

Année 2017

**LE GUÉPARD ASIATIQUE, *ACINONYX JUBATUS*
VENATICUS, SON HISTOIRE ET SA
CONSERVATION**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant
LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

Le 20 juillet 2017

par

Manon, Charlotte POTIN

Née le 17 mai 1991 à Paris (Paris 11^{ème})

JURY

Président : Pr. LELIEVRE
Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : Dr. Alain FONTBONNE
Maître de conférences à l'ENVA
Assesseur : Dr. Pascal ARNÉ
Maître de conférences à l'ENVA

Liste des membres du corps enseignant

Directeur, par intérim : M. le Professeur Degueurce Christophe

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : Cotard Jean-Pierre, Mialot Jean-Paul, Moraillon Robert, Parodi André-Laurent, Pilet Charles, Toma Bernard.

Professeurs émérites : Mme et MM. : Bénét Jean-Jacques, Chermette René, Combrisson Hélène, Courreau Jean-François, Deputte Bertrand, Niebauer Gert, Paragon Bernard, Pouchelon Jean-Louis.

Département d'élevage et de pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département : Pr Grandjean Dominique - Adjoint : Pr Blot Stéphane

<p>Unité pédagogique de cardiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Chetboul Valérie* - Dr Gkouni Vassiliki, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de clinique équine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Audigé Fabrice - Dr Bertoni Lélia, Maître de conférences - Dr Bourzac Céline, Maître de conférences contractuelle - Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier * - Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier - Dr Mespouhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier - Dr Moiroud Claire, Praticien hospitalier <p>Unité pédagogique de médecine interne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Benchekroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Canonne-Guibert Morgane Maître de conférence contractuel - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticien hospitalier - Dr Maurey-Guénec Christelle, Maître de conférences <p>Discipline : imagerie médicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Stambouli Fouzia, Praticien hospitalier 	<p>Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cléro Delphine, Maître de conférences - Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier - Dr Nudemann Nicolas, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie chirurgicale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Fayolle Pascal - Dr Mailhac Jean-Marie, Maître de conférences - Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences - Pr Moissonnier Pierre - Pr Viateau-Duval Véronique* <p>Discipline : anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Zilberstein Luca, Maître de conférences <p>Discipline : ophtalmologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences <p>Discipline : nouveaux animaux de compagnie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier
---	--

Département des Productions Animales et de la Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

<p>Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Augustin Jean-Christophe - Dr Bolnot François, Maître de conférences * - Pr Carlier Vincent <p>Unité pédagogique de maladies règlementées, zoonoses et épidémiologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Dufour Barbara* - Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia - Dr Praud Anne, Maître de conférences - Dr Rivière Julie, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pathologie des animaux de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Adjou Karim* - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences - Pr Millemann Yves - Dr Ravary-Plumioën Bérange, Maître de conférences - Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier 	<p>Unité pédagogique de reproduction animale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr El Bay Sarah, Praticien hospitalier - Dr Mauffré Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel <p>Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Pr Bossé Philippe* - Dr De Paula Reis Alline, Maître de conférences - Pr Grimard-Ballif Bénédicte - Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences - Pr Pontier Andrew - Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier
--	---

Département des sciences biologiques et pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Chateau Henry - Adjoint : Dr Pilot-Storck Fanny

<p>Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Degueurce Christophe - Pr Robert Céline* <p>Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Boulouis Henri-Jean* - Pr Eloit Marc - Dr Le Poder Sophie, Maître de conférences - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences - Pr Quintin-Colonna Française <p>Unité pédagogique de biochimie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Bellier Sylvain* - Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier - Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences <p>Discipline : éducation physique et sportive</p> <ul style="list-style-type: none"> - M. Philips Pascal, Professeur certifié <p>Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques* - Dr Laloy Eve, Maître de conférences - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences 	<p>Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Dr Desquilbet Loïc, Maître de conférences (Biostatistique, Epidémiologie) * - Dr Fournel Christelle, Maître de conférences contractuelle (Gestion et management) <p>Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Dr Cochet-Faivre Noëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC) - Dr Darmon Céline, Maître de conférences contractuelle (rattachée au DEPEC) - Pr Guillot Jacques* - Dr Polack Bruno, Maître de conférences - Dr Risco-Castillo Verónica, Maître de conférences <p>Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pr Enriquez Brigitte, - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences * - Pr Tissier Renaud <p>Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique) - Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Dr Gilbert Caroline, Maître de conférences (Ethologie) - Pr Panthier Jean-Jacques (Génétique) - Dr Pilot-Storck Fanny, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Tiret Laurent, (Physiologie, Pharmacologie) *
--	--

* responsable d'unité pédagogique

REMERCIEMENTS

Au Professeur de la Faculté de Médecine de Créteil,
Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse,
Hommage respectueux.

Au Docteur Alain FONTBONNE,
Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Pour m'avoir proposé ce projet,
Pour m'avoir encadrée lors de sa réalisation,
Pour son soutien et son efficacité au cours de cette période de travail,
Sincères et respectueux remerciements.

Au Docteur Pascal ARNÉ
Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Pour avoir accepté d'être l'assesseur de ma thèse
Pour sa relecture attentive de mon travail
Pour sa disponibilité et son efficacité lors de la réalisation de ce projet
Sincères et respectueux remerciements.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des abréviations.....	5
Liste des figures	7
Liste des tableaux.....	9
INTRODUCTION.....	11
I – Panorama de la sous-espèce <i>Acinonyx jubatus venaticus</i>	13
A) Identification.....	13
1. Classification.....	13
1.1. Taxonomie.....	13
1.2. Phylogénie du guépard	14
2. Caractéristiques morphologiques.....	14
2.1. Morphologie du guépard, <i>Acinonyx jubatus</i>	14
2.2. Particularités morphologiques du guépard asiatique, <i>A. j. venaticus</i>	15
3. Caractéristiques génétiques du guépard d’Asie	16
B) Habitat et écologie du guépard d’Asie.....	18
1. Sélection d’un habitat	18
2. Habitat du guépard asiatique.....	18
2.1. Evolution de l’habitat du guépard asiatique : l’hypothèse de la variation de la disponibilité des proies.....	18
2.2. Caractéristiques physiques et topologiques de l’habitat actuel du guépard, et leurs avantages	20
3. Habitudes alimentaires du guépard asiatique.....	21
3.1. Proies.....	21
3.1.1. Proies sauvages.....	21
3.1.2. Déprédation sur les troupeaux domestiques	22
3.2. Méthodes de chasse.....	23
4. Reproduction et organisation sociale	24
4.1. Reproduction	24
4.2. Organisation sociale	24
C) Statut et distribution	25
1. Statut de l’espèce et aire de présence globale.....	25
2. Méthodes de détection et de comptage des guépards	26

