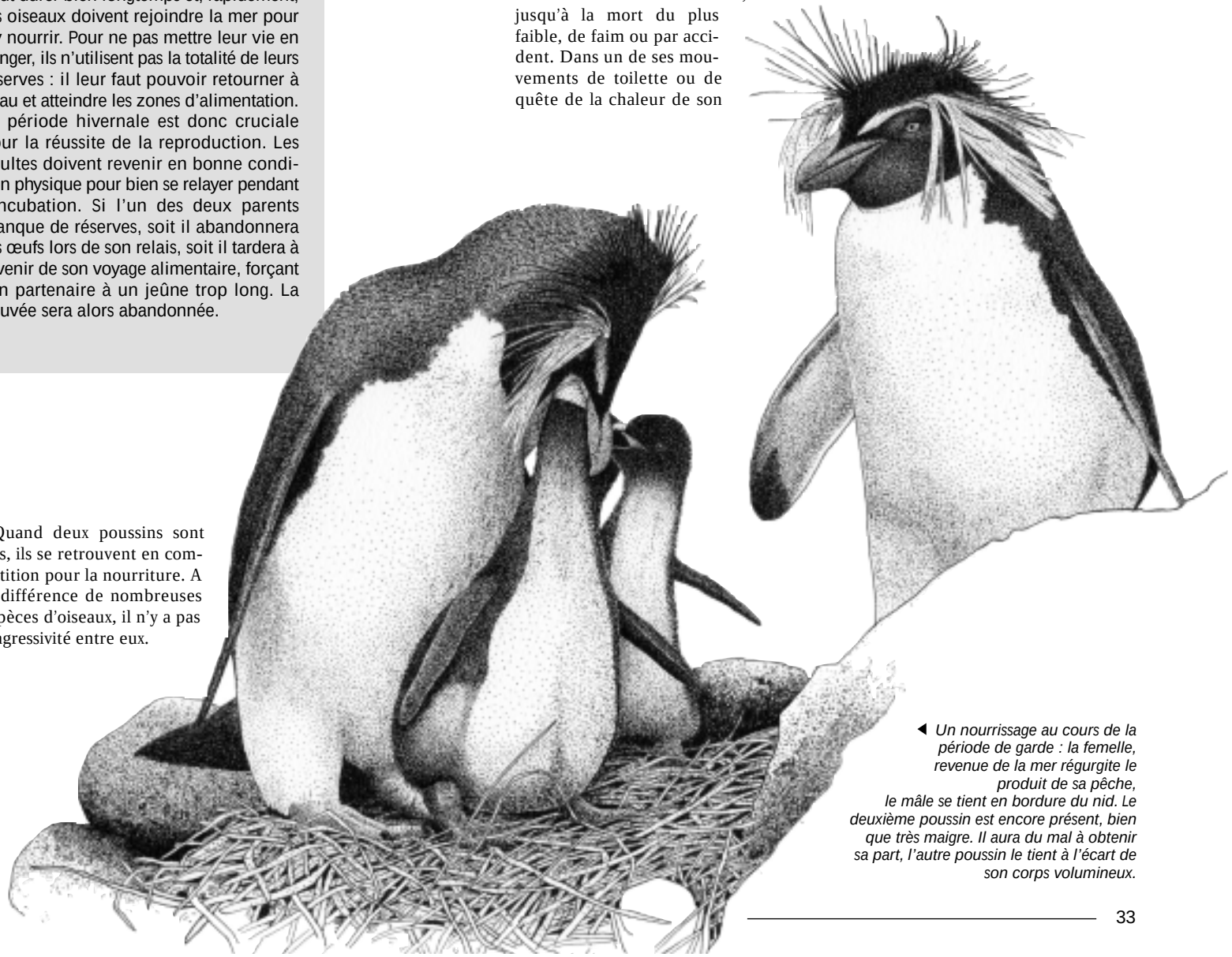
Les activités liées à la reproduction sont contraignantes et retiennent les gorfous à terre. Or, comme tous les mammifères et oiseaux se reproduisant sur ces îles, ces derniers dépendent des ressources alimentaires océaniques. Ils ont donc développé des adaptations physiologiques pour pouvoir résister au jeûne prolongé. Chez les manchots, la principale caractéristique est la capacité à utiliser différentes ressources corporelles pour produire de l'énergie. Ils arrivent en outre à ralentir leur métabolisme pour en réduire la consommation. Le jeûne se divise ainsi en trois phases, pendant lesquelles les oiseaux perdent du poids à des rythmes variés. Les premiers jours, la perte est rapide, puis elle ralentit pour se stabiliser à un niveau bas. C'est une phase de transition où les gorfous passent de l'utilisation des protéines des apports alimentaires à celle de la graisse accumulée. La durée de la deuxième phase dépend des réserves de graisse : beaucoup de graisse permet un jeûne long. Lors de la troisième phase, les protéines sont à nouveau utilisées et la perte de poids s'accélère. Cette phase ne peut durer bien longtemps et, rapidement, les oiseaux doivent rejoindre la mer pour s'y nourrir. Pour ne pas mettre leur vie en danger, ils n'utilisent pas la totalité de leurs réserves : il leur faut pouvoir retourner à l'eau et atteindre les zones d'alimentation. La période hivernale est donc cruciale pour la réussite de la reproduction. Les adultes doivent revenir en bonne condition physique pour bien se relayer pendant l'incubation. Si l'un des deux parents manque de réserves, soit il abandonnera les œufs lors de son relais, soit il tardera à revenir de son voyage alimentaire, forçant son partenaire à un jeûne trop long. La couvée sera alors abandonnée.

Le nourrissage des deux poussins

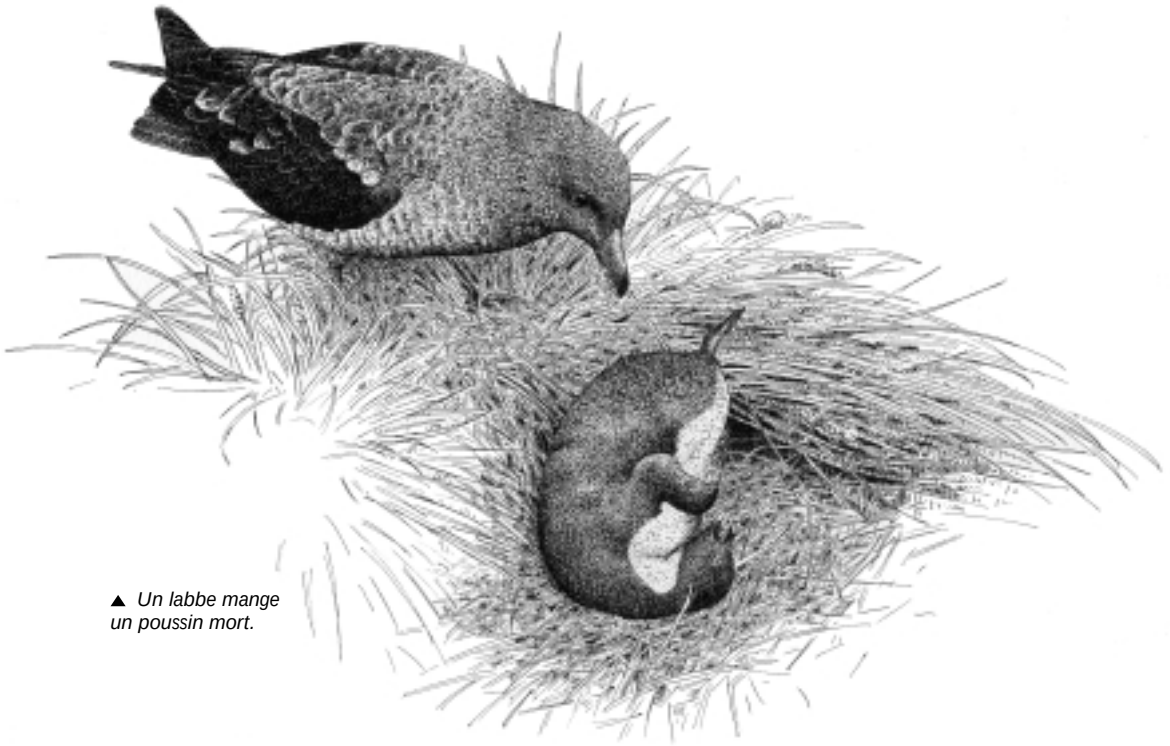
Pendant toute la période de garde des poussins, le mâle se charge de la couvaison et la femelle du ravitaillement. Partie à l'aube, elle revient chaque soir nourrir les poussins. A son arrivée, elle traverse la colonie avec précaution pour éviter les conflits, serpentant entre les territoires. Elle s'arrête parfois sur de gros rochers hors de portée des becs, pour se repérer. Proche du nid, elle commence à chanter tout en avançant rapidement. Le mâle la reconnaît à la voix et répond. Après une parade mutuelle, il s'écarte du nid et le nourrissage commence aussitôt. La femelle régurgite le contenu de son estomac en plusieurs fois.

