



Gradhiva

Revue d'anthropologie et d'histoire des arts

36 | 2023

Collectionner le vivant

Putois à pieds noirs et biobanques d'espèces sauvages. Recréer des écosystèmes à partir de collections congelées

Adrian Van Allen

Traducteur : Bérengère Viennot



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/gradhiva/7458>

DOI : 10.4000/gradhiva.7458

ISSN : 1760-849X

Éditeur

Musée du quai Branly Jacques Chirac

Édition imprimée

Date de publication : 1 novembre 2023

Pagination : 108-125

ISBN : 978-2-35744-155-2

ISSN : 0764-8928

Référence électronique

Adrian Van Allen, « Putois à pieds noirs et biobanques d'espèces sauvages. Recréer des écosystèmes à partir de collections congelées », *Gradhiva* [En ligne], 36 | 2023, mis en ligne le 01 novembre 2023, consulté le 03 novembre 2023. URL : <http://journals.openedition.org/gradhiva/7458> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/gradhiva.7458>

CC-BY-SA-4.0

Le texte seul est utilisable sous licence CC BY-SA 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

Putois à pieds
noirs et biobanques
d'espèces sauvages
*Recréer des éco-
systèmes à partir
de collections
congelées*

Adrian Van Allen

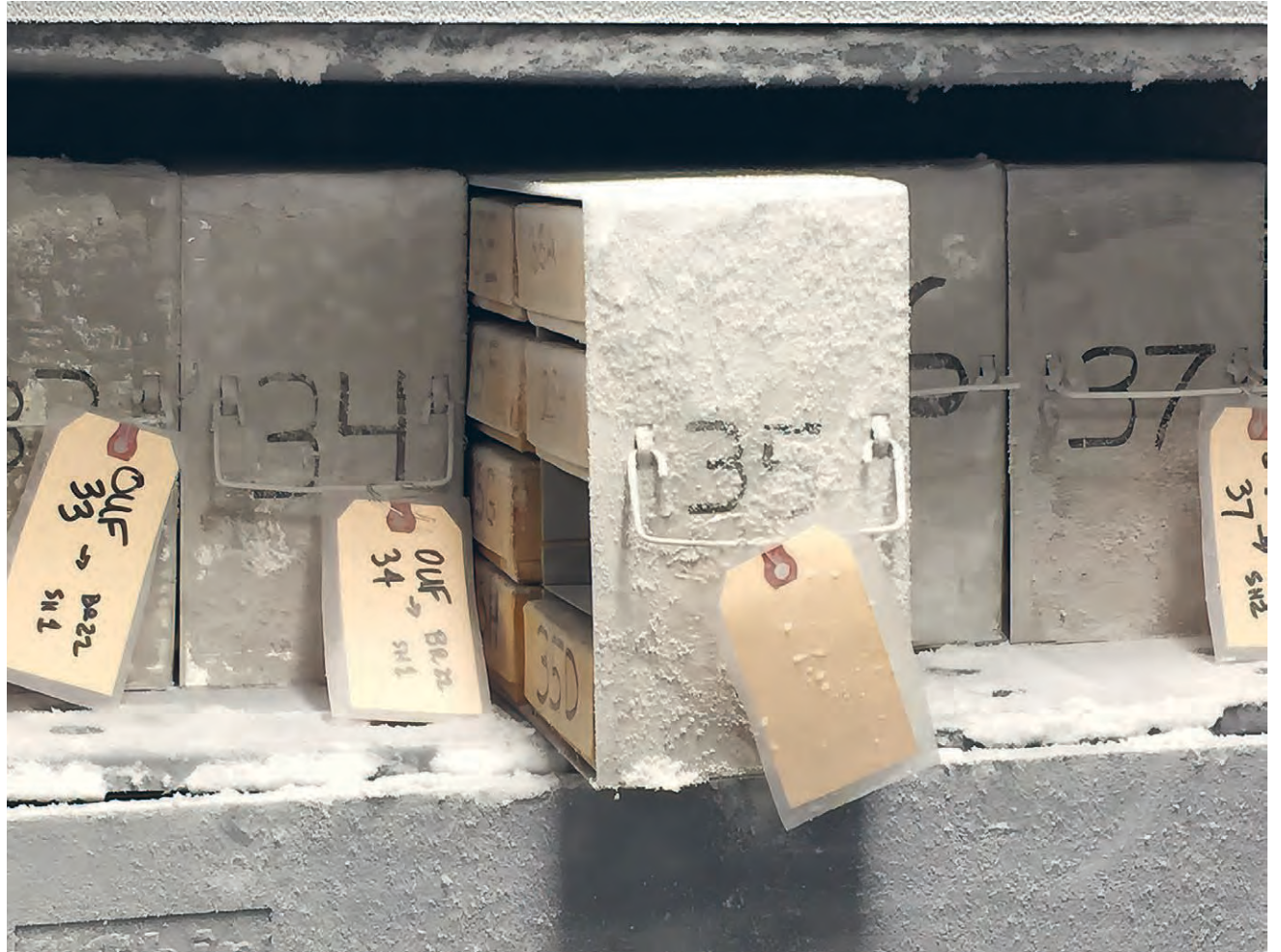


Fig. 1

Tissus congelés dans un congélateur ultra-basse température, Smithsonian Biorepository, 2015. Photo Adrian Van Allen.



Fig. 2

Chaque cuve en acier inoxydable contient de l'azote liquide qui conserve les échantillons tissulaires à une température de -210°C , Smithsonian Biorepository, 2015. Photo Adrian Van Allen.