2.1. Observation directe	26
2.2. « <i>Camera trapping</i> » et photographie	27
2.3. Empreintes.....	29
2.4. Comptage et modélisation.....	30
3. Démographie et aires de présence actuelles du guépard asiatique en Iran	32
II – Histoire du guépard asiatique	35
A) Histoire ancienne du guépard – Apports de la génétique.....	35
1. Les outils génétiques.....	35
1.1. Récolte de matériel biologique.....	35
1.2. Electrophorèse de protéines	35
1.3. Etude de l’ADN.....	36
1.3.1. Extraction de l’ADN.....	36
1.3.2. Amplification du matériel génétique	36
1.3.3. Restriction fragment length polymorphisms (RFLPs).....	37
1.3.4. Hybridation de sondes minisatellites et microsatellites : <i>DNA fingerprinting</i> (littéralement « empreinte digitale génétique »).....	38
1.3.5. Amplification fragment length polymorphisms (AFLPs)	38
1.3.6. Séquençage de l’ADN et <i>Single Nucleotid Polymorphisms</i> (SNPs)	39
1.3.7. Génomique.....	39
2. Préhistoire	39
B) Antiquité et Moyen-âge	40
C) Histoire moderne et contemporaine	42
1. Disparition progressive de l’aire de distribution initiale.....	42
2. L’Iran, dernier refuge de la sous-espèce <i>A. j. venaticus</i>	43
2.1. Evolution de la population et du statut du guépard asiatique au XX ^{ème} siècle.....	43
2.1.1. Déclin progressif de la population de guépards asiatiques.....	43
2.1.2. Début de prise de conscience et premières mesures.....	44
2.1.3. Nouvelles perturbations suite à la révolution de 1979	44
2.1.4. Guépards en captivité avant les années 2000	45
2.2. Evolution de la situation depuis 2001	46
2.2.1. Reprise et intensification des mesures de protection et d’étude.....	46
2.2.2. Résultats des enquêtes de démographie et distribution	47
2.2.3. Etude de l’écologie des guépards dans les réserves	48

2.2.4. Guépards en captivité depuis 2000	48
III – Conservation du guépard asiatique	50
A) Menaces pour la sous-espèce	50
1. Activités humaines	50
1.1. Conflits avec les éleveurs locaux	50
1.2. Réseau routier.....	51
1.3. Braconnage.....	51
1.4. Destruction de l’habitat et des sources de nourriture	52
2. Prédateurs.....	53
3. Perte de diversité génétique et conséquences	55
3.1. Etude de la variation génétique chez le guépard	55
3.2. Homozygotie et succès reproducteur	56
3.3. Survie des nouveau-nés.....	56
3.4. Vulnérabilité aux maladies.....	57
3.5. Autres conséquences de la consanguinité chez le guépard	58
B) Acteurs de la conservation et leurs actions	59
1. Protection officielle par les instances internationales	59
1.1. CITES.....	59
1.2. Liste Rouge de l’IUCN	59
1.3. UNDP.....	60
2. Protection nationale par le Département de l’Environnement (DoE) et CACP.....	61
2.1. Création du CACP.....	61
2.2. Territoires officiellement protégés par le DoE en Iran (figure 26)	61
2.2.1. Efforts de recensement et localisation	63
2.2.2. Lutte contre le braconnage	63
2.2.3. Gestion du développement des infrastructures humaines et de leurs conséquences.....	64
2.3. Education de la population.....	65
2.4. Tentatives d’élevage en captivité	66
3. Iranian Cheetah Society	67
3.1. Création de l’ICS.....	67
3.2. Education de la population.....	67
4. Associations partenaires.....	70
5. Médias et sponsors	70

C) Propositions futures	71
1. Recensement exhaustif et surveillance	71
2. Protection des réserves et “couloirs”	72
3. Programme d’élevage en captivité et réinsertion.....	73
3.1. Koshki et Delbar.....	73
3.2. Constitution d’une banque de sperme	74
3.3. Insémination artificielle selon génotypage.....	75
3.4. Réinsertion en milieu naturel	75
4. Clonage et participation de l’Inde.....	76
CONCLUSION	77
BIBLIOGRAPHIE.....	79

Liste des abréviations

ADN/DNA : Acide désoxyribonucléique

AFLPs : *Amplification Fragment Length Polymorphisms* (Polymorphisme de longueur de fragments amplifiés)

BR : *Biosphere Reserve*

CACP : *Conservation of Asiatic Cheetah Project* (Projet de conservation du Guépard asiatique)

CEO : *Chief Executive Officer* (Directeur Général)

CITES : *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (Convention sur le commerce international des espèces sauvages animales et végétales menacées)

CMH : Complexe Majeur d'Histocompatibilité

CRESAM : Conservation et Reproduction des Espèces Sauvages Africaines Menacées

CSG : *Cat Specialist Group* (Groupe spécialiste des félins)

DoE : *Department of Environment* (Ministère de l'environnement iranien)

eCG : *equine Chorionic Gonadotropin*

FA : *Free Area*

FIFA : *Fédération Internationale de Football Association*

GEF : *Global Environment Facility*

GPS : *Global Positioning System*

hCG : *human Chorionic Gonadotropin*

IA : Insémination Artificielle

ICS : *Iranian Cheetah Society* (Société du guépard iranien)

IUCN : *International Union for Conservation of Nature* (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)

ITIS : *Integrated Taxonomic Information System* (Système d'Information de Taxonomie Intégré)

JC : Jesus Christ

JCI : *Joint Conservation Initiative* (Initiative commune de conservation)

MNA : *Minimum Number Alive* (Nombre minimum existant)

MSP : *Medium Size Project* (Projet d'ampleur moyenne)

NCBI : *National Center for Biotechnology Information* (Centre National d'Information Biotechnologique)

NHA : *No Hunting Area* (Zone de chasse interdite)

NNM : *National Natural Monument* (Monument Naturel National)

NP : *National Park* (Parc National)

ONG : Organisation Non Gouvernementale

PA : *Protected Area* (Aire Protégée)

PCR : *Polymerase Chain Reaction* (Réaction en chaîne par polymérase)

PIF : Péritonite Infectieuse Féline

RFLPs : *Restriction Fragment Length Polymorphisms* (Polymorphisme de longueur des fragments de restriction)

SCNT : *Somatic Cell Nuclear Transfer* (Transfert Nucléaire de Cellule Somatique ou Clonage Thérapeutique)

SNP : *Single Nucleotid Polymorphism* (Polymorphisme nucléotidique)

SSC : *Species Survival Commission* (Commission de survie des espèces)

ULM : Ultra-Léger Motorisé

UNDP : *United Nations Development Programme* (Programme de Développement des Nations Unies)

UNESCO : *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Organisation Educative, Scientifique et Culturelle des Nations Unies)

US\$: Dollar américain

WR : *Wildlife Refuge* (Refuge de faune sauvage)