Quand deux poussins sont nés, ils se retrouvent en compétition pour la nourriture. A la différence de nombreuses espèces d'oiseaux, il n'y a pas d'agressivité entre eux.

La sélection se fait par la différence de taille et l'avantage qu'en tire le plus gros. Lors des nourrissages, il domine le petit, bec grand ouvert devant l'adulte. Il reçoit ainsi l'essentiel des repas. Sur un nourrissage observé, en douze régurgitats, le petit n'a eu accès à un peu de nourriture qu'une seule fois. La différence entre les deux s'accentue donc, jusqu'à la mort du plus faible, de faim ou par accident. Dans un de ses mouvements de toilette ou de quête de la chaleur de son père, le plus gros le pousse parfois. Basculant hors du nid, le petit poussin roule dans la pente sur un mètre ou deux. L'adulte ne fait rien pour le récupérer et, exposé au soleil et aux intempéries, il meurt rapidement, parfois mangé par un labbe.



◀ Un nourrissage au cours de la période de garde : la femelle, revenue de la mer régurgite le produit de sa pêche, le mâle se tient en bordure du nid. Le deuxième poussin est encore présent, bien que très maigre. Il aura du mal à obtenir sa part, l'autre poussin le tient à l'écart de son corps volumineux.



▲ *Un labbe mange un poussin mort.*

Le départ pour l'eau

Chaque matin, l'aube offre l'un des plus beaux spectacles de l'île : le départ à l'eau des gorfous. Partis des colonies tous ensemble, les gorfous forment des colonnes qui descendent à travers les hautes herbes. A Entrecasteaux, trois chemins se rejoignent en un vaste flot qui se jette dans la mer. La descente commence aux toutes premières lueurs et s'étale sur plus d'une heure. Au plus fort du flux, la nappe s'étend sur une dizaine de mètres de large : une marée mouvante, blanche de face, noire par derrière. Partout des têtes surgissent au rythme des bonds, les aigrettes s'envolent. La marche est silencieuse, seul le crépitement des griffes sur les rochers produit un crissement de fourmilière. Cette progression que la foule favorise a un aspect inéluctable, et donne le sentiment d'un comportement de masse qui dépasse l'individu. Quelques jeunes otaries sont en travers du chemin et jouent à mordiller les gorfous à leur passage. L'endroit est étroit, entre un gros rocher et un ressaut vertical.

Un barrage se forme qui cède peu à peu sous la pression des nouveaux arrivants. Avec l'arrivée du soleil, le flux se tarit. Les derniers traînent en chemin, se toilettent. Certains remontent après un bain rapide. S'il ne pleut pas pendant plusieurs jours, les rochers du chemin deviennent terreux et maculés de fientes.



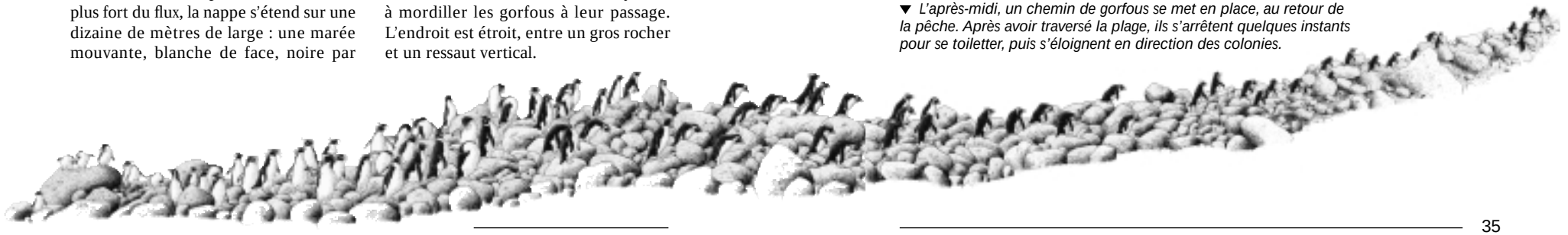
La nage

Sitôt la terre quittée, les gorfous se retrouvent dans le milieu qui les a façonnés au fil des temps : l'océan. Parmi les oiseaux, les manchots sont ceux qui ont développé la plus grande aptitude à la nage et à la plongée, au point de perdre celle de voler. Les ailes sont devenues ailerons, aux os aplatis, pleins, sans articulation. Rigides et couverts de plumes minuscules, reliés à de puissants muscles pectoraux, ils assurent la propulsion. Leur corps de forme hydrodynamique réduit au maximum les résistances de pénétration dans l'eau. Le cou a presque disparu et les pattes sont, pendant la nage, réduites à un rôle de gouvernail. Il semblerait aussi qu'un système d'oscillation des plumes, en atténuant les turbulences, favorise un écoulement optimal de l'eau à la surface du corps. A terre ils étaient gauches, les voilà vifs et changeants. Ils étaient petits pas petits bonds, les voilà vitesse, courbe et fluidité : les gorfous partent en pêche.