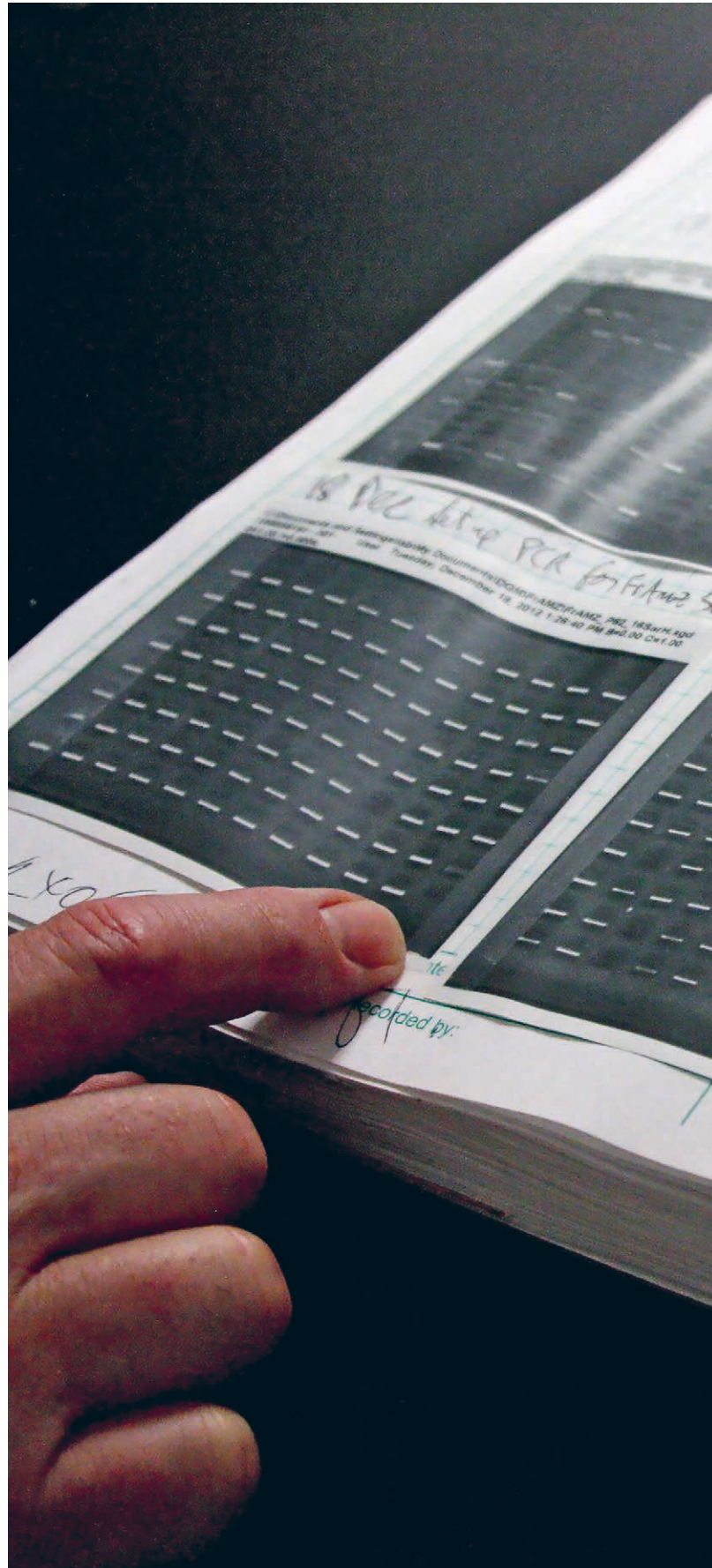
La cryoconservation a ouvert une nouvelle ère scientifique : technologie permettant de congeler à très basses températures du matériel biologique sans l'altérer, elle occupe aujourd'hui une place centrale dans les secteurs de l'élevage, de la biologie de la conservation et de la procréation médicalement assistée¹. Je m'intéresse ici à un projet visant à faire renaître une espèce en danger critique d'extinction, le putois à pieds noirs (*Mustela nigripes*), à partir de collections de gamètes et de tissus cryogénisés, constituées et conservées depuis une trentaine d'années dans différents musées et zoos (Fig. 1). Le récent succès du clonage de putois à pieds noirs à partir de tissus congelés (Fox 2021) a étendu de façon spectaculaire à la fois le champ des potentialités et celui des préoccupations éthiques liées à l'usage de la génomique dans la revitalisation d'espèces menacées. Au moment où cette technologie migre des contextes médicaux humains pour s'aventurer sur les chemins moins balisés de la conservation de la biodiversité et des collections patrimoniales, je souhaite explorer la notion de « biobanques de faune sauvage » au musée, et analyser leur supposée double capacité à conserver et reproduire une nature sauvage « authentique ».

LES BIOBANQUES À L'ÈRE DES EXTINCTIONS

Face à la chute constante de la biodiversité et alors que la moitié des espèces est menacée d'extinction d'ici le milieu du siècle, une réponse des muséums d'histoire naturelle consiste à accumuler de vastes réserves d'échantillons génétiques dans des cuves d'azote liquide (Fig. 2) et à mettre en avant le génome en tant que « bibliothèque du code de la vie ». Par leur capacité à fabriquer des objets « naturels », les muséums sont historiquement des dispositifs visant à articuler les savoirs, les pouvoirs et les natures en un tout ordonné. Mon hypothèse est que ces articulations s'étendent désormais aux collectes de matériel génétique et aux programmes de réensauvagement. Centrées sur la culture matérielle de la génomique au musée, mes recherches ethnographiques à la Smithsonian Institution de Washington se sont penchées, au cours des dix dernières années, sur un grand nombre de projets impliquant cette discipline – de la constitution d'une archive génomique englobant toutes les formes de vie aux pratiques de *barcoding* moléculaire d'oiseaux, de clonage de coraux, de génotypage de bisons, jusqu'au programme de réensauvagement du putois à pieds noirs.

La revitalisation de cette espèce est un projet à long terme, dont le périmètre englobe des laboratoires et des réserves naturelles, au sein duquel des scientifiques s'attellent à remettre sur pied une espèce en danger critique d'extinction – et réinventent au passage l'écosystème de la prairie du Midwest américain grâce aux outils de la biotechnologie. L'extension des capacités technologiques et computationnelles dans le domaine du séquençage des génomes a appuyé la montée en force de l'ADN comme élément central, aussi bien dans la théorie de l'évolution que dans l'écologie scientifique, et a créé la possibilité de reconstituer

1. Une partie de ce texte a été publiée en anglais (Van Allen 2019) et présentée sous forme de conférence en janvier 2019, dans le cadre du séminaire « Les collections vivantes au prisme des sciences humaines et sociales » (Muséum national d'histoire naturelle-EHESS).
Organisateurs initiaux :
Mathilde Gallay-Keller, doctorante EHESS, LAS,
Dominique Juhé-Beaulaton, DR CNRS honoraire, CAK,
Serge Reubi, maître de conférences MNHN, CAK,
Mélanie Roustan, maître de conférences MNHN, Paloc.