Liste des figures

Figure 1 : Distribution actuelle des 5 sous-espèces de guépards (les-félins.com).....	13
Figure 2 : Proposition d'arbre phylogénétique des Félidés (Johnson et al., 2006).....	14
Figure 3 : Koshki, l'un des deux seuls guépards asiatiques en captivité (Iran) (cheetahsalive.org) ..	16
Figure 4 : Représentation tridimensionnelle des résultats de l'analyse factorielle des correspondances des données génétiques des guépards africains et asiatiques (Charruau, 2011).....	17
Figure 5 : Urial <i>Ovis orientalis vignei</i> , Turan Park (Crédit Mehi Nabiyan) (a) et Chinkara <i>Gazella bennettii</i> , Kavir National Park (Crédit Frans Lanting) (b).....	19
Figure 6 : Aperçu de l'habitat du guépard asiatique, entre les réserves de Miandasht et Saluk, Iran (Farhadinia, 2007) (a) et Guépard asiatique dans l'habitat montagneux de l'aire protégée de Bafq (Farhadinia <i>et al.</i> , 2008, photo de Ali A. Karimi).....	20
Figure 7 : Fèces de guépard contenant de la laine de mouton domestique, Miandasht (Farhadinia, 2007)	23
Figure 8 : Répartition d'origine VS actuelle du guépard asiatique (Nowell et Jackson, 1996).....	26
Figure 9 : Jeune guépard asiatique de 7-8 mois, photographié en 2004 par un piège photographique dans la réserve de Miandahst en Iran (Farhadinia, 2007) (a) et Guépard adulte passant devant un piège photographique (National conference on Iranian cheetah, 2013)	28
Figure 10 : Identification individuelle à partir du motif propre à chaque animal, chez 4 individus différents (Farhadinia <i>et al.</i> , 2014)	29
Figure 11 : Capture d'écran du logiciel d'identification des empreintes utilisé pour étudier le guépard en Namibie par Jewell <i>et al.</i> (2016).	30
Figure 12 : Exemple d'histogramme représentant les effectifs d'animaux (ici des écureuils) capturés selon le nombre de fois où ils l'on été (cours Wildlife Management).....	31
Figure 13 : Réserves iraniennes abritant de façon certaine (rouge) ou fortement suspectée (bleu) le guépard iranien (Farhadinia <i>et al.</i> , 2016a)	33
Figure 14 : Transmission de 8 allèles de marqueurs RFLP au cours de trois générations, grands-parents (4 individus), parents (2 individus), enfants (7 individus) et application à l'étude des maladies héréditaires (RFLP, biology-pages.info).....	37
Figure 15 : Gravure vraisemblable d'un guépard, Hadjar Berrik (relevé de H. Lhote, 1970) (a) et Gravure de guépard à Bardai (Tibesti), art rupestre africain (photo de G. Camps) (b)	40
Figure 16 : Chasse au guépard, manuscrit grec des Evangiles, Constantinople, début du XI ^{ème} siècle Paris, BnF, Grec 64, f. 6 (Buquet, 2011) (a) ; Chasse à cheval avec guépard assis derrière le cavalier, Aiguière Blacas (détail), vers 1232, Irak, Mossoul, British Museum, ME OA 1866.12-29.61 (Buquet, 2012) (b) ; Benozzo Gozzoli, Procession des Mages (détail), 1459, Florence, Palazzo Medici-Riccardi, Cappella Medici (Buquet, 2012) (c)	41
Figure 17 : Aire de répartition initiale (avant le XX ^{ème} siècle) (zone hachurée) et en 1930 (points verts) du guépard asiatique dans les pays de l'est de la mer Caspienne (Mallon, 2007).....	42
Figure 18 : Peau de guépard asiatique retrouvée par A. R. Manati sur le marché de Mazar-e-Sharif en Afghanistan (Manati et Nogge, 2008).....	43
Figure 19 : Marita dans la neige, à Pardisan Park (Téhéran) (cheetahsalive.org)	46
Figure 20 : Emplacement des 5 réserves iraniennes connues pour accueillir des guépards au milieu des années 2000 (Hunter <i>et al.</i> , 2007).....	47

Figure 21 : S. Ostrowski, H. Jowkar et le personnel d'EcoPardisan Park (Téhéran), examinant le jeune guépard Koshki (photo de L. Hunter) (a) et Entrée du centre de réhabilitation des guépards de Pardisan Park (Téhéran, CRESAM, 2017) (b).....	49
Figure 22 : Guépards retrouvés morts suite au braconnage (Semnan DoE, ICS Conférence, 2013) .	52
Figures 23 : Léopard de Perse (a), Hyène rayée (b), Loup gris (c), Caracal (d) et Chacal doré (e) (Planet'Mammifères.org).....	54
Figure 24 : Guépard (a) et ongulés sauvages (b) et (c), attaqués par des chiens errant (CRESAM, 2017)	55
Figure 25 : Structure des catégories (IUCN, 2001)	60
Figure 26 : Distribution des zones protégées (NNM, PA, WR et NP) (a) et des réserves de l'UNESCO (BR) (b) en Iran en octobre 2016 (DoE, 2016) (Fazel <i>et al.</i> , 2016)	62
Figure 27 : Brigade de protection devant un panneau de signalisation (CRESAM, 2017)	63
Figure 28 : Dr Masoumeh Ebtekar, chef du DoE, lors de la conférence de L'ICS à Téhéran, en octobre 2013 (ICS, 2013).....	65
Figure 29 : Supports éducatifs du projet à Bafq, Brochures informatives sur le guépards et d'autres carnivores sauvages « Guides pratiques des carnivores » (Eslami <i>et al.</i> , 2010).....	68
Figure 30 : Vidéo pédagogique « <i>Cheetah Video Music</i> » (a) et photo du spectacle « <i>I am still alive</i> » (b) de l'ICS (ICS, 2013).....	69
Figure 31 : Logos des associations <i>Panthera</i> (a) (Panthera.org) et <i>Persian Wildlife Foundation</i> (b) (persianwildlife.us)	70
Figure 32 : Avions de la meraj Airlines peints à l'effigie du guépard asiatique (Real Iran, 2015)	71
Figure 33 : Mme Royal en visite à Téhéran avec Houman Jowkar et Mme Ebtekar (CRESAM, 2017)	72
Figure 34 : Panneau de signalisation de guépards asiatiques existant sur la route Yazd-Kerman (a) et proposition d'un autre style de panneau de signalisation (b) (Mohammadi et Kaboli, 2016).....	73

Liste des tableaux

Tableau 1 : Techniques de comptage et de modélisation démographique	32
Tableau 2 : Réserves iraniennes connues pour abriter le guépard asiatique au milieu des années 1970 (Asadi, 1997).....	44
Tableaux 3 : Cause de décès entre 1829 et 1994 chez les guépards en captivité adultes (a) et de moins de 6 mois (b) (Marker-Kraus, 1997a)	58

INTRODUCTION

Considération réelle, ou parfois simple phénomène de mode, la notion de protection de l'environnement est aujourd'hui bien présente dans les esprits, à la fois à l'échelle individuelle et à l'échelle des gouvernements et institutions. Le développement massif des activités humaines et l'exploitation intensive des ressources naturelles provoquent l'épuisement progressif et la dégradation des écosystèmes. Ce fait est de plus en plus documenté scientifiquement et la communication sur le sujet se diversifie, ce qui favorise la prise de conscience globale, ainsi que la prise en compte du facteur écologique dans tous les projets de gestion ou développement (engagement d'individus, d'associations, de gouvernements, publicité sur les efforts réalisés et restant à faire...).