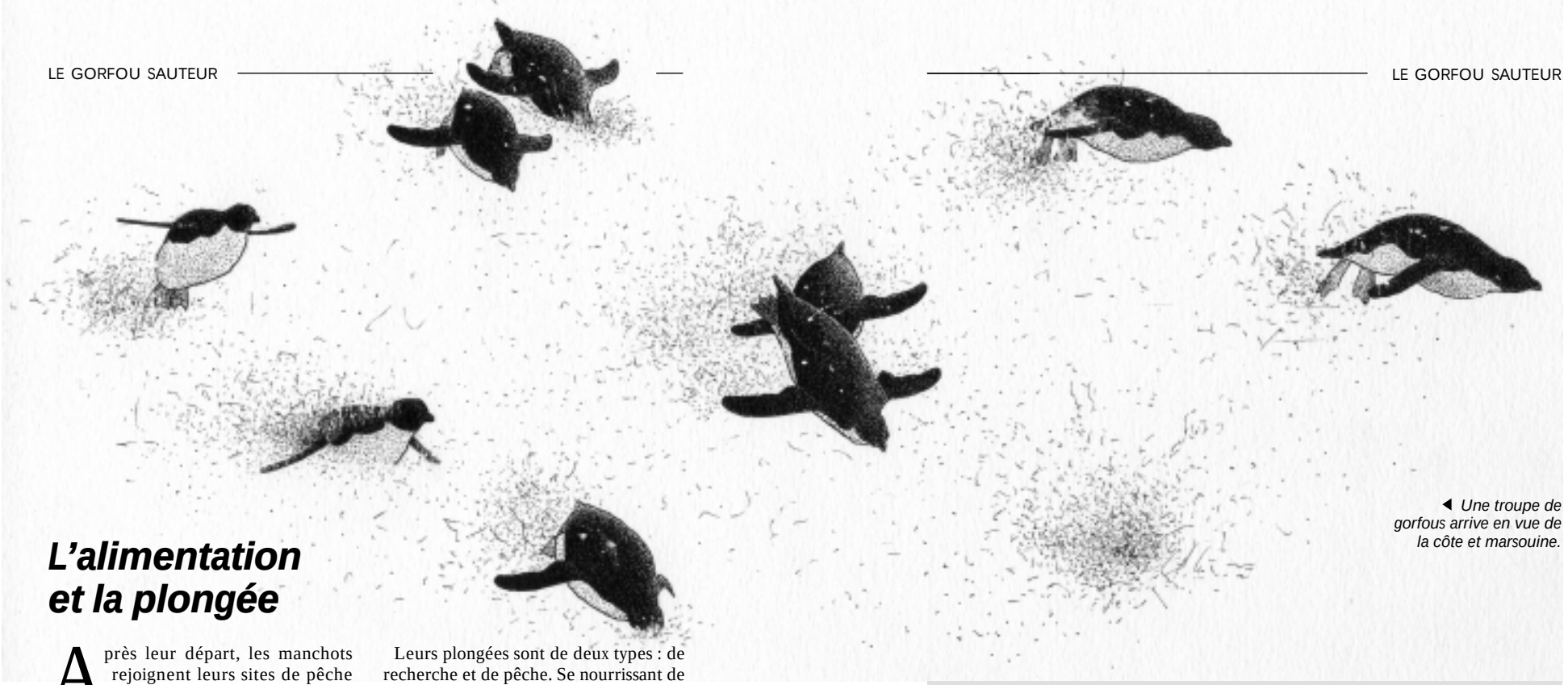
Ils utilisent différents types de nage, en fonction de leur activité. Pendant les trajets, ils nagent en plongeant peu profond, parcourant quelques dizaines de mètres sous la surface avant de respirer brièvement. Entre les plongées, ils restent en surface, la tête émergée. Ils avancent doucement à l'aide des pattes et des ailerons et reprennent leur souffle. Près du rivage, ils marsouinent : après quelques secondes immergés, ils effectuent un bref saut hors de l'eau, où la résistance est moindre. Ils en profitent pour respirer et peuvent atteindre ainsi leur vitesse de pointe.

Le soir, ils reviennent par petits groupes de quelques dizaines d'individus. Dans le sens des vagues, ils profitent alors des déferlantes pour gagner en vitesse et deviennent, pour quelques secondes, visibles par transparence, petits bolides aux traînées de bulles. En été, les mâles otaries les pourchassent. Certains groupes, forcés de faire demi-tour, mettent plusieurs minutes pour atteindre la plage.

▼ *L'après-midi, un chemin de gorfous se met en place, au retour de la pêche. Après avoir traversé la plage, ils s'arrêtent quelques instants pour se toiletter, puis s'éloignent en direction des colonies.*



LE GORFOU SAUTEUR



◀ *Une troupe de gorfous arrive en vue de la côte et marsouine.*

L'alimentation et la plongée

Après leur départ, les manchots rejoignent leurs sites de pêche sans s'attarder. Ils plongent peu et gardent vitesse et direction constantes jusqu'à leur arrivée. Pendant la période de garde des poussins, les femelles effectuent des trajets quotidiens et très peu d'entre elles passent une nuit en mer. Les zones de pêche sont donc proches de l'île, six kilomètres environ, rejointes en une heure de nage. Arrivées sur place, elles commencent les plongées. Les gorfous d'Amsterdam effectuent parfois des plongées alimentaires dès leur départ, à la recherche de poissons côtiers.

Les gorfous, comme tous les manchots, pêchent à vue, la journée. Ils ont besoin de la lumière du soleil pour repérer leurs proies. Ainsi, en fonction de l'heure et de la position du soleil, ils pourront descendre plus ou moins loin : les plongées les plus profondes sont faites en milieu de journée. Ils ajustent l'angle de descente et de remontée en fonction de la profondeur atteinte. Plus elle est importante, plus le déplacement est vertical.

Leurs plongées sont de deux types : de recherche et de pêche. Se nourrissant de proies inégalement distribuées dans l'océan, ils doivent tout d'abord en repérer un groupe. Ils commencent donc par la prospection : ils descendent avec un angle et une vitesse constants jusqu'à atteindre leur profondeur maximale, puis remontent de même. Une fois les proies localisées, ils adoptent des plongées de nourrissage : l'aller-retour est identique, mais ils passeront le plus de temps possible en profondeur pour pêcher. En moyenne, le temps de pêche représente 50 % de la durée de plongée.

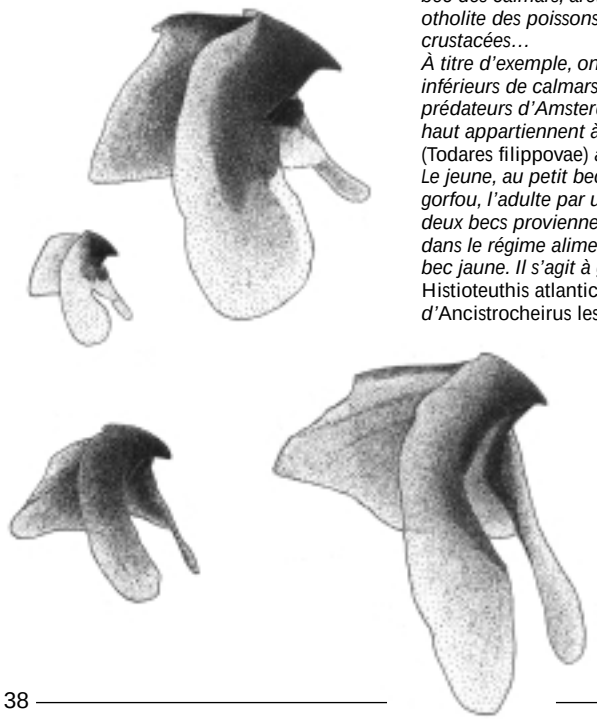
Au bout d'un moment, la pêche ne devient plus rentable, soit que la densité des proies est devenue trop faible, soit qu'elles se sont rendues inaccessibles, fuyant vers les profondeurs. Les manchots recommencent alors des plongées de prospection jusqu'à découvrir un nouveau groupe de proies. Les femelles gorfous passent ainsi 70 % de leur temps sous l'eau, en quête de crustacés ou de poissons, parcourant 18 kilomètres de distance verticale par jour. [suite p.38]

Les plongées des femelles lors de la période de garde des poussins, en chiffres (d'après Cherel et al. 1999)

Nombre par jour par ind.	545 (entre 274 et 943)
Fréquence	44 /h (entre 31 et 77)
Profondeur maximale	168 m
Profondeur moyenne	18 m (50% des plongées sont < 15 m, 90% < 38 m et 99% < 71 m)
Durée maximale	193 secondes
Durée moyenne	57 s (50% < 57 s, 90% < 105 s, 99% < 130 s)
Intervalle entre les plongées	17 s (50% < 20 s, 90% < 36 s, 99% < 176 s)
Vitesse de descente	1,20 m/s pour des plongées de 20 m 1,41 m/s pour des plongées de 50 m
Vitesse de remontée	0,91 m/s pour des plongées de 20 m 1,07 m/s pour des plongées de 50 m

A Amsterdam, une étude a montré que les femelles pêchent parfois ensemble. Pendant sept heures, deux oiseaux équipés de capteurs de plongée ont eu le même comportement : ils ont effectué presque 300 plongées entre 3 et 60 mètres, de manière synchrone, se nourrissant des mêmes proies. Sans doute ces femelles faisaient-elles partie d'un plus grand groupe, en prédation sur un regroupement dense de crustacés. Malgré la profondeur et la baisse de luminosité, les oiseaux restent en contact visuel, grâce à leur plumage contrasté. Ce dernier aurait ainsi deux rôles : maintenir le contact au sein du groupe et favoriser la capture des proies. Vu par-dessous, le ventre blanc du gorfou se confond avec la lumière de la surface, vu par-dessus, son dos noir se mêle aux ténèbres des profondeurs. Les oiseaux tirent avantage de la pêche en groupe en augmentant la probabilité de rencontre des bancs de petites proies. De plus, soumises à des attaques de toutes parts, celles-ci restent groupées et ont peu de possibilité de fuite. La fréquence de la pêche en groupe varie probablement en fonction des sites et de la richesse du milieu. Les eaux d'Amsterdam, assez pauvres, la favoriseraient : les proies sont mieux repérées et exploitées plus efficacement.