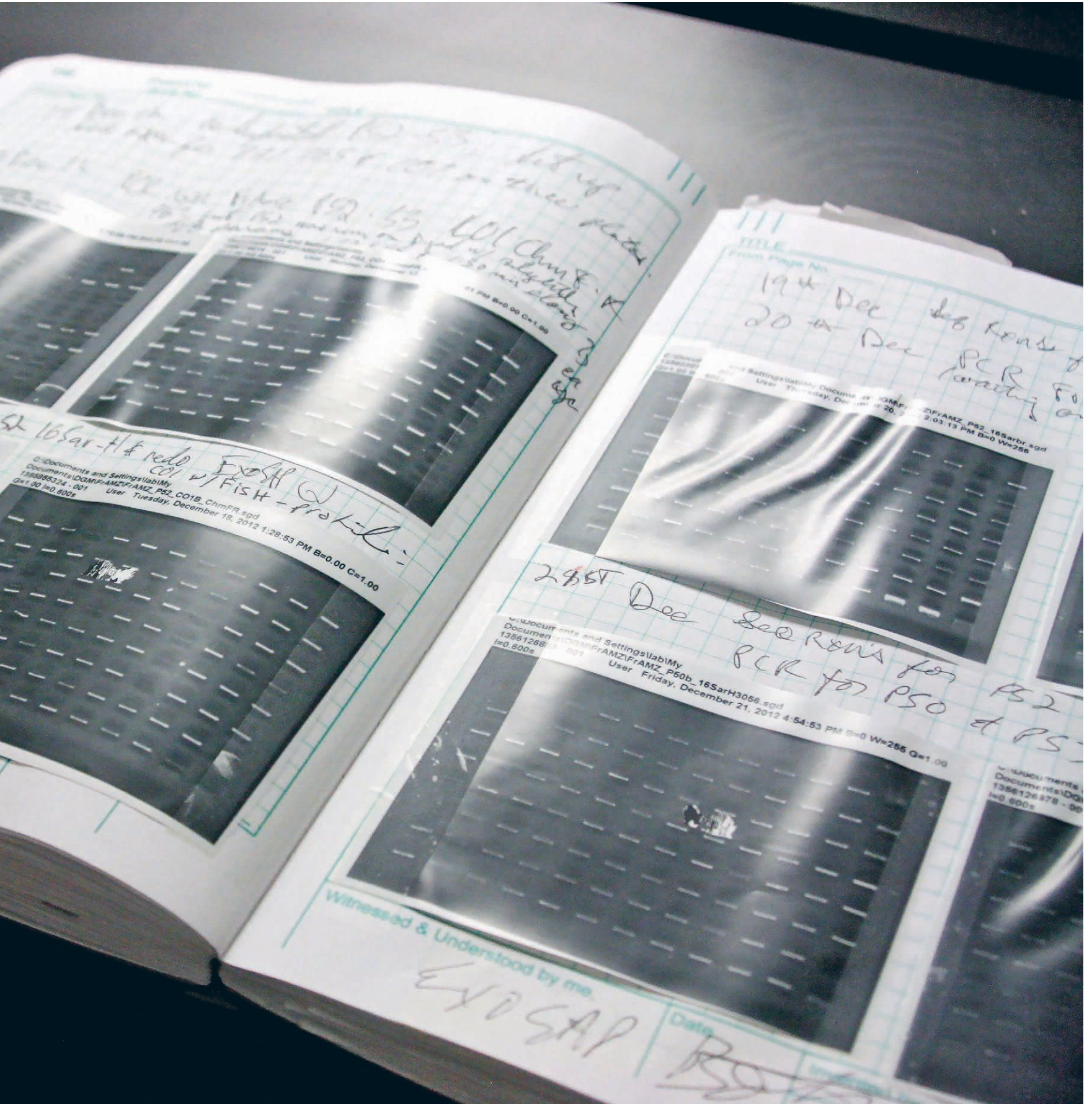


Fig. 3

Un cahier de laboratoire au Laboratory for Analytical Biology (LAB), Smithsonian National Museum of Natural History, 2015. Photo Adrian Van Allen.

des écosystèmes disparus. Les projets de biobanques, comme celui de la Smithsonian, contribuent aujourd'hui à la standardisation des méthodes de collecte et de clonage, et par là même, à une forme de normalisation de la biodiversité, conçue comme ensemble d'unités comparables et mesurables. Ces projets génomiques marquent un retour aux collectes encyclopédiques tout en mobilisant les outils de la biotechnologie de pointe, révélant des pratiques matérielles changeantes où passé et futur s'entremêlent (Fig. 3). Les cryocollections sont ainsi des agencements matériels amenés à prendre de l'importance, des incarnations ontologiques qui sont créées à cette fin (Barad 2003), et dont l'importance se construit dans les actions quotidiennes nécessaires à leur conservation et dans les renégociations continues de leurs usages et de leurs valeurs (Van Allen 2017).

Du point de vue méthodologique, je choisis d'adopter une «vue d'en bas», en me mettant dans la peau d'une préparatrice de spécimens ou d'une technicienne de laboratoire – une position qui me permet d'apprendre à «fabriquer» des assemblages génomiques, mais aussi d'observer directement les décalages entre discours et pratiques, et *in fine* réalisations concrètes (Fig. 7). Cette perspective de l'apprentissage par la pratique me donne un accès privilégié aux négociations à l'œuvre aux frontières entre disciplines. Tout en interviewant des biologistes de la conservation, des conservateurs, des chargés de collection et des techniciens de laboratoire sur la «matérialité collante des rencontres pratiques,» (Tsing 2005 : 2²), je suis pas à pas leurs façons de faire, dans leur entreprise de résurrection des putois à pieds noirs et de restauration de leurs écosystèmes (Fig. 5). Dans cette optique, comme le dit l'un des chargés de collection, «*être vivant*» n'est qu'un type de préparation parmi d'autres ».

Par mes recherches et mes photographies, je m'attache à retracer les différentes façons de transformer des animaux vivants en spécimens de musée : depuis les taxidermies et montages ostéologiques exposés en vitrines jusqu'aux jeux de données génétiques, en passant par les échantillons de tissus cryo-conservés en biobanques. Je me focalise en particulier sur les modalités de création et de recréation des «choses épistémiques» (Rheinberger 1997) en contexte muséal, en m'intéressant aux matériaux et aux techniques de fabrication, ainsi qu'aux pratiques de protection et d'entretien des objets qui y sont conservés et utilisés – notamment les collections cryoconservées d'espèces menacées, biobanques de semences animales et autres biomatériaux. Comment aborder la «cryopolitique» (Radin et Kowal 2017) de ces dispositifs aux frontières de la vie et comprendre les manières dont la connaissance s'élabore avec et à travers eux ? Quels genres de pouvoir, de savoir-faire et de soins impliquent-ils ?

Pour comprendre le pouvoir des objets, l'une des voies consiste à mettre en évidence les relations entre leurs éléments constitutifs, en s'engageant soi-même dans les processus de leurs transformations. C'est pourquoi mon approche adopte une perspective d'apprentissage par la pratique. Je me sers de mon

expérience de photographe pour investir les situations d'enquête et en saisir les points de bascule. Que je sois en train de réaliser des prises de vue des collections, de naturaliser des oiseaux, d'épingler des coléoptères ou d'extraire de l'ADN et d'assembler des génomes³, j'essaie de rendre compte de la manière dont les objets matériels sont toujours, intrinsèquement, des agencements instables de personnes, de lieux, de matériaux et d'intérêts incorporés. Et je guette les moments où ces objets épistémiques sont sur le point de devenir de nouvelles formes de savoir, incarnant des relations de pouvoir spécifiques.

CRYOPOLITIQUE DE LA RÉSURRECTION DU PUTOIS À PIEDS NOIRS

Le terme «cryopolitique» a été inventé par Michael Bravo et Gareth Rees en 2006 (Bravo et Rees 2006) pour pointer l'émergence de la valeur géopolitique de l'Arctique au XXI^e siècle. Bravo et Rees ont examiné la manière dont les tentatives des États-nations pour prendre le contrôle des précieuses ressources minérales sur les territoires arctiques ont contribué au changement climatique en faisant fi des conséquences pour les populations autochtones, la flore et la faune indigènes. Dans leur livre *Cryopolitics* (2017), Emma Kowal et Joanna Radin élargissent le concept aux ressources biologiques et aux basses températures artificielles, qui permettent la conservation de tissus organiques, humains ou non humains, de gamètes et, dans certains cas, d'organismes entiers. La cryopolitique désigne alors les implications politiques et sociales découlant de la congélation et du stockage de matériel biologique, comme des échantillons de tissus ou des embryons, en vue d'une éventuelle future utilisation (Fig.4). Elle comprend les considérations éthiques, légales et culturelles relatives à la collecte, à la conservation et à l'utilisation de ce type de matériel, ainsi qu'à la répartition des bénéfices et des risques qui y sont associés.