La modification anthropique des écosystèmes est à l'origine de la raréfaction, voire de la disparition de nombreuses espèces animales et végétales, plus ou moins emblématiques de la biodiversité (le Panda, l'Eléphant et les grands félins par exemple, sont des espèces « phares » parmi les espèces sauvages en voie d'extinction). Les populations menacées se retrouvent dispersées et fractionnées, ce qui a un effet désastreux sur leur diversité génétique, et donc sur leur capacité à s'adapter à leur environnement bouleversé et à se reproduire. Le guépard, *Acinonyx jubatus*, fait partie de ces espèces mises en danger par l'homme, que ce soit de façon directe par la chasse, ou de façon indirecte *via* la destruction de son habitat. Parmi les différentes sous-espèces de guépards, la sous-espèce asiatique (*Acinonyx jubatus venaticus*), génétiquement distincte des sous-espèces africaines, est de loin la plus menacée (classée dans la catégorie « En danger critique d'extinction » de l'IUCN, organisme international de référence concernant le degré de menace pesant sur les espèces sauvages). Le guépard asiatique, occupant autrefois toute l'Asie Centrale de la péninsule arabique jusqu'à la frontière Inde-Bengladesh, n'est plus aujourd'hui présent qu'en Iran et les dernières investigations estiment que sa population semble compter moins de 70 individus.

Face à l'urgence que représente la conservation du guépard d'Iran, nous avons cherché à connaître les origines de son déclin récent et brutal, et à savoir s'il est encore possible de l'empêcher de disparaître définitivement. Le travail présenté ici est une synthèse bibliographique des études menées jusqu'à ce jour sur le guépard asiatique, son histoire, son statut, son écologie et sa conservation. Après une première partie descriptive de l'animal en lui-même, sa génétique et son écologie, nous parcourons son histoire, de sa séparation géographique et évolutive des autres sous-espèces de guépards vivant en Afrique, jusqu'à sa situation actuelle. La dernière partie de ce manuscrit est consacrée à la conservation de la sous-espèce, les facteurs menaçant sa survie, les mesures mises en œuvre jusqu'ici et les options possibles de conduite à tenir à l'avenir.

I – Panorama de la sous-espèce *Acinonyx jubatus venaticus*

A) Identification

1. Classification

1.1. Taxonomie

La famille des **félidés**, de l'ordre des **carnivores**, classe des **mammifères**, se subdivise en deux ou trois sous-familles, selon la classification considérée. Selon le NCBI (Centre américain pour les informations biotechnologiques), trois sous-familles sont reconnues : les félinés, les panthérinés et les acinonychinés. La base de données ITIS (Système d'information taxonomique intégré), en revanche, intègre en tant que genre les acinonychinés à la sous-famille des félinés (CORBET et HILL, 1991).

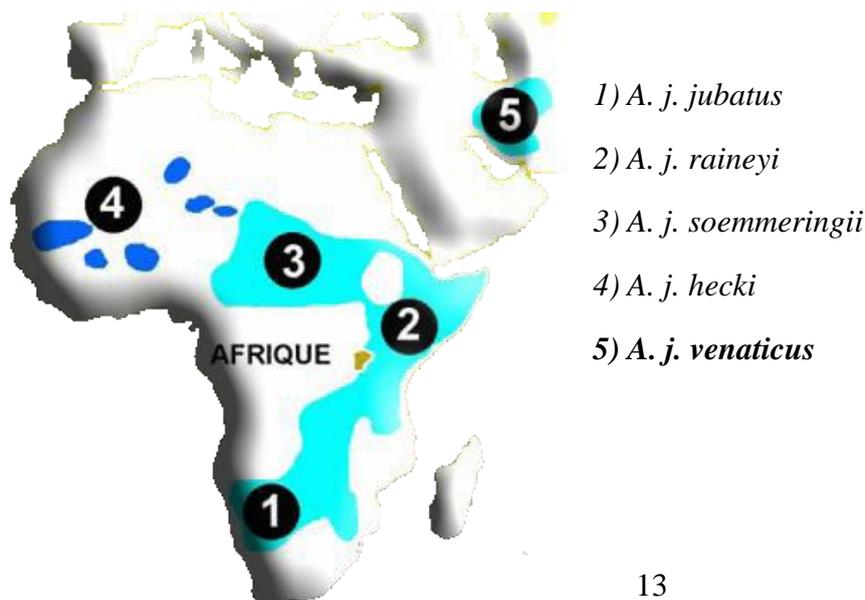
Le guépard, *Acinonyx jubatus*, est la seule espèce du genre *Acinonyx* (Hawawini, 2013), appartenant à la sous-famille des **félinés** (selon la classification ITIS). *Acinonyx* provient du grec *akaina*, signifiant « épine » et *onyx*, « griffes », ce qui qualifie bien cette espèce de félin dont les griffes ont longtemps été considérées comme non-rétractiles (absence de plis de peau les recouvrant). *Jubatus* signifie en latin « à crête », en référence à celle que portent les jeunes Guépards. Le nom italien *gattopardo* signifie « chat-léopard » (Debelmas, 2011).

En 2005, Krausman et Morales ont listé cinq sous-espèces de guépards (Krausman et Morales, 2005 ; Durant *et al.*, 2015) :

- *A. j. hecki* : au nord-ouest de l'Afrique (Sahara, Afrique occidentale)
- *A. j. soemmerringi* : au nord-est de l'Afrique (Ethiopie, Tchad, Soudan, Cameroun, Niger)
- *A. j. fearsoni* ou *raineyi* : en Afrique de l'est (Tanzanie, Kenya, Ouganda, Somalie)
- *A. j. jubatus* : en Afrique du sud
- *A. j. venaticus* : le guépard asiatique, autrefois présent de l'Afrique du nord jusqu'au centre de l'Inde, il n'est plus présent aujourd'hui qu'en Iran. Cette sous-espèce a été proposée pour la première fois par Edward Griffith en 1821 (Durant *et al.*, 2015).

La figure 1 montre la distribution actuelle de ces 5 sous-espèces.