Les gorfous d'Amsterdam sont des pêcheurs de haute mer. Comme il n'existe pas de plateau péri-insulaire, ils pêchent au-dessus de fonds pouvant atteindre 1 000 à 2 000 mètres. Cependant, cette espèce n'exploite pas le même milieu suivant les sites. A Kerguelen, par exemple, dans la Baie du Morbihan, ils pêchent régulièrement au fond, en quête de poissons et de crustacés particuliers.



▼ ***Becs de calmars***
Pour définir le régime alimentaire des prédateurs marins, les chercheurs utilisent les parties non digérées des proies : bec des calmars, arête, mâchoire ou otholite des poissons, carapace des crustacées…
À titre d'exemple, on voit ici quatre becs inférieurs de calmars consommés par les prédateurs d'Amsterdam. Les deux becs en haut appartiennent à la même espèce (Todares filippovae) *à des âges différents. Le jeune, au petit bec, a été mangé par un gorfou, l'adulte par une otarie. En bas, ces deux becs proviennent d'espèces trouvées dans le régime alimentaire des albatros à bec jaune. Il s'agit à gauche de* Histioteuthis atlantica *et à droite d'*Ancistrocheirus lesueuri.

Le régime alimentaire

Partout où il a été étudié, le régime alimentaire du gorfou sauteur est basé sur trois grands types de proies : petits crustacés (krill, crevette), poissons et calmars. La plupart du temps, les crustacés dominent, en nombre de proies capturées et en poids. Cependant, la proportion entre les proies varie fortement suivant les sites, mais aussi suivant la période. Au nord, plus de calmars sont pêchés, leur proportion dans les repas augmentant avec l'âge des poussins.

La plupart des proies vivent en groupe, en plein océan. Les crustacés, par exemple, sont des mangeurs de zooplancton, lui-même se nourrissant de phytoplancton. Ces végétaux ont besoin de la lumière solaire pour se développer et se rencontrent près de la surface, tout comme le zooplancton. Pour échapper à la prédation, les crustacés ont adopté une migration verticale journalière. En profondeur le jour, ils remontent se nourrir en surface la nuit.

Les comportements de plongée

Les diversités de milieux prospectés et de proies recherchées impliquent des capacités différentes mettant en jeu une pression de sélection (c'est à dire ce qui entraîne une évolution et des adaptations) sur les oiseaux. Les gorfous d'Amsterdam sont plus gros que la sous-espèce du sud (*filholi*). Leur reproduction dépendant de proies en moyenne plus grandes et plus rapides, les gros individus sont favorisés. L'analyse des plongées a aussi montré une meilleure capacité de récupération. Ils passent moins de temps à la surface et plongent plus souvent, quoique moins profondément et moins longtemps que les gorfous du sud. Comme pour la pêche en groupe, cela pourrait s'expliquer par la pauvreté des eaux d'Amsterdam. Les oiseaux doivent être capables de passer plus de temps à chercher les proies et de retourner plus vite vers un essaim, après sa découverte, pour minimiser le risque de perte. Dans un milieu riche, la probabilité de découverte d'un banc est élevée, et donc sa perte sans conséquence grave ; le prédateur a intérêt à se nourrir en une plongée. Celle-ci sera plus longue, augmentant en retour le temps de récupération. Dans des eaux pauvres, à l'inverse, la découverte des proies est hasardeuse. Les oiseaux ont alors intérêt à les exploiter en plusieurs plongées, plus courtes, pour contrôler régulièrement leur position. Le temps de récupération doit donc être réduit au maximum.



▲ *L'intérieur d'un bec de gorfou montre de nombreuses pointes, orientées vers le fond du gosier. Les proies capturées sont ainsi entraînées vers la gorge, sans chance de s'échapper.*

Pour la plupart, les comportements de plongée des manchots sont étudiés sur les oiseaux reproducteurs, pour des raisons pratiques d'étude : les enregistreurs de plongée doivent être récupérés pour accéder aux données et les oiseaux reproducteurs sont, sauf accident, sûrs de revenir. Ces comportements varient cependant en fonction de nombreux facteurs : paramètres physiques du milieu, proies, sexe, stade de la reproduction, saison, année… Ils demeurent donc, dans le détail, largement méconnus pour bien des espèces.

Les adaptations à la plongée

Ces étonnantes performances de plongée sont possibles grâce à de nombreuses adaptations. En descendant dans les profondeurs, les manchots sont soumis à plusieurs contraintes, chacune ayant trouvé sa réponse.

Au début de la plongée, ils doivent lutter contre la poussée d'Archimède. La densité de leur corps est donc supérieure à celle des oiseaux volants : les os sont pleins et les sacs aériens réduits. (Les sacs aériens sont des organes communs à tous les oiseaux, indispensables à leur système respiratoire. L'air circule en deux cycles d'inspiration et d'expiration. Il passe tout d'abord dans des sacs aériens postérieurs aux poumons, puis dans les poumons où s'effectuent les échanges gazeux pour finir dans des sacs aériens antérieurs avant de ressortir. Ils jouent donc le rôle de soufflet et maintiennent dans les poumons une circulation d'air continue et unidirectionnelle, à la différence des mammifères). Certains manchots ajusteraient aussi le volume d'air inspiré en fonction de la profondeur à atteindre.

Sous l'eau, la contrainte majeure est la gestion de l'oxygène. Incapables d'utiliser celui de l'eau, ils dépendent de celui de l'air, stocké avant la plongée en trois endroits : dans les voies aériennes (poumons et sacs aériens), dans le sang et dans les muscles. Pour augmenter la quantité d'oxygène disponible et comme ils ne peuvent, pour des raisons de flottabilité, avoir de grands poumons, ils ont une concentration très élevée en protéines respiratoires : hémoglobine du sang et myoglobine des muscles. Ces réserves, si importantes soient-elles, restent précieuses. Les manchots vont alors les économiser en diminuant leur consommation. En plongée, leur rythme cardiaque est très ralenti. En redistribuant le sang dans le corps, ils sont aussi capables de baisser la température des organes les moins utiles comme les viscères, diminuant ainsi la consommation d'énergie, donc d'oxygène. Seuls les organes vitaux restent à température constante.

La production d'énergie dans le corps (métabolisme) peut se faire de deux manières différentes : avec oxygène (elle est alors dite aérobie) ou sans oxygène (anaérobie). Lors de leurs plongées, les manchots épuisent parfois leurs réserves d'oxygène et utilisent un métabolisme anaérobie : celui-ci est cependant moins efficace et produit un déchet, l'acide lactique, qui entraîne crampes et courbatures. De plus grandes périodes de récupération sont alors nécessaires. Les manchots auraient aussi une grande tolérance à l'acide lactique, et une bonne capacité d'élimination.