La cryopolitique ainsi entendue participe de la «biopolitique» telle que Michel Foucault l'a définie, en ce qu'elle s'intéresse aux manières dont le pouvoir *fait vivre et laisse mourir* en agissant sur les corps, les populations et les territoires (Foucault 2008 [1978]). Dans le cas de l'utilisation des biobanques pour la sauvegarde de la faune sauvage, ce pouvoir s'étend aux espèces. En effet, les biomatériaux stockés peuvent fournir une source de diversification génétique dans le cadre de projets de protection ou de réintroduction d'espèces menacées. Toutefois, la question du partage des risques et bénéfices associés demeure extrêmement controversée. Les droits de propriété intellectuelle, l'accès et le contrôle exercé sur les collections ainsi que les potentiels préjudices aux communautés ou aux écosystèmes étant susceptibles de susciter des inquiétudes. De même, la réintroduction d'espèces dans des écosystèmes dont elles ont disparu dépend d'une multiplicité de facteurs politiques et sociaux, et implique des discussions sur l'utilisation des terres, les intérêts économiques et les valeurs culturelles.

2. Pour la traduction française, voir Tsing 2020 : 25.

3. Ces recherches ont été rendues possibles grâce au financement de la Smithsonian Institution et du Social Science Research Council Abe Fellowship Program.

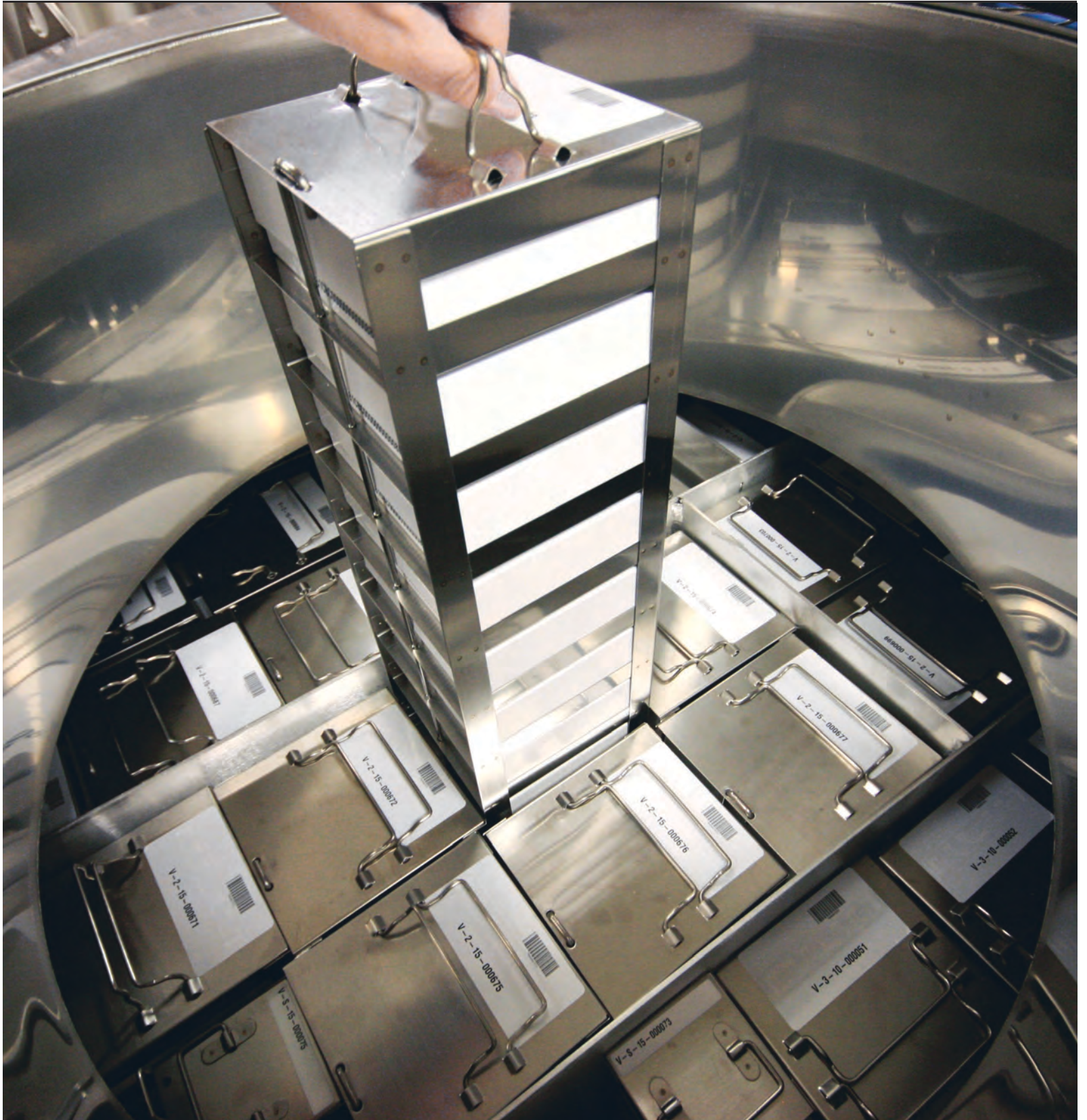


Fig. 4

Casiers de tubes contenant des échantillons tissulaires à l'intérieur d'une des cuves d'azote liquide, Smithsonian Biorepository, 2015. Photo Adrian Van Allen.

Considérer les collections d'histoire naturelle comme des formes de vie transformées, que ces collections soient morphologiques (peaux de putois séchées dans un tiroir) ou moléculaires (gamètes de putois stockés dans de l'azote liquide), soulève de nombreuses questions, qui offrent une occasion de réfléchir aux modalités, conditions et enjeux de l'archivage du vivant, ainsi qu'aux types de futurs qu'il donne à imaginer. Comment les biotechnologies et les pratiques matérielles propres aux biobanques au musée participent-elles de la conservation de « la vie elle-même » et finalement de sa redéfinition ?

La cryoconservation reconfigure les relations de pouvoir. La capacité à congeler et stocker du matériel biologique est désormais essentielle – et commune – aux technologies de la procréation médicalement assistée, de la sélection du bétail pour l'élevage et de la biologie de la conservation. Le projet de revivifier le putois à pieds noirs dans le Midwest, alors qu'il est le mammifère le plus menacé d'Amérique du Nord (Fig. 6), se retrouve à la croisée de ces trois domaines. En utilisant des spermatozoïdes cryoconservés depuis trente ans dans des musées ou des zoos, en ayant recours à des techniques de procréation assistée inspirées des technologies de reproduction humaine, les scientifiques de l'Institut de biologie de la conservation de la Smithsonian s'attellent à l'élevage de putois améliorés en prévision d'un avenir incertain (Fig. 9).