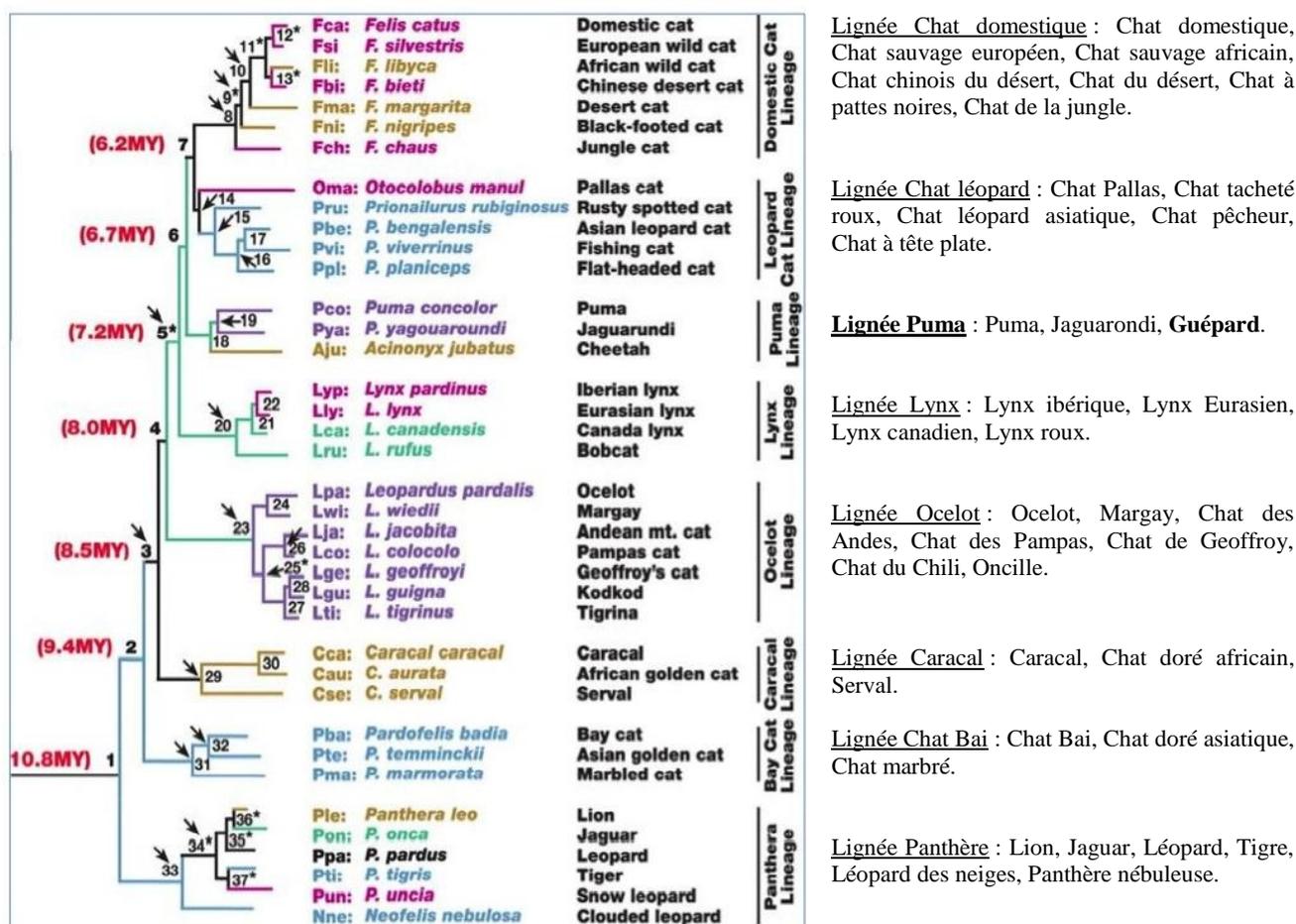
Figure 1 : Distribution actuelle des 5 sous-espèces de guépards (les-félins.com)



1.2. Phylogénie du guépard

D'un point de vue phylogénétique, la famille des Félidés est constituée de 8 lignées apparues successivement au cours du temps, la première (lignée *Panthera*) s'étant isolée il y a environ 10,8 millions d'années. Le guépard appartient à la lignée *Puma*, qui a divergé il y a 6,7 millions d'années et comprend les genres *Puma* et *Acinonyx*. Le genre *Acinonyx* est apparu durant le Pliocène, il y a 3 millions d'années (Johnson *et al.*, 2006 ; figure 2).

Figure 2 : Proposition d'arbre phylogénétique des Félidés (Johnson et al., 2006)



From The late Miocene radiation of modern Felidae ; a genetic assessment, Johnson W.E., Eizrik E., Pecon-Slatery J., Murphy W.J., Antunes A., Teeling E., O'Brien S.J., Science, Vol 311 5757, janvier 2006.

2. Caractéristiques morphologiques

2.1. Morphologie du guépard, *Acinonyx jubatus*

Le guépard possède des caractéristiques morphologiques particulières qui le différencient des autres félins et est ainsi très facilement identifiable. Les mâles sont légèrement plus grands que les femelles. Ils mesurent 75 à 85 cm au garrot pour un corps de 140 à 220 cm de long avec la queue. Ils pèsent en général 50 kg pour les mâles et 40 kg pour les femelles (Marion *et al.*, 2005).

Taillé pour la course, le corps du guépard est musculeux, très aérodynamique, svelte à presque maigre avec de longs membres fins. Ses os sont légers en comparaison des autres félins, et sa colonne vertébrale extrêmement flexible lui permet de projeter ses membres postérieurs loin en avant. Ces caractéristiques lui permettent d'atteindre des vitesses impressionnantes, jusqu'à 110 km/h. Il est connu pour être l'animal terrestre le plus rapide. Sa queue agit comme balancier et gouvernail lors de la chasse, ce qui lui permet d'effectuer de brusques virages, même à grande vitesse (Hawawini, 2013).

Sa tête est petite, ronde et ses oreilles sont courtes. Sa mâchoire est moins développée que chez les autres félins. En revanche, ses cavités nasales sont de plus grande dimension en comparaison, ce qui facilite la ventilation et lui confère également un atout indéniable pour la course. Concernant les griffes du guépard, il a longtemps été considéré que, contrairement aux autres espèces de félins, elles n'étaient pas rétractiles. Cette idée fautive s'explique par la présence d'un pli de peau recouvrant habituellement les griffes des félins lorsqu'elles sont rétractées, qui est beaucoup plus court voire absent chez les guépards, ce qui donne l'illusion qu'elles sont non rétractiles (Hawawini, 2013).

Le pelage du guépard est jaune plus ou moins clair, couvert de petites taches noires pleines et rondes (non disposées en rosettes comme pour les jaguars *Panthera onca* et les léopards *Panthera pardus*). La disposition de ces points est utilisée dans plusieurs études pour identifier les animaux individuellement, puisqu'elle est unique pour chaque animal (Bertram, 1978 ; Caro et Durant, 1991 ; cf paragraphe II.C.2.2.). En effet, les motifs de la robe des guépards sont bien plus variables que ne le laisserait supposer le manque de diversité génétique au sein de l'espèce qui sera évoqué plus loin (cf paragraphe III.A.3.). Cette variation est en fait due à la forte influence de l'environnement sur les motifs de la robe. Ainsi, les bandes de la queue par exemple sont plus semblables au sein d'une même portée, qu'entre un parent et sa progéniture (Caro et Durant, 1991). D'autre part, les jeunes sont recouverts d'un épais duvet avec une crinière gris-bleue sur la tête, le cou et le dos. Mais l'un des éléments les plus caractéristiques de l'espèce est la présence d'un larmier, une bande de poils noirs, semblant « couler » du coin antérieur des yeux jusqu'aux côtés du museau. Cette bande de poils constitue une adaptation au mode de chasse principalement diurne du guépard, en limitant l'éblouissement (Avon, 2016).

2.2. Particularités morphologiques du guépard asiatique, *A. j. venaticus*

Le guépard d'Asie est très semblable à son cousin africain, à tel point que sa classification en tant que sous-espèce différente à longtemps été discutée (Harrison, 1968). On peut toutefois noter que le guépard asiatique est généralement un peu moins grand que l'africain (un peu plus de 70 cm de hauteur au garrot contre 75 à plus de 85 cm pour les africains, pour un poids d'environ 30 à 40 kg contre 40 à 60 kg pour les africains) (Farhadinia *et al.*, 2016a), et a un poil d'hiver moins épais et plus doux, avec un sous-poil plus long. Il se distingue également assez bien visuellement par une fourrure plus claire (Nowell et Jackson, 1996) et par une crinière sur la ligne dorsale, de l'arrière du crâne aux épaules (Pocock, 1939 ; Harrison, 1968 ; figure 3).