La pression est une autre contrainte importante. Elle augmente d'une atmosphère tous les dix mètres. Pour éviter l'écrasement, leur squelette est renforcé. Avec l'augmentation de la pression, ils doivent faire face aux effets toxiques des gaz. Leur pression partielle (pression qu'un gaz exercerait s'il était seul dans un volume occupé par plusieurs gaz, comme les poumons) s'accroît. L'azote surtout pose problème. Très présent dans l'atmosphère, il se retrouve en grande quantité dans les poumons. A haute pression, il a un effet narcotique et se dissout dans le sang. A la remontée, des bulles peuvent se former dans les vaisseaux sanguins, provoquant l'embolie. Dans les poumons, le besoin d'extraire l'oxygène de l'air est ainsi limité par la lutte contre la dissolution de l'azote dans le sang. On suppose que l'ensemble des réserves d'air des poumons n'est pas utilisé et que les sacs aériens, stockant l'air sans échanges gazeux avec le sang, jouent un rôle. Les autres adaptations, oxygène des muscles et du sang, métabolisme anaérobie, trouvent ici toute leur importance.

Ces considérations physiologiques mettent en lumière les différences de comportements entre les populations de gorfous : plus une plongée est profonde et prolongée, plus le métabolisme anaérobie serait utilisé, nécessitant des périodes de récupération plus longues, comme à Kerguelen. A Amsterdam, les plongées plus courtes et moins profondes dépendraient plus d'un métabolisme aérobie, au temps de récupération plus rapide.

Une étude a aussi montré une adaptation du cœur : celui des gorfous d'Amsterdam est, par rapport à leur taille, plus gros que celui d'autres espèces de manchots. Ceci leur permettrait d'avoir une meilleure circulation du sang dans les poumons et diminuerait le temps de récupération. On voit ainsi comment une caractéristique de l'environnement, ici la disponibilité des proies, influe sur les êtres vivants par des adaptations physiologiques et comportementales qui, en retour, modifie cet environnement (migration verticale des proies). L'extraordinaire complexité du monde vivant se dessine encore, dans toute son ingéniosité et son exubérante subtilité.

La dernière grande contrainte d'une vie aquatique est la lutte contre le froid : à température égale, la perte de chaleur est vingt fois plus forte dans l'eau que dans l'air. L'essentiel de l'isolation est assuré par le plumage. Les plumes sont rigides, petites et extrêmement denses. Chacune d'elle est associée, à sa base, à un duvet très fin qui forme une isolation supplémentaire. A terre, elles sont redressées grâce à de petits muscles : une couche d'air est capturée contre la peau et garde la chaleur. Sous l'eau, par compression, le plumage s'aplatit et forme une barrière imperméable qui protège le duvet.

Les ailerons sont réduits pour limiter les pertes de chaleur. Ils sont fortement irrigués, mais possèdent une circulation sanguine particulière qui permet de contrôler cette déperdition : les vaisseaux sanguins sont étroitement associés les uns aux autres. Les artères, porteuses du sang chaud en provenance du cœur, longent les veines, au sang refroidi dans les membres. La chaleur passe donc progressivement de l'un à l'autre, par contact. Elle est ainsi économisée et se dissipe peu dans l'environnement.



▲ *À terre, les otaries se laissent généralement traverser par le chemin des gorfous sans broncher. Certaines, comme cette femelle, finissent cependant par être importunées par le défilé incessant de l'après midi.*

Le retour à terre et la toilette

Le retour à terre des gorfous s'étale dans l'après-midi et culmine le soir. Des petits groupes commencent à débarquer jusqu'à former un chemin continu, quoique étroit. Les premiers mois, la plage est libre, la densité d'otaries est faible. Mais en décembre, les harems sont formés et elle n'est plus que cris, mâles aux aguets, femelles allaitant. Progression oblige, le chemin des gorfous passe par le dos des otaries. Les voilà parfois quatre sur le dos d'un mâle. Ils sautent sur l'arrière, avancent le long de l'échine à petits pas et le quittent par la tête. Prédateurs en mer, à terre, les mâles restent impassibles et les gorfous nullement effrayés. Au plus fort de la densité, ils passent d'une otarie à l'autre, qui acceptent, le plus souvent, ces petits marcheurs avec indifférence.

Après avoir parcouru quelques mètres, leur premier réflexe est la toilette. Une accumulation d'oiseaux se fait en haut de la plage, chacun lissant ses plumes avant de reprendre la route de son nid. Cet entretien du plumage est important pour l'étanchéité. Les gorfous l'imperméabilisent grâce aux sécrétions de leur glande uropygienne, située sur leur croupion. Cette glande, commune à presque toutes les espèces d'oiseaux, produit une huile riche en acides gras. Elle a aussi une fonction d'hygiène des plumes en limitant le développement de bactéries et de champignons. Les oiseaux récupèrent l'huile avec leur bec et se l'appliquent sur tout le plumage. Pour atteindre la tête, ils en étalent tout d'abord sur le bord de l'aileron qui est ensuite passé sur les endroits inaccessibles au bec. Au bout de quelques minutes, ils se remettent en chemin vers leur nid.



▲ *Le soleil de l'après-midi projette l'ombre des gorfous sur les rochers de la plage.*



▲ ***Quelques positions de toilette***
Au centre, un gorfou récupère l'huile de sa glande uropygienne. Il la réparti ensuite sur l'ensemble de son plumage. Les plumes de la têtes sont peignées avec les griffes (en haut à gauche et en bas à droite). L'huile y est étalée en la déposant préalablement sur le bord d'attaque de l'aileron.