Alors qu'on les avait crus éteints par deux fois, la dernière dans les années 1970, une population de putois à pieds noirs a été découverte en 1981 à Meeteetse, dans le Wyoming. D'abord laissés *in situ* jusqu'à ce qu'une épidémie de maladie de Carré ne menace de les faire définitivement disparaître, ces putois « rescapés » ont été capturés et intégrés dans des programmes d'élevage strictement administrés. Parmi les 18 individus recueillis, 7 seulement ont été considérés comme aptes à en « produire » d'autres et empêcher ainsi l'extinction de l'espèce. Une équipe de vétérinaires, d'éthologues, de biologistes de terrain, d'écologues, de biologistes de la conservation et de généticiens ont travaillé ensemble pendant plusieurs dizaines d'années afin d'optimiser la diversité génétique de la population de putois sous contrôle, grâce à l'insémination artificielle et au recours aux collections congelées. Plus de 30 organisations – agences fédérales ou d'État, représentations tribales et associations non gouvernementales – collaborent actuellement pour la conservation de l'espèce. Depuis 1986, plus de 9000 putois ont été « produits » à partir de la population d'origine, conditionnés pour survivre dans la nature puis relâchés – et plus de 1029 individus ont été réintroduits dans 29 sites aux États-Unis, au Canada et au Mexique.

RECRÉER DES PUTOIS À LA SMITHSONIAN

Un petit museau poilu jaillit d'un tube en plastique noir, deux yeux bruns tout ronds me balaient du regard et explorent les environs – c'est un chasseur à l'affût. Soudain, le putois se jette sur son frère et deux

petites boules duveteuses luttent sur le sol rembourré de leur enclos du Smithsonian National Zoo de Washington. Ces trois putois à pieds noirs (ou BFF, pour *black-footed ferrets*, comme les appellent les biologistes de la conservation) sont âgés de quelques mois et ne tarderont pas à être transférés vers un « centre de formation » dans le Wyoming, où ils apprendront à chasser et à survivre par leurs propres moyens, avant d'être relâchés dans l'une des dizaines de réserves naturelles. Mais pour l'heure, leur mère sort de la tanière et les regarde jouer. Leur père est mort depuis vingt ans. Ses spermatozoïdes ont été prélevés et congelés dans de l'azote liquide au moment où la population résiduelle a été découverte – pour être utilisés vingt ans plus tard afin de maximiser la diversité génétique de l'espèce. Le protocole de collecte d'échantillons de sperme pour les espèces sauvages, peu étudiées, n'était alors qu'une partie du défi, dans un contexte où la plupart des techniques de la biologie de la conservation de la faune sauvage s'inspiraient du monde de l'élevage laitier – et ce, même si « un guépard et une vache, ce n'est pas pareil », selon la mise en garde d'un biologiste de la conservation, et qu'« il faut d'abord comprendre la biologie [de l'espèce] puis déterminer quelle technologie de reproduction artificielle va fonctionner ».

À ce jour, sur les 9000 putois produits dans le cadre des différents programmes d'élevage en captivité ou *ex situ*, la majorité a été conçue sans assistance, mais une part non négligeable est issue des technologies de la procréation médicalement assistée. Car, comme me l'a expliqué un biologiste, « les putois ont des préférences sexuelles [...], parfois ils n'ont tout simplement pas envie de s'accoupler avec les partenaires que nous leur avons sélectionnés sur des critères de diversité génétique, et c'est à ce moment-là que nous avons recours à l'insémination artificielle ». Ainsi, des techniques et biotechnologies telles que la cryoconservation des gamètes, la fécondation *in vitro* et l'insémination artificielle, autrefois exclusivement utilisées pour pallier l'infertilité humaine ou sélectionner le bétail, fournissent désormais les conditions de possibilité de la résurrection du putois à pieds noirs.

Pour développer les techniques d'insémination artificielle (IA) du putois à pieds noirs, en danger critique d'extinction, les scientifiques ont d'abord utilisé des espèces apparentées : furets domestiques (*Mustela putorius furo*) et putois des steppes (*Mustela eversmannii*), les cousins les plus proches de l'espèce protégée. Comme l'explique l'un des scientifiques : « On ne pouvait pas commencer les essais avec des BFF... alors on a développé le protocole d'IA en utilisant deux espèces qui ont servi de modèles. » Après de nombreuses années – et beaucoup de furets et putois plus tard –, un protocole fiable a vu le jour. Du point de vue méthodologique, la phase de recueil du sperme de putois est en elle-même délicate : « Quand nous avons commencé, nous utilisions seulement ces minuscules cathéters pour recueillir d'infimes gouttes de semence [...], nous avions à peine de quoi travailler ! » Aujourd'hui, les chercheurs ont recours à l'électro-éjaculation sous anesthésie légère, avec stimulation par sonde anale. Le sperme est ensuite dilué dans une solution,



Fig. 5

Tubes contenant des échantillons tissulaires étiquetés avec des codes barres au Vertebrate Zoology Preparation Lab, prêts à être transférés au Biorepository, Smithsonian National Museum of Natural History, 2015. Photo Adrian Van Allen.

ou tampon, afin qu'il gèle sans former de cristaux de glace qui endommageraient les cellules. Introduites à la pipette dans de minuscules alvéoles creusées à la main dans un bloc de neige carbonique, les paillettes congelées ainsi obtenues sont recueillies, mises dans des cryotubes et étiquetées avec des codes-barres avant d'être transférées dans des cuves d'azote liquide (Fig. 8). Ces collections sont ensuite administrées dans le cadre d'un vaste programme de registres généalogiques (*studbooks*) et de profils d'appariements en ligne, regroupant plusieurs ensembles, dont le but est de produire des spécimens les plus éloignés génétiquement possible. Pour créer des bébés putois grâce à l'insémination artificielle, les paillettes sont décongelées, les spermatozoïdes viables sélectionnés, puis transférés dans l'utérus de la femelle putois, anesthésiée, et dont l'ovulation a été préalablement stimulée par injection d'hormones.

RESTAURER L'ÉCOLOGIE DES PRAIRIES, RÉINVENTER LA NATURE SAUVAGE

Comme l'explique un écologue, «élever toujours plus de putois ne résout pas le problème, tant qu'il n'existe pas d'écosystèmes sains où les réintroduire». Les putois à pieds noirs se nourrissent presque exclusivement de chiens de prairie, véritables «Chicken McNuggets de la prairie», selon le bon mot d'un biologiste de la conservation, dont ils utilisent également les terriers pour s'abriter et élever leurs petits. Or, l'extermination systématique des chiens de prairie par les agriculteurs qui les voient comme des nuisibles (un faux pas, et une vache se casse la patte en marchant sur un terrier), combinée aux épidémies successives de peste sylvatique dont ils ont été victimes ont fait disparaître des populations entières de chiens de prairie, et à leur suite celles des putois à pieds noirs qui en dépendaient. C'est pourquoi le processus de recréation de l'espèce se double d'un processus de recréation de son écosystème. Ce dernier apparaît comme une version très particulière de la prairie américaine, qui regorgerait de chiens de prairie autant que de putois à pieds noirs – mais au prix du maintien de ce délicat équilibre écologique par une constante intervention humaine, pour l'élevage des putois en captivité et leur formation à la vie sauvage, ou pour la vaccination des chiens de prairie.