Figure 3 : Koshki, l'un des deux seuls guépards asiatiques en captivité (Iran) (cheetahsalive.org)

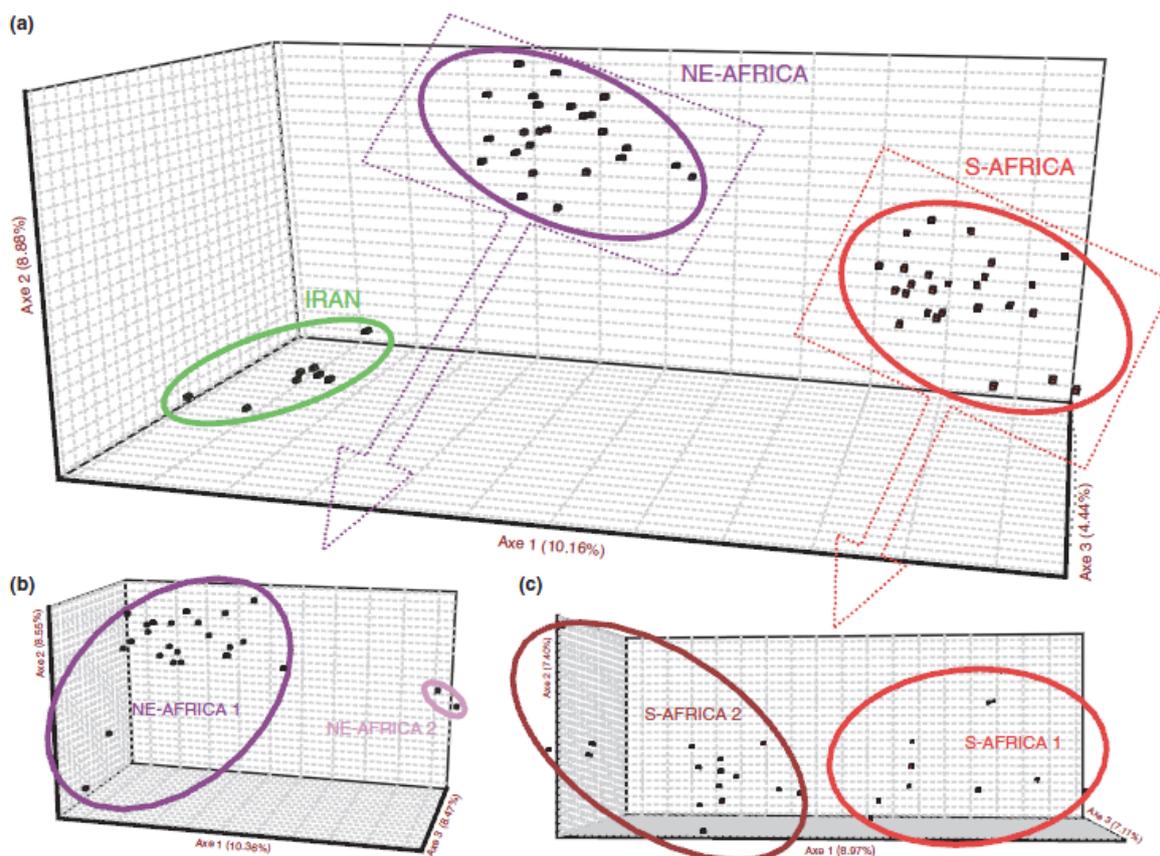


3. Caractéristiques génétiques du guépard d'Asie

Les différences morphologiques très limitées existant entre les sous-espèces africaines de guépards d'une part et asiatique d'autre part ont longtemps laissé planer le doute sur la légitimité d'une telle classification. Ce n'est que grâce aux études génétiques de ces sous-espèces, en particulier l'étude de Charruau *et al.* en 2011, qu'il a été finalement possible de statuer.

Dans cette étude, des échantillons récents de guépards vivants ou morts, ainsi que des échantillons anciens provenant d'ossements ont été récoltés, à la fois sur des individus africains et des individus asiatiques. Au total, 94 individus ont été intégrés dans l'étude, pour un séquençage d'ADN mitochondrial (3 régions) et nucléaire (18 *loci*). La comparaison des séquences d'ADN entre les différentes sous-espèces a mis en évidence une distance génétique importante au sein de ces sous-espèces, et plus particulièrement entre les guépards africains et les guépards d'Asie, ces derniers montrant par ailleurs une diversité génétique significativement plus faible que celle de ses cousins (figure 4).

Figure 4 : Représentation tridimensionnelle des résultats de l'analyse factorielle des correspondances des données génétiques des guépards africains et asiatiques (Charruau, 2011)



Chaque point représente un guépard qui a été génotypé pour 3 séquences d'ADN mitochondrial (60 individus asiatiques, nord-est africains et sud-africains, graphique (a)) et pour 18 *loci* microsatellites d'ADN nucléaire (25 individus nord-est-africains, graphique (b), et 27 individus sud-africains, graphique (c)). Afin d'obtenir une représentation graphique tridimensionnelle des résultats de comparaison, les différences génétiques entre les individus sont projetées sur trois axes, chacun représentant un pourcentage maximum des différences observées. Sur le graphique (a), les 60 individus se répartissent en 3 groupes, qui correspondent à leurs origines géographiques respectives : Iran, Afrique du nord-est et Afrique du sud. Ce graphique illustre donc bien les distances génétiques existant entre ces 3 sous-espèces. Les graphiques (b) et (c) montrent en plus une subdivision supplémentaire au sein des individus nord-est africains et des individus sud-africains respectivement.

Les résultats de cette étude constituent donc un argument fondamental en faveur de la distinction de la sous-espèce *A. j. venaticus* d'avec les sous-espèces de guépards africains. Le guépard d'Asie est une espèce autochtone et monophylétique, c'est-à-dire que tous ses représentants sont issus d'un même ancêtre commun (et non de l'évolution parallèle de différentes lignées ancestrales). Cette importante distance génétique a deux principales conséquences : l'aspect positif est que le maintien de populations locales génétiquement distinctes les unes des autres participe au processus d'évolution et minimise les risques d'extinction d'une espèce (Frankham *et al.*, 2009), mais le point négatif est que l'introduction de « gènes africains » dans la lignée asiatique, afin d'apporter de la diversité génétique pour sauver les guépards d'Asie, représenterait une pollution génétique (Breitenmoser, 2002).

B) Habitat et écologie du guépard d'Asie

Un grand nombre des informations contenues dans ce paragraphe proviennent d'études réalisées sur les guépards africains. Le guépard asiatique a très peu été étudié jusqu'ici, et il reste beaucoup de chose que l'on ne connaît pas à son sujet.

1. Sélection d'un habitat

Les conditions de base nécessaires à la survie d'un organisme reposent sur la disponibilité de ressources essentielles telles que des sources de nourriture, des accès à l'eau et des abris (Morrison *et al.*, 2006). La présence d'une espèce sur un territoire donné n'est donc pas due au hasard, puisque chaque espèce recherche les conditions environnementales qui optimisent au mieux leurs probabilités de survie (Manly, 2002 ; Ottaviani *et al.*, 2004). La connaissance des modes de sélection des habitats fournit de puissants outils pour la gestion et la conservation des espèces sauvages (Sinclair *et al.*, 2006). Cette compréhension constitue une base écologique à partir de laquelle peuvent être prises des décisions concernant le type d'habitat nécessaire au succès d'une translocation ou d'une réintroduction, de même qu'elle fournit des informations cruciales quant à l'établissement de nouvelles réserves ou à la restauration d'habitats naturels (Araújo et Williams, 2000 ; Muntifering *et al.*, 2006 ; Rotenberry *et al.*, 2006).