LE GORFOU SAUTEUR

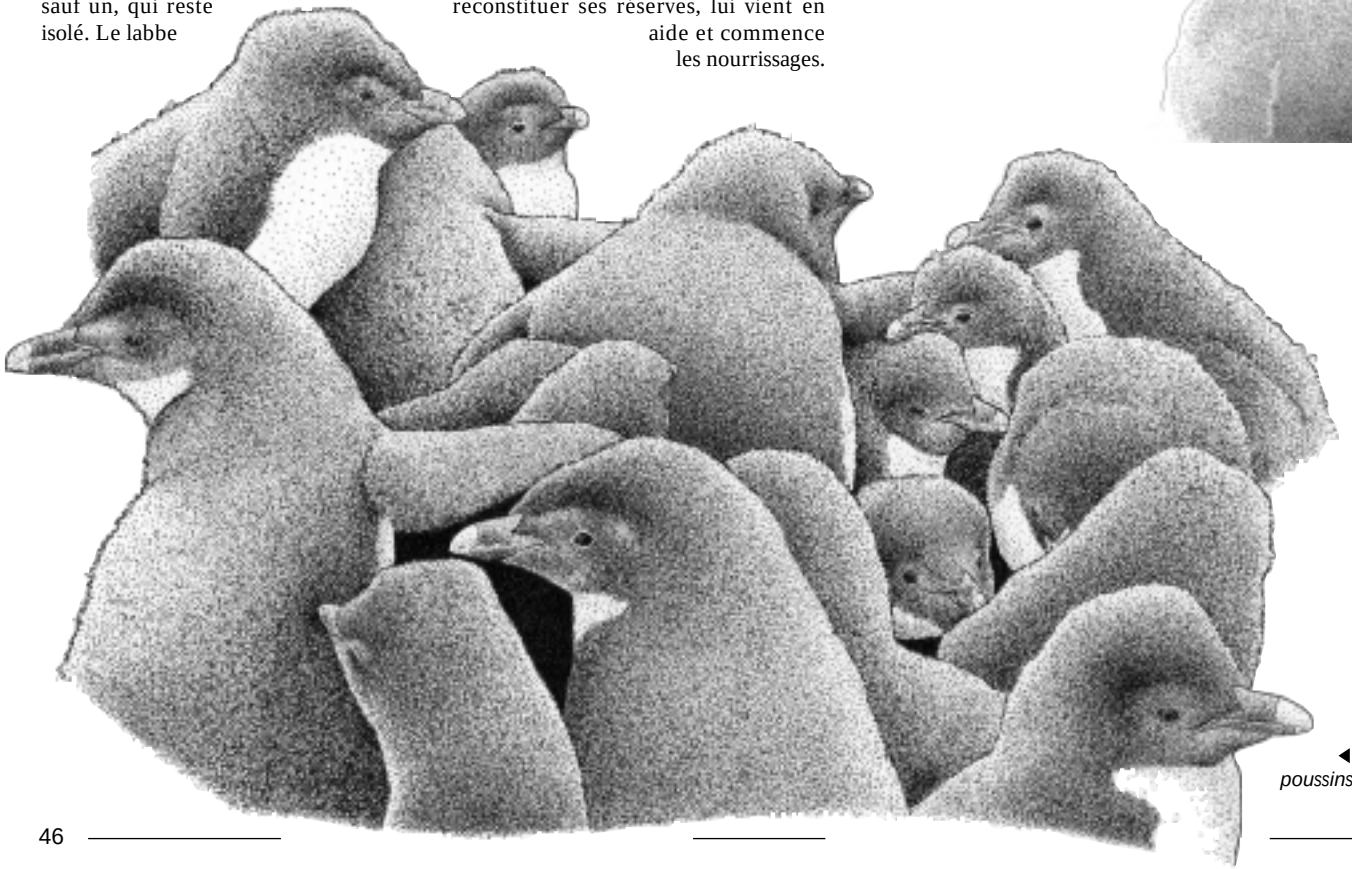


▲ *Prédateurs des gorfous en mer, à terre, les mâles otaries se laissent marcher dessus sans broncher.*

Les crèches

Mi-octobre est passée. Les poussins commencent à quitter leur nid et à se regrouper entre voisins. Dans chaque secteur de colonie, des crèches se forment. Parfois petites et lâches, elles peuvent compter plusieurs dizaines de petits gorfous serrés les uns contre les autres. La fonction est double : ils se tiennent chaud par mauvais temps et sont moins vulnérables aux prédateurs. Compacte, la crèche offre peu de prises aux attaques, et il reste toujours quelques adultes prêts à la défendre contre les labbes. L'un d'eux arrive en vol face au vent, reste en surplace au-dessus des gorfous. Pris de panique, tous les poussins forment un groupe très compact, sauf un, qui reste isolé. Le labbe pique dessus, tente quelques coups de bec. Mais les gorfous adultes des alentours le défendent : ils crient, le cou tendu, bec en avant, les ailerons écartés et poursuivent le labbe. Celui-ci se pose sur une grosse pierre hors de portée, teste quelques points de la colonie, tous bien défendus, et finit par abandonner.

La formation des crèches correspond à une transition entre les deux grandes phases de l'élevage du poussin : la période de garde et celle de crèche. Voilà 20 à 25 jours que le mâle jeûne auprès du poussin et il doit repartir en mer se nourrir. Parallèlement, les besoins du petit augmentent, et bientôt la femelle ne suffira plus à l'approvisionner. Le mâle, après quelques jours passés à reconstituer ses réserves, lui vient en aide et commence les nourrissages.



◀ *Une crèche de poussins, avant la mue.*



▼ *Le régime alimentaire des poussins évolue. La bouillie des premiers repas a vite cédé la place à des aliments solides pêchés le jour même.*

Les nourrissages

Le soir, les crèches se désagrègent au rythme des nourrissages. De retour de pêche, l'adulte rejoint son nid et, dès son arrivée, chante. Son poussin quitte la crèche en criant, souvent suivi par quelques autres. Mais l'adulte sait reconnaître la voix de son petit et seul le bon poussin aura droit à la nourriture. Les autres sont repoussés par des coups de bec donnés aussi bien par l'adulte que par son poussin. En moyenne, entre 100 et 150 grammes de nourriture sont donnés par nourrissage.

L'évolution des comportements de pêche

Durant la période de crèche, à Amsterdam, la quantité de calmars capturés par les gorfous augmente au détriment des crustacés. Les modes de pêche changent et les plongées vont être plus brèves, mais faites à un rythme plus élevé. Si ces proies sont plus grosses, leur valeur énergétique est cependant plus faible que celle des crustacés et poissons. Par rapport aux autres sites étudiés, les gorfous d'Amsterdam n'arrivent donc pas à augmenter beaucoup l'énergie des repas au fur et à mesure de la croissance des poussins. Ceux-ci compensent de deux manières : ils assimilent mieux la nourriture grâce à une digestion plus efficace, et grâce au climat plus doux, ils ont besoin de moins d'énergie pour la thermorégulation.

Pendant l'élevage, les adultes dépendent de leurs réserves : les mâles car ils jeûnent, les femelles pour l'approvisionnement. Elles perdent en effet un quart de leur masse au cours de la période de garde : l'essentiel de leur pêche est dédié au poussin. Au début de la période de crèche, certaines effectuent alors un voyage de quelques jours. Durant ces pêches, les proies capturées servent à reconstituer leurs réserves. C'est à ce moment que le mâle commence à approvisionner le poussin, relayant la femelle. Quand l'un effectue un voyage long, l'autre doit pouvoir nourrir le poussin régulièrement en pêchant près de l'île. Cette alternance de séjours longs et courts permet aux oiseaux d'exploiter des endroits différents en fonction de la destination des proies : pour eux ou pour leur poussin. La variété des sites de pêche supprime ainsi la concurrence entre les besoins énergétiques des adultes et des poussins.



▲ *La journée, les colonies ne sont jamais désertes et il reste quelques adultes autour des crèches.*



▲ *Une petite crèche et un adulte sous la pluie et le vent : le duvet des poussins se hérisse en épis, les aigrettes de l'adulte volent dans la bourrasque.*

Il est à noter que le gorfou sauteur est l'espèce de manchot à la plus grande aire de répartition et qu'il exploite des milieux changeants et très différents, des eaux froides et peu profondes aux eaux océaniques subtropicales, pêchant une grande diversité de proies. Il a donc des comportements très variables en fonction du temps et à toutes les échelles : l'individu, le couple, la colonie, la population. Ces différences entraînent des adaptations qui sont à l'origine de la naissance des espèces. Le gorfou sauteur du Nord, aujourd'hui sous-espèce, a d'ailleurs longtemps été considéré comme une espèce. Et demain ?



◀ *Ci-contre un poussin en début de mue : la queue et les ailerons ont leur plumage d'adulte, puis ci-dessous, à mi-mue : la moitié du corps est libérée du duvet.*

La mue des poussins et leur départ à l'eau

Au cours de la période de crèche, les poussins muent : ils acquièrent leur plumage d'adulte, chaud et imperméable. La mue commence par les ailerons et le bas du corps, puis elle remonte. Il faudra plusieurs semaines pour qu'elle s'achève et que les poussins soient prêts à partir. La fabrication des plumes nécessite de l'énergie puisée dans leurs réserves. Environ 55 jours après leur naissance, ils étaient à leur poids maximum, plus de deux kilos. A leur départ, dix jours plus tard, ils en ont perdu 10 à 15 %.