Le National Black-Footed Ferret Conservation Center⁴, situé dans le Colorado, est un acteur clef de la renaissance de l'espèce. Mieux connu sous l'appellation d'«école des putois», il a fait ses preuves dans la transmission aux animaux nés en captivité des comportements et compétences nécessaires à leur survie en milieu naturel. Le rigoureux programme de pré-conditionnement consiste à transférer des putois nés en captivité dans des enclos extérieurs avec leur mère et le reste de la portée pendant un mois environ, pour qu'ils apprennent à s'orienter dans le réseau de terriers qui sera leur habitat naturel dans la prairie. Ils sont aussi formés à la chasse, grâce à des chiens de prairie vivants, collectés dans des sites agricoles



4. Centre national de conservation du putois à pieds noirs.



Fig. 6

Un putois à pieds noirs à Meeteetse, Wyoming, 2011. Ryan Hagerty, U.S. Fish and Wildlife Service, Licence Creative Commons CC-BY-2.0.

où ils étaient destinés à l'extermination, qui trouvent ainsi une nouvelle – brève – vie en tant qu'appât. Les putois, enfin, sont entraînés à réagir et à se défendre contre les prédateurs naturels. Une première technique a été expérimentée, avec un « robot-blaireau » télécommandé, manipulé par un chercheur. Il s'agissait d'un blaireau accidentellement tué par une voiture, récupéré et envoyé à un taxidermiste de la Smithsonian qui l'avait adapté à un jouet télécommandé. « Certes, cela ressemblait à un blaireau, mais cela ne se déplaçait pas comme un blaireau – et les putois n'avaient pas la moindre idée de ce qu'ils devaient en faire ! », témoigne un scientifique impliqué dans l'opération. Ensuite, une expérience a été tentée avec des oiseaux de proie naturalisés, comme des chouettes (Fig. 10), destinés à fondre sur les putois. Avec la mise en place d'enclos plus grands, à l'échelle des tanières de chiens de prairie, la méthode de la chouette attachée à un fil a fonctionné, et continue d'être employée pour entraîner les putois avant leur réintroduction en milieu naturel.

Parallèlement aux protocoles de reproduction des putois à pieds noirs par insémination artificielle, l'US Fish and Wildlife Service⁵ a lancé un programme de vaccination des populations de chiens de prairie par distribution à grande échelle de granulés aromatisés au beurre de cacahouète. Colorés en bleu pour être bien visibles, leur épandage sur de vastes territoires est effectué par drones, quads ou véhicules tout-terrain. Des chiens de prairie sont ensuite capturés pour contrôle : sous légère anesthésie, ils subissent des prélèvements sur leurs moustaches et leur fourrure pour vérifier l'efficacité du vaccin, puis sont relâchés après avoir été marqués (avec de la teinture sous le menton). Quant aux putois à pieds noirs « réensauvages », le suivi de la population requiert des milliers d'heures de travail, et scientifiques et bénévoles passent des nuits entières à arpenter en voiture les sites de réintroduction dans l'espoir d'apercevoir le reflet vert si caractéristique de leurs yeux. Chaque observation fait l'objet d'un enregistrement, et la puce implantée sur chaque individu est systématiquement scannée. Une militante environnementaliste qui contribue au programme raconte ainsi la capture régulière d'une même femelle durant plusieurs mois ; elle témoigne de l'immense joie qu'elle a éprouvée lorsqu'elle a constaté que l'animal allaitait – preuve d'une gestation aboutie en milieu naturel : « Tous ces efforts en valaient donc la peine ! »

Cependant, un autre regard peut être posé sur ce paysage, d'apparence bucolique, d'une prairie nord-américaine composée de vastes étendues herbeuses et vallonnées, peuplées de chiens de prairie installés en villages et de putois à pieds noirs qui jaillissent de leurs terriers avant d'y replonger à toute vitesse. En levant la tête, on aperçoit les drones distributeurs de vaccins en granulés destinés aux chiens de prairie. Sur le côté, on remarque le camp d'entraînement des putois à pieds noirs, où ils sont exposés aux intempéries, reconditionnés pour la vie sauvage, et formés à la chasse et à la survie en pleine nature. Si on examine les animaux eux-mêmes, on constate qu'ils sont numérotés et inventoriés

dans le registre généalogique (*studbook*) tenu par les biologistes. En suivant le registre et en remontant jusqu'aux laboratoires et aux zoos où les putois sont créés pour améliorer la diversité génétique, on voit des individus et leurs petits répartis dans des enclos, creusant des terriers, jouant et se pourchassant dans les tuyaux en plastique censés simuler les terriers de chiens de prairie. On peut aussi observer, dans des tubes à essais, des fragments de corps de putois – spermatozoïdes, ovules et échantillons de tissus divers – stockés dans des cuves d'azote liquide et utilisés pour produire de nouveaux individus et mener des recherches scientifiques sur la dérive génétique. Ces biomatériaux sont également conservés en vue de technologies génomiques imminentes, espérées capables de résoudre les problèmes croissants auxquels est confronté l'avenir de l'espèce. Prendre soin du putois à pieds noirs implique donc un agencement complexe de corps – entiers ou échantillonnés – intégrés à des environnements bien réels autant qu'aux paysages imaginaires dessinés par les biotechnologies.

Compte tenu de l'augmentation des anomalies dans la population actuelle de putois à pieds noirs et du déclin de son taux de fertilité, la question de la future préservation de l'espèce se pose. Si les équipes de la Smithsonian et leurs collaborateurs ont jusqu'alors misé, pour accroître la diversité génétique du groupe, sur de rigoureux programmes d'élevage, tous s'accordent aujourd'hui à reconnaître qu'il ne s'agit pas là d'une réponse pérenne et que la solution pourrait venir de la génomique, l'édition génomique (*genome editing*) permettant la modification localisée de séquence génomique, et donc de l'information génétique. Dans cette perspective, un consortium d'organisations – le zoo de San Diego, l'association Revive & Restore, en faveur de la restauration du putois, la ViaGen Pets and Equine Company et l'U.S. Fish and Wildlife Service – est récemment parvenu au clonage d'un putois à pieds noirs (Fox 2021), en utilisant une femelle furet domestique comme mère porteuse, et en pratiquant simultanément une édition génomique du clone pour le rendre résistant à la peste sylvatique. Le protocole implique d'utiliser des échantillons de tissus biologiques, frais ou congelés, d'individus extérieurs au groupe de référence génétique – en l'occurrence le projet a eu recours à des échantillons cryoconservés de cellules prélevées sur une femelle putois à pieds noirs nommée Willa, disparue sans descendance au milieu des années 1980. Il s'est ensuite agi d'insérer ces cellules somatiques de putois à pieds noirs dans les couches externes d'ovocytes non fécondés prélevés sur un furet domestique, puis, par décharge électrique, de les faire fusionner. Les cellules se divisent alors en blastocystes et un embryon commence à se former, qui est implanté dans l'utérus d'un furet femelle pour la gestation. Le putois cloné qui en a résulté, appelé Elizabeth Ann, est né le 10 décembre 2020, devenant le premier clone d'une espèce menacée d'Amérique du Nord. Elizabeth Ann possède l'ADN nucléaire d'un putois à pieds noirs et l'ADN mitochondrial d'un furet domestique. Son génome contient trois fois plus de diversité génétique que n'importe quel putois à pieds noirs moderne,



Fig. 7

L'autrice en train d'extraire de l'ADN au Laboratory for Analytical Biology (LAB), Smithsonian National Museum of Natural History, 2015. Photo Adrian Van Allen.

ce qui pourrait constituer un atout pour lutter contre la consanguinité des populations administrées et faire face à la peste sylvatique.