Concernant le guépard, la plupart des données relatives à son biotope proviennent d'études réalisées sur les sous-espèces africaines (Farhadinia, 2007). Le guépard africain est ainsi connu pour occuper principalement des zones de plaines, abritant des gazelles (*Gazella subgutturosa* et *Gazella bennettii*) (Eaton 1970 ; Caro 1994), même si divers facteurs peuvent impacter la sélection de leur habitat. Une étude de Pettorelli *et al.* (2008) sur les guépards du parc national Serengeti (Afrique de l'est) montrait que le sexe et le caractère territorial d'un individu (tous les individus ne sont pas territoriaux cf paragraphe I.B.4.2.) avaient peu d'influence sur son choix d'habitat, contrairement à l'âge chez les femelles (les jeunes femelles s'avérant plus sélectives que leurs aînées), ou le fait d'avoir une portée pour les femelles âgées (les femelles âgées suitées sont encore moins sélectives que les femelles âgées non suitées). En Asie, la situation est aussi assez variable, principalement du fait des contraintes humaines s'appliquant non seulement au guépard lui-même, mais également à ses proies (Farhadinia, 2004).

2. Habitat du guépard asiatique

2.1. Evolution de l'habitat du guépard asiatique : l'hypothèse de la variation de la disponibilité des proies

Le guépard est l'animal terrestre le plus rapide, avec une vitesse de pointe pouvant dépasser les 100 km/h, une aptitude plus utile en terrain plat qu'en montagnes (Hildebrand, 1961 ; Sharp, 1997 ; Wilson, 2013). D'ailleurs, la majeure partie de la littérature scientifique consacrée au guépard iranien s'accorde pour considérer les plaines désertiques et les zones de petites collines, abritant des gazelles, comme constituant le biotope traditionnel de la sous-espèce (Firouz, 1974 ; Dareshuri & Harrington, 1976 ; Etemad, 1985 ; Ziaie, 1996).

Cependant d'autres auteurs affirment qu'il vit plutôt dans les zones de collines et de montagnes, en se nourrissant de moutons et chèvres sauvages, et qu'il est finalement inexact de conditionner l'habitat du guépard asiatique à la concentration de gazelles (Jourabchian, 1999 ; Farhadinia *et al.*, 2008). Une étude de Nazeri *et al.* (2015) a analysé la distribution de quatre espèces de la réserve de

Touran en Iran : le guépard *A. j. venaticus*, l'onagre de Perse (*Equus hemionus onager*), un ovin sauvage (figure 5a), l'urial (*Ovis orientalis vignei*) et une gazelle, le chinkara (*Gazella Bennettii*). Le guépard y partageait la plus grande partie de son territoire avec le mouton (61 % de la surface), contre seulement 36 % avec l'onagre et 30 % avec la gazelle (figure 5b). Ces résultats font du mouton sauvage la proie de prédilection du guépard dans la réserve de Touran, et suggère un intérêt marqué de ce prédateur pour l'altitude (900-1000 m) et la végétation dense (habitat caractéristique du mouton sauvage). Des études sur le guépard africain ont d'ailleurs montré qu'il apprécie les *kopjes*, des amas de rochers importants au sommet de collines, offrant des points de vue utiles pour repérer ses proies (Caro, 1994 ; Pettorelli, 2008). Hunter *et al.* (2007) ont même suivi des guépards iraniens jusqu'à 2000 à 3000 m d'altitude.

Pour concilier ces deux observations, Farhadinia a émis l'hypothèse suivante : initialement présent dans les plaines désertiques de l'est du pays, le guépard iranien aurait subi les conséquences de l'abandon des mesures de protection les concernant, ses proies habituelles (les gazelles, *Gazella subgutturosa* et *Gazella bennettii*) et lui-même, suite à la révolution à laquelle le pays a dû faire face en 1979. Le guépard a alors dû fuir les plaines, pour se réfugier dans les montagnes abritant des moutons sauvages (*Ovis orientalis vignei*) et des chèvres sauvages (*Capra aegagrus*) (Farhadinia, 2004). Cette hypothèse est très controversée chez les experts de la sauvegarde de la faune sauvage en Iran, puisqu'elle conditionne fortement les mesures à adopter pour la conservation de l'*A. j. venaticus* : faut-il restaurer les populations de gazelles dans les plaines pour permettre aux guépards d'y revenir, ou concentrer les efforts de conservation dans les zones plus accidentées qui les abritent aujourd'hui ? Le problème vient du fait que les études de la population de guépards en Iran sont trop récentes pour fournir des données sur une éventuelle occupation des zones montagneuses avant les persécutions humaines ayant suivi l'abandon des mesures de protection de l'espèce (Farhadinia, 2007).

Figure 5 : Urial *Ovis orientalis vignei*, Turan Park (Crédit Mehi Nabiyan) (a) et Chinkara *Gazella bennettii*, Kavir National Park (Crédit Frans Lanting) (b)



(a)



(b)

2.2. Caractéristiques physiques et topologiques de l'habitat actuel du guépard, et leurs avantages

En Iran, le guépard asiatique vit principalement dans des zones désertiques accidentées (figure 6), avec des collines et des vallées rocheuses, et donc finalement à l'écart des plaines à plus forte concentration de gazelles (Hunter, *et al.* 2007 ; Farhadinia *et al.*, 2008). L'abandon des plaines ne semble cependant pas complètement néfaste pour le guépard, puisque des obstacles et une couverture végétale dense peuvent lui permettre une approche plus discrète de ses proies avant de les attaquer, tout en fournissant des abris pour leur progéniture (Durant, 1998 ; Caro 1994 ; Broomhall *et al.*, 2003 ; Muntifering *et al.*, 2006 ; Pettorelli *et al.*, 2008).

Figure 6 : Aperçu de l'habitat du guépard asiatique, entre les réserves de Miandasht et Saluk, Iran (Farhadinia, 2007) (a) et Guépard asiatique dans l'habitat montagneux de l'aire protégée de Bafq (Farhadinia *et al.*, 2008, photo de Ali A. Karimi)



Dans la réserve de Touran, la présence des guépards comme celle des moutons sauvages est associée aux sources (Nazeri, 2015). En revanche, des études sur les guépards africains ont montré qu'ils évitaient les plans d'eau importants, constituant des lieux de rassemblement de beaucoup de proies potentielles mais également d'autres prédateurs concurrents (Durant *et al.*, 1988 ; Hopcraft *et al.*, 2005 ; Pettorelli *et al.*, 2008).