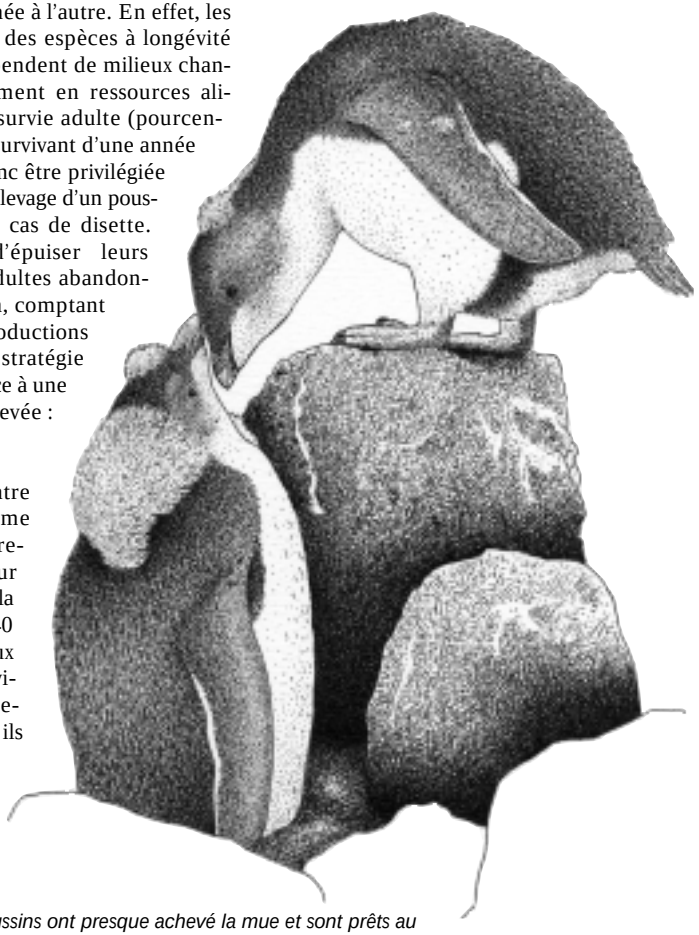
Début décembre, les premiers poussins quittent les colonies avec les adultes, à l'aube. Des petits cris émergent de la masse mouvante, d'ordinaire silencieuse. Les poussins sont lents et hésitants, certains avec un reste de duvet à la nuque. Arrivés à l'eau, ils s'élancent : les voilà partis pour un an d'apprentissage de la nage et de la pêche.



La dynamique de population

La population d'Amsterdam est estimée entre 20 et 30 000 couples. Elle aurait fortement diminué au cours des dernières décennies, comme sur la plupart des sites de reproduction de cette espèce. La dynamique de population dépend de plusieurs facteurs, soumis aux caractéristiques du milieu : le succès reproducteur, la survie des adultes, la survie des jeunes. Le succès reproducteur (nombre de poussins élevés par couple) varie fortement d'une année à l'autre. En effet, les manchots sont des espèces à longévité élevée, qui dépendent de milieux changeants, notamment en ressources alimentaires. La survie adulte (pourcentage d'oiseaux survivant d'une année à l'autre) va donc être privilégiée par rapport à l'élevage d'un poussin, surtout en cas de disette. Plutôt que d'épuiser leurs réserves, les adultes abandonnent le poussin, comptant sur les reproductions futures. Cette stratégie est efficace grâce à une survie adulte élevée : 84 % à Amsterdam.

La période entre le départ comme poussin et le premier retour sur les colonies est la plus difficile : 40 % des oiseaux seulement survivent. Les premières années, ils ne reviennent à terre que pour la mue, à l'écart des adultes. Le retour sur les colonies a lieu au bout de trois ans en moyenne, la première reproduction un ou deux ans plus tard. Ces quelques années en mer sont difficiles à étudier et restent encore mystérieuses. On dispose pourtant d'une information : deux poussins bagués à Amsterdam ont été retrouvés morts sur la côte sud de l'Australie, vers Melbourne, un an plus tard.



▲ *Ces deux poussins ont presque achevé la mue et sont prêts au départ : leur plumage étanche est complet. Ils adoptent déjà des comportements fréquents chez les adultes, comme la toilette mutuelle.*

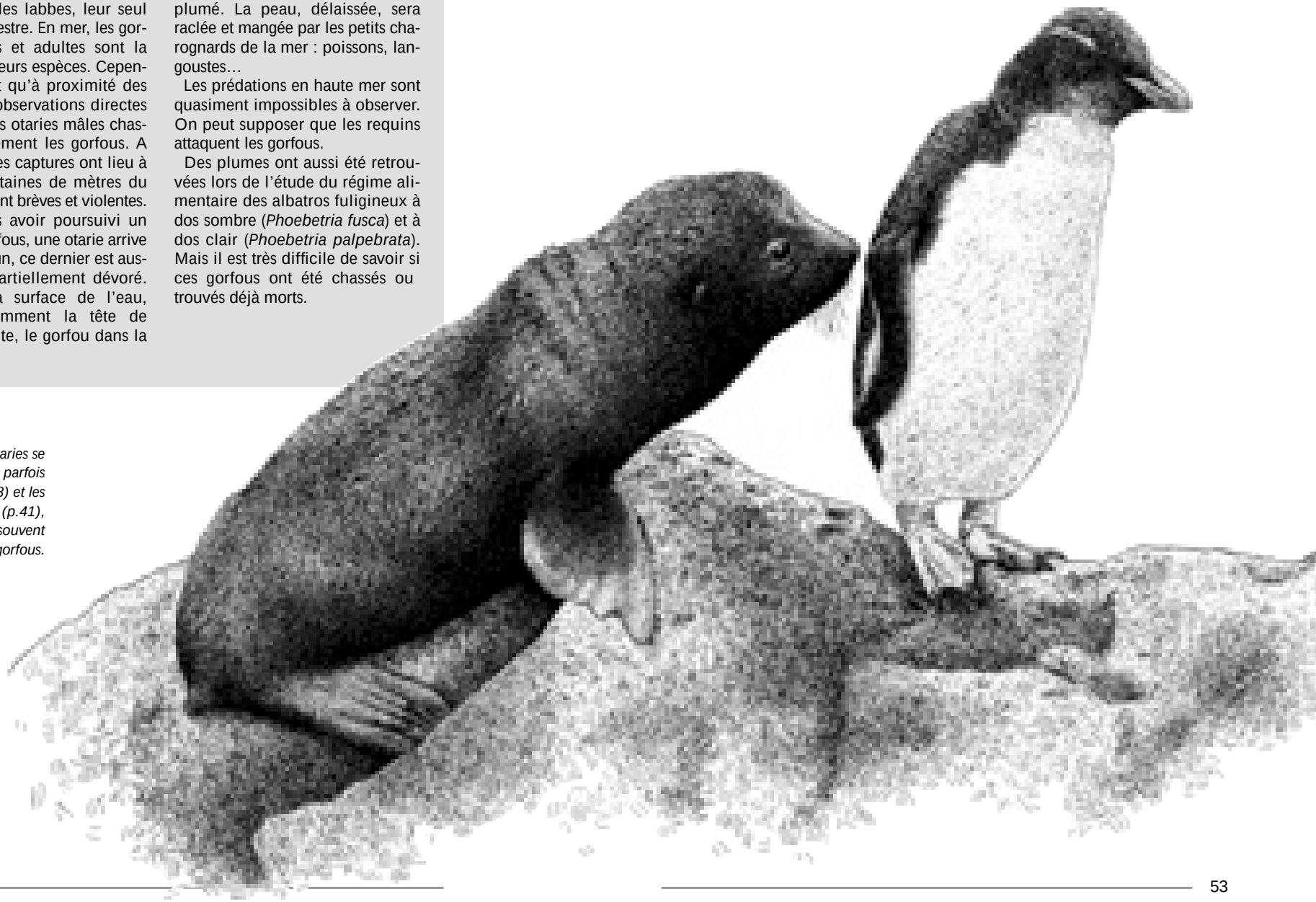
La prédation des gorfous

Arrivés à une certaine taille, proche de celle des adultes, les poussins ne sont plus attaqués par les labbes, leur seul prédateur terrestre. En mer, les gorfous poussins et adultes sont la proie de plusieurs espèces. Cependant, ce n'est qu'à proximité des îles que des observations directes sont faites : les otaries mâles chassent régulièrement les gorfous. A Amsterdam, les captures ont lieu à quelques centaines de mètres du rivage. Elles sont brèves et violentes. Quand, après avoir poursuivi un groupe de gorfous, une otarie arrive à en attraper un, ce dernier est aussitôt tué et partiellement dévoré. L'otarie, à la surface de l'eau, secoue violemment la tête de gauche à droite, le gorfou dans la gueule, dans de grandes éclaboussures rougeoyantes. Le gorfou est ainsi ouvert et mangé sans être plumé. La peau, délaissée, sera raclée et mangée par les petits charognards de la mer : poissons, langoustes…

Les prédations en haute mer sont quasiment impossibles à observer. On peut supposer que les requins attaquent les gorfous.