Dans cette nouvelle stratégie de conservation, prédateurs et proies sont remodelés par les scientifiques de sorte qu'ils doivent tous deux réinventer leurs façons de s'adapter à leurs niches écologiques. Certains membres de la communauté de conservation des putois à pieds noirs pointent des questions éthiques et pratiques soulevées par cette approche. Un généticien le formule ainsi :

Outre le stress généré chez les individus au moment du prélèvement d'ovocytes, quels genres de putois à pieds noirs sont-ils au juste en train d'être créés ? Quand on se focalise uniquement sur le moléculaire, on risque de perdre de vue l'animal dans son ensemble – sa façon de fonctionner, ses besoins – et peut-être même de perdre de vue toute l'espèce.

Si les collections du zoo national de la Smithsonian Institution et du Conservation Biology Institute comprennent plus de 2 500 échantillons de spermatozoïdes congelés ou d'embryons issus de plus de 100 espèces différentes, elles possèdent aussi plus de 108 000 échantillons de tissus biologiques provenant de 1 500 espèces, conservés dans la Center for Species Survival Genome Resource Bank. Les techniques génomiques émergentes pourraient potentiellement transformer ces tissus en cellules-souches, puis les orienter pour qu'elles deviennent des ovules ou des spermatozoïdes. « C'est la génomique la vraie solution, m'a confié un généticien, nous espérons simplement que la technologie arrivera à temps. » Toutefois, la technologie n'est pas la seule à être en constant progrès ; les idées quant aux bonnes raisons et aux bonnes façons de l'utiliser pour restaurer les écosystèmes sont également discutées.

LA « BIOLOGIE SANS LIENS » DES PUTOIS À PIEDS NOIRS

Tandis que j'observais au laboratoire, cryoconservés en cuve d'azote liquide, ces divers fragments de putois et autres « proto-putois », prêts à être décongelés, transformés et transférés dans l'utérus d'une femelle furet, ainsi recréés puis réintroduits dans des écosystèmes reconstruits, je me suis mise à réfléchir aux schémas de circulation de ces nouveaux types de putois à pieds noirs, pas simplement à la trajectoire linéaire de la prairie au laboratoire puis à la collection, mais aux « histoires de vie ». J'ai essayé de me figurer comment ils deviennent de nouveaux types d'objets de musée, faisceaux de relations entre des personnes, des lieux, des biomatériaux et des conceptions du futur, en constant déplacement entre différents sites nord-américains.



Fig. 8

Un membre de l'équipe remplit d'azote liquide des cuves portatives, en vue d'y stocker des spécimens, Smithsonian Biorepository, 2014. Photo Adrian Van Allen.

En suivant les biobanques de putois à pieds noirs, j'ai commencé à pister, selon les termes de Stephan Helmreich (2009), la « biologie sans liens » de cette espèce menacée – un concept qui désigne le fractionnement d'objets vivants en nouveaux objets, tels que des échantillons de tissus organiques dans un tube à essai, des extraits d'ADN ou des jeux de données. Chaque nouveau fragment devient porteur de valeurs différentes, les concentre tout en évoluant au gré des contextes culturels, économiques et techniques. Les valeurs dont sont investies ces collections changent au fil du temps, sous l'influence conjuguée du développement de nouveaux concepts et de nouvelles technologies. Certaines ouvrent des fenêtres sur le passé : études d'isotopes stables de fragments de peau et d'os d'oiseaux ou de mammifères, cartographies d'écosystèmes ou de microbiomes disparus. D'autres redessinent les perspectives d'avenir, avec le recours aux tissus congelés pour maximiser la diversité génétique des espèces en danger et soutenir leur réensauvagement, voire pour faire revivre des espèces éteintes.

L'inévitable destin de certaines de ces collections génétiques semble d'être utilisées en laboratoire pour être transformées en créatures nouvelles relâchées dans des environnements reconstitués. Comment ces usages sont-ils négociés ? À partir de quel seuil le fragment tissulaire, l'échantillon sanguin, le gamète ou l'extrait d'ADN deviennent-ils inutilisables, indisponibles, conservés pour un usage ultérieur encore non identifié, préservés pour un potentiel sauvetage ?

METTRE EN BIOBANQUE LA FAUNE SAUVAGE

La création d'une biobanque d'échantillons génétiques de putois à pieds noirs contribue à protéger la diversité de l'espèce – et ce faisant, à protéger une certaine conception de la « nature sauvage », de ses paysages et de ses écosystèmes, à conserver et à reproduire. Les biotechnologies, en migrant de la médecine humaine au milieu « féroce » (Tsing 2015) de la conservation de la biodiversité, emportent avec elles les imaginaires qui légitiment les mondes sauvages à venir et leur reproduction, au sens propre comme au sens figuré.

Ces futurs sont peuplés de putois à pieds noirs fabriqués dans des laboratoires et utilisés pour reconstruire – ressusciter ? – une version emblématique de la prairie américaine, qui serait perpétuellement recrée afin d'être épargnée par l'extinction des espèces, la disparition des habitats naturels, les épizooties et l'expansion agricole. Cet écosystème fait l'objet du plus grand soin, il est littéralement « soigné » afin que son équilibre écologique soit restauré et maintenu, grâce à l'afflux constant de putois méticuleusement produits et à la vaccination systématique des chiens de prairie. « Nous aurons toujours besoin de produire des putois à pieds noirs à relâcher dans la nature », m'a avoué un biologiste de la conservation :

À moins que des outils génomiques n'émergent, permettant de changer fondamentalement les règles du jeu [...], il nous faudra toujours garder une population de secours et continuer à faire fonctionner les programmes d'élevage.

Ce sont précisément ces dispositifs qui engendrent une zone d'existence où la cryopolitique des putois apparaît au grand jour : où l'on fait vivre des putois à pieds noirs et où on les empêche de mourir. Dans ce contexte, la cryopolitique représente des champs de pouvoir qui se chevauchent, où la régulation de la vie est étendue indéfiniment par le truchement de moyens technoscientifiques ; congelée, décongelée, transformée, régénérée, réanimée – de sorte que la mort semble perpétuellement repoussée. Les putois à pieds noirs, dans ce cas, sont alors potentiellement « éternels », selon les différentes conceptions de ce que signifie « être en vie ». Un assemblage complexe émerge, un maillage d'acteurs humains et non humains, entremêlant spécimens de laboratoires et drones vaccinateurs, sur fond de paysages sauvages réimaginés. Au centre de cet assemblage se trouve la « vie latente » encapsulée dans les cryocollections d'échantillons de putois congelés, qui, selon les mots d'un généticien, sont au fond « juste des putois attendant d'exister. »

La définition de la conservation de la vie est en train de changer de manière fondamentale, changements qui s'observent très distinctement dans les détails de la façon dont les spécimens et les espèces sont produits dans différents sites de l'institution, du service dédié aux oiseaux naturalisés à la banque de tissus biologiques, en passant par le centre de conservation des espèces et ses programmes de réensauvagement. Désormais, la vie et la mort ne peuvent plus être considérées comme des phénomènes distincts, voire opposés, ni être circonscrites en termes strictement biologiques. L'apparente évidence de leurs définitions spontanées se heurte aujourd'hui à des visions du monde qui configurent autrement l'existence. En outre, une conception trop dichotomique du vivant contribue à l'occultation des activités consacrées à la création et au maintien de formes de « vie latente » – cet état liminal et vague situé quelque part entre la vie et la mort.

La cryopolitique est donc une politique du liminal. Si la biopolitique telle que la formulait Foucault s'intéressait au pouvoir de *faire vivre* et de *laisser mourir*, la cryopolitique enrichit le concept initial par la prise en compte du statut ambigu des entités considérées (organismes, échantillons ou fragments congelés) qui, ni tout à fait vivantes ni tout à fait mortes, apparaissent hors de portée du pouvoir politique tout en semblant au contraire lui être particulièrement vulnérables. Cette conjonction apparemment paradoxale du « cryo » et du « politique » – simultanées mise à l'arrêt et mise en mouvement du vivant – produit une zone d'existence où des êtres sont fabriqués pour vivre et ne sont pas autorisés à mourir. La cryopolitique apparaît comme une forme d'exercice du pouvoir



Fig. 9
Entrée du Smithsonian Conservation Biology Institute au zoo national de Washington D.C., 2014. Photo Adrian Van Allen.

où la régulation de la vie est étendue indéfiniment par des moyens techno- scientifiques, de sorte que la mort semble perpétuellement repoussée – redessinant ainsi la palette des futurs imaginés et des potentiels qui les animent.

Le recours à ce concept permet en outre de porter un regard critique sur l'idée selon laquelle il convient d'éviter la mort par tous les moyens, et d'en interroger les conséquences politiques. Une dévalorisation tacite de la mort est en effet au cœur des pratiques de cryoconservation, et en particulier des biobanques d'espèces sauvages menacées – présentées par les biologistes comme des refuges, des sanctuaires, voire des « havres de paix » permettant aux espèces de se retirer de la vie pour y revenir plus tard. S'intéresser aux différents types de valeurs produites par et avec les biobanques d'espèces sauvages revient à s'intéresser aux différents types de vie qui y sont reproduites. La combinaison de l'ouverture des horizons temporels et des températures extrêmes y engendre des modes d'existence définis par l'indétermination et la potentialité. La cryopolitique de la très basse température, consistant à *faire presque vivre* et à *ne pas laisser mourir*, dénote une forme d'optimisme froid, une conviction que la mort ou l'acceptation de la finitude peuvent être indéfiniment différées grâce aux pratiques de conservation. Dans le contexte de mes recherches sur les biobanques de faune sauvage, j'en suis venue à penser l'anticipation des usages de ces stocks de tissus biologiques comme une forme d'instrumentalisation des au-delà. Dans les faits, il s'agit d'utiliser les morts pour conserver les vivants. Compte tenu de l'augmentation du rythme des extinctions, le sentiment d'urgence associé aux biobanques et le périmètre même de ces projets – comme la Species Survival Genome Resource Bank – continueront de s'étendre. Les technologies de clonage et de stockage de biomatériaux devenant de plus en plus simples, rapides et bon marché, elles ne cesseront d'être présentées comme la solution aux extinctions à venir, voire déjà advenues.

L'approche cryopolitique des biobanques de faune sauvage amène toutefois à reconsidérer les futurs en train d'être créés à partir d'échantillons génétiques cryoconservés, d'espèces restaurées et d'écosystèmes reconstitués – en lieu et place d'une simple soumission à l'instinct de préservation. La cryoconservation, entre autres biotechnologies, apporte la promesse de différer voire d'empêcher les extinctions d'espèces en puisant dans le stock d'échantillons génétiques « sauvages » ainsi tenu à disposition. Ces écosystèmes reconstitués peuplés de putois recréés offrent la perspective d'un complexe réseau multi-espèce, d'humains et de non-humains fabriqués à partir de biomatériaux congelés, où s'entremêlent l'espoir et le soin pour un avenir réimaginé.

Traduit de l'anglais par Bérengère Viennot

California Academy of Sciences
et Smithsonian National Museum of Natural History
adrianvanallen@gmail.com

Ci-contre

Fig. 10
Regard prédateur d'un spécimen
de chouette parmi ceux conservés au sein
de la Division des oiseaux du Museum
Resource Center, Smithsonian Institution,
2020. Photo Adrian Van Allen.



Bibliographie

Barad, Karen

2003 « Posthumanist Performativity: Toward an Understanding of How Matter Comes to Matter », *Signs: Journal of Women in Culture and Society* 28 (3) : 801-831.

Bravo, Michael et Rees, Gareth

2006 « Cryo-politics: Environmental Security and the Future of Arctic Navigation », *The Brown Journal of World Affairs* 13 (1) : 205-15.

Foucault, Michel

2008 [1978] *The Birth of Biopolitics: Lectures at the Collège de France, 1978-1979*, Arnold I Davidson (éd.), trad. du français par Graham Burchell. New York, Palgrave Macmillan.

Fox, Alex

2021 « Elizabeth Ann Is the First Cloned Black-Footed Ferret », *Smithsonian Magazine* [en ligne], 22 février, disponible sur : <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/elizabeth-ann-first-cloned-black-footed-ferret-180977065/> (consulté le 28/06/2023).

Helmreich, Stefan

2009 *Alien Ocean: Anthropological Journeys in Microbial Seas*. Berkeley, University of California Press.

Radin, Joanna et Kowal, Emma (dir.)

2017 *Cryopolitics: Frozen Life in a Melting World*. Cambridge (MA), MIT University Press.

Rheinberger, Hans-Jorg

1997 *Toward a History of Epistemic Things: Synthesising Proteins in the Test Tube*. Stanford (CA), Stanford University Press.

Tsing Lowenhaupt, Anna

2005 *Friction: An Ethnography of Global Connection*. Princeton, Princeton University Press.

2020 *Friction: délires et faux-semblants de la globalité*, Nastassja Martin (préf.), trad. de l'anglais par Philippe Pignarre et Isabelle Stengers. Paris, La Découverte.

2015 « Feral Biologies », conférence du 13 février lors des rencontres Anthropological Visions of Sustainable Futures. Londres, Centre for the Anthropology of Sustainability (CAOS), University College London.

Van Allen, Adrian

2017 « Bird Skin to Biorepository: Making Materials Matter in the Afterlives of Natural History Collections », *Knowledge Organization* 44 (7) : 529-544.

2019. « Resurrecting Ferrets and Remaking Ecosystems », *Anthropology News* 60 (3) : 20-23.

Yirka, Bob

2021 « Black-footed Ferret Cloned to Help Preserve Endangered Species », Phys.org. [en ligne], 23 février, disponible sur : <https://phys.org/news/2021-02-black-footed-ferret-cloned-endangered-species.html> (consulté le 28/06/2023).