Des plumes ont aussi été retrouvées lors de l'étude du régime alimentaire des albatros fuligineux à dos sombre (*Phoebetria fusca*) et à dos clair (*Phoebetria palpebrata*). Mais il est très difficile de savoir si ces gorfous ont été chassés ou trouvés déjà morts.

▶ *Si les femelles otaries se montrent parfois agressives (p.38) et les mâles indifférents (p.41), les jeunes sont souvent curieux envers les gorfous.*



La mue des adultes

Outre la reproduction, les manchots dépendent de la terre pour une autre période : la mue. Les plumes, malgré un entretien constant, s'usent. Ainsi, toutes les espèces d'oiseaux sont contraintes de les renouveler régulièrement. Chacune, suivant son mode de vie, mue d'une façon particulière. A un extrême, les grands rapaces : ils dépendent des plumes des ailes pour planer et ne les changent qu'une par une ; la mue est étalée sur plusieurs années. A l'autre, les manchots : passant la majorité de leur vie dans l'eau, leur plumage doit être parfaitement étanche et isolant. La chute des vieilles plumes, en attendant la pousse des nouvelles, laisse la peau presque à nu, sensible au froid et à l'eau. Leur mue se passe donc à terre, une fois par an, le plus rapidement possible.

La pousse des plumes est initiée en mer, sous la peau. A leur arrivée à terre, les gorfous ont un plumage terne, plus marron que noir. Ils gonflent petit à petit et commencent à perdre l'ancien plumage sous la croissance du neuf.

Comme chez les poussins, la mue est graduelle pour ne pas laisser l'oiseau sans protection face aux intempéries. Au terme de la mue, les voilà de nouveau de noir vêtus, les aigrettes jaune vif, des reflets bleus sur le dos.

Cette période demande beaucoup d'énergie. Ils jeûnent pendant un mois environ et doivent assurer par leur métabolisme les fonctions vitales, la thermorégulation, plus difficile à cause des parties du corps à nu, et la fabrication des plumes. Avant leur retour, ils passent donc quelques semaines à constituer d'importantes réserves qui, à terre, vont fondre à vue d'œil. Arrivés gros et marrons, ils repartent noirs et maigres, les os parfois saillants sous la peau. La mue, en fonction du statut reproducteur, est donc décalée. Les non reproducteurs et ceux qui ont échoué leur reproduction peuvent commencer tôt en saison, dès le mois de décembre. Ceux qui ont élevé un poussin doivent refaire leurs réserves. Ils reviendront muer en février-mars.

Les gorfous muent sur les colonies, les reproducteurs sur leur site de nid, en couple. Le sol devient blanc de duvet, un tapis soyeux de plume et de paille. Tout autour de l'île, quelques individus muent isolés ou par petits groupes, sous le regard des otaries. Ils attendent patiemment, se toilettent un peu, le rocher choisi se recouvre doucement de fiente.



◀ *Une vue générale de la mue des adultes : le sol est tapissé de plumes. Les deux individus au centre viennent d'arriver. Ils sont gros, leur plumage est gonflé, terne, marron.*
À gauche, un gorfou en début de mue : le plumage gonfle de plus en plus et commence à tomber, laissant apparaître les nouvelles plumes. Les autres oiseaux finissent leur mue. Leurs réserves de graisse sont épuisées, les laissant maigres. Le plumage neuf est très contrasté, noir bleuté sur le dos, blanc éclatant sur le ventre, les aigrettes jaune vif.



▲ *Ce gorfou a presque fini sa mue. Seules restent à tomber les vieilles aigrettes, encore attachées au bout des nouvelles, et quelques plumes de la tête et du dos.*

Le départ pour l'hiver

Au fil des mois, les colonies se dépeuplent. Les gorfous retournent à l'eau en petites troupes et restent près du bord pendant quelques minutes. Ils se toilettent, s'arrangent le plumage, mouvements du bec, des ailerons, petites plongées et éclaboussures. Enfin ils s'éloignent en nageant. Les derniers partent début avril, pour quelques mois en mer. Une saison pour, une fois de plus, pêcher et reconstituer le maximum de réserves en vue de la reproduction à venir. Cette période, difficile à étudier, est la plus méconnue. Il semblerait cependant que les oiseaux restent groupés sur les mêmes routes de migration et zones d'hivernage, encore inconnues pour les gorfous d'Amsterdam.

Maintenant les plages sont laissées aux otaries, les rochers à leurs siestes, les vagues à leurs jeux. Maintenant il reste le vent, libre de colporter son propre chant.



▲ *Des gorfous quittent l'île après la mue.*

Bibliographie

Ouvrages de synthèse :

— Marchant S, Higgins P.J. et al (1990) *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Volume 1*, 735 p. Oxford University Press, Oxford.

— Williams T.D. (1995) *The Penguins Spheniscidae*. Oxford University Press, Oxford.



Articles scientifiques récents :

— Guinard E., Weimerskirch H., Jouventin P. (1998) « *Population changes and demography of the northern rockopper penguins on Amsterdam and St Paul Island*. Colonial Waterbird 21(2):222-228.

— Pütz K, Ingham R. J., Smith J. G., Croxall J. P. (2001) *Population trends, breeding success and diet composition of gentoo Pygoscelis papua, magellanic Spheniscus magellanicus and rockhopper Eudyptes chrysocome penguins in the Falkland Islands*. Polar Biol 24:793-807.

— St Clair C. C. (1996) Multiple mechanisms of reversed hatching asynchrony in rockopper penguins. J Animal Ecol 65:485-494.

— St Clair C C, St Clair R C (1996) Causes and consequences of egg loss in rockhopper penguins, Eudyptes chryocome. Oikos 77:459-466.

— St Clair C C (1998) What is the function of first eggs in crested penguins ? The Auk 115(2):478-482.

— Drabeck CM, Tremblay Y (2000) Morphological aspects of the heart of the northern rockopper penguins (Eudyptes chrysocome moseleyi) : possible implication in diving behavior and ecologie? Polar Biol 23:812-816.

— Tremblay Y, Guinard E, Cherel Y, (1997) Maximum diving depths of northern rockopper penguins, (Eudyptes chrysocome moseleyi), at Amsterdam Island. Polar biol 17:119-122.

— Cherel Y, Tremblay Y, Guinard E, Georges JY (1999) Diving behaviour of female northern rockopper penguins, Eudyptes chrysocome moseleyi, during the brooding period at Amsterdam Island (Southern Indian Ocean). Mar Biol 134:375-385.

— Tremblay Y, Cherel Y (1999) Synchronous underwater foraging behavior in penguins. Condor 101:179-185.

— Tremblay Y, Cherel Y (2000) Benthic and pelagic dives: a new foraging behaviour in rockopper penguins. Mar Ecol Prog Ser 204:257-267.

— Tremblay Y, Cherel Y (2003) Geographic variation in the foraging behaviour, diet and chick growth of rockopper penguins. Mar Ecol Prog Ser 251:279-297.



▲ *Un albatros fuligineux survole Le Fernand, devant le paysage offert par La Dives, le point culminant d'Amsterdam.*



Achevé d'imprimer à Lourdes,
Hautes Pyrénées.
sur les presses de xxxx
pour le compte des Éditions xxxxxx
le xx novembre 2005.
Composé en Optima et New Caledonia
à Boo-Silhen.
ISBN n° xxxxxxxx
© Tanguy Deville