Les guépards, africains comme asiatiques, ont plutôt tendance à éviter les infrastructures humaines, notamment les stations des gardes-chasse (personnel des aires protégées, ou *rangers*) (Pettorelli *et*

al., 2008 ; Nazeri *et al.*, 2015). Des attaques de troupeaux par ces prédateurs restent toutefois possibles, d'où les conflits récurrents avec la population locale (Marker, *et al.*, 1996 ; Farhadinia, 2012). Par ailleurs, l'étude de Pettorelli *et al.* (2008) sur les guépards africains montrait une corrélation positive entre la présence des routes et des guépards, sans parvenir à l'expliquer avec certitude. Cette corrélation pourrait être un artefact dû à une meilleure détection de la présence des guépards à partir des voies de circulation, les enquêtes se faisant en véhicule, ou à une « forte corrélation spatiale entre routes, lacs et *kopjes* » (Pettorelli *et al.*, 2008).

Enfin, le guépard asiatique en Iran partage son habitat avec d'autres mammifères prédateurs sauvages : le léopard perse (*Panthera pardus saxicolor*), la hyène rayée (*Hyaena hyaena*), le loup gris (*Canis lupus*), le caracal (*Caracal caracal*) et le chacal doré (*Canis aureus*), ainsi que les chiens semi-sauvages, gardiens des troupeaux domestiques. Ces espèces sont en compétition avec le guépard et représentent un danger pour leur progéniture, voire même pour les adultes dans le cas du loup et du léopard (Hunter *et al.*, 2007).

3. Habitudes alimentaires du guépard asiatique

3.1. Proies

D'après les études menées en Afrique, il ressort que le guépard choisit ses proies parmi celles qui sont le plus abondantes, de masse corporelle comprise entre 23 et 56 kg en moyenne, et « rapidement consommables », à cause du cleptoparasitisme (vol d'une proie tuée par un autre prédateur). Par contre, la taille relativement modérée des proies chassées par le guépard semble plus due aux limites physiques de ce dernier, qu'à la nécessité de consommer la proie rapidement, puisque les guépards vivant dans des zones plus denses, avec plus d'abris et moins de cleptoparasites, ne s'attaquent pas davantage à des proies plus grandes (Hayard *et al.*, 2006). Les guépards eux-mêmes sont rarement charognards, contrairement à beaucoup d'autres prédateurs, et se font régulièrement voler leur proie (Hunter *et al.*, 2006 ; Durant *et al.*, 2015). Ils la défendent rarement lorsqu'une espèce concurrente vient la leur disputer et ne retournent jamais à une proie qu'ils ont abandonnée (Hayward *et al.*, 2006 ; Hunter *et al.*, 2006). La fréquence de chasse de chaque espèce de proie dépend de leur disponibilité et du terrain qu'elles fréquentent (Mills *et al.*, 2004).

3.1.1. Proies sauvages

Les proies traditionnelles des guépards sont les gazelles (*Gazella* sp.), vivant dans les plaines et les zones de basses altitudes (Lay, 1967 ; Etemad, 1985 ; Ziaie, 1996). Mais on a vu précédemment qu'en Iran, le guépard avait dû modifier ses habitudes alimentaires à la fin du siècle dernier, lorsque les plaines ont été envahies par les braconniers, chassant indistinctement les guépards et décimant les gazelles (Farhadinia, 2004). Les sources de nourriture principales du guépard d'Asie sont donc devenues des espèces mammifères d'un format proche de celui de la gazelle, mais vivant en zones montagneuses : le mouton sauvage et la chèvre sauvage principalement (Jourabchian, 1999 ; Farhadinia, 2004 ; Hunter, 2007 ; Farhadinia et Hemami, 2010 ; Farhadinia *et al.*, 2012 ; Nazeri, 2015). D'après l'étude de Farhadinia et Hemami (2010) et contrairement aux travaux de Hayard *et al.* (2006), le guépard asiatique ne semblerait pas choisir ses proies en fonction de leur abondance. En effet, les résultats ont montré que ces félins avaient tué deux fois plus de moutons que de chèvres sauvages lors de l'étude, alors que les populations de ces deux ruminants étaient équivalentes en nombre. De plus, le nombre de proies mâles tuées (moutons, chèvres ou gazelles) est significativement plus élevé que le nombre de proies femelles tuées alors que les effectifs de ces

dernières, visualisées à partir de points d'observation, sont largement plus importants sur le site d'étude. Cette sélectivité positive des mâles pourrait s'expliquer par une moindre vigilance de ces derniers par rapport aux femelles, notamment pendant la période de lutte, par l'encombrement des cornes à l'origine d'une moins bonne agilité, et par un nombre généralement plus réduit d'individus constituant les groupes de mâles par rapport au groupes de femelles (Farhadinia et Hemami, 2010).

Observer directement un guépard abattre sa proie est rare, mais il existe d'autres méthodes pour étudier son régime alimentaire, notamment l'analyse des carcasses qu'il abandonne derrière lui, ou encore de ses fèces (Mills *et al.*, 1984 ; Godbois *et al.*, 2005 ; Farhadinia *et al.*, 2012). Ces méthodes ont permis de mettre en évidence la consommation de petits animaux, rongeurs et lièvres (*Lepus capensis*) principalement, par le guépard asiatique (Karami, 1992). L'étude des carcasses sous-estime probablement la part que représentent ces petits animaux dans le régime alimentaire du félin, du fait de la présence de charognards (hyènes, renards, chacals), mais leurs traces se retrouvent bien dans les déjections des guépards (Farhadinia *et al.*, 2012). Ces petites proies ne seraient cependant pas suffisantes pour couvrir les besoins alimentaires du guépard, notamment d'une mère suitée (Hunter *et al.*, 2007).

3.1.2. Déprédation sur les troupeaux domestiques

Hormis la recrudescence du braconnage suite à l'abandon provisoire des mesures de protection du guépard et des gazelles au début des années 80, les plaines ont également été envahies par les troupeaux domestiques, qui sont alors devenus plus accessibles aux guépards, et ce d'autant plus que les gazelles se faisaient plus rares (Farhadinia, 2007). Les attaques de troupeaux ont longtemps été considérées comme d'importance mineure et sans réelles conséquences (Farhadinia, 2004 et 2007), les études sur le guépard africain les présentant comme plutôt rares (Marker *et al.*, 2003 ; Wachter *et al.*, 2006), mais leur fréquence dans certaines régions devient aujourd'hui source d'inquiétude (Hunter *et al.*, 2007 ; Farhadinia, 2007 ; Farhadinia *et al.*, 2012). En effet, même si les preuves d'attaques de troupeaux par les guépards sont globalement rares (figure 7), le prédateur constitue une source d'inquiétude pour beaucoup d'éleveurs, et ce n'est pas toujours sans raison. En particulier, dans la région du refuge de Miandasht (nord-est du pays, seule réserve du pays encore en terrain plat), le bétail est devenu la source de nourriture majoritaire du guépard (Farhadinia *et al.*, 2012). Les organismes de protection de la faune sauvage sont donc confrontés à un problème de taille puisque, même si les éleveurs soutiennent globalement les efforts de conservation du guépard, ils décident parfois de les abattre, et les chiens de protection des troupeaux sont encore moins conciliants (Mills, 1991 ; Marker *et al.*, 1996 ; Marker *et al.*, 2003 ; Selebatso *et al.*, 2008). Dans la réserve de Miandasht, il a même été noté que la période pendant laquelle les guépards chassent le plus les gazelles est l'hiver, alors que les troupeaux sont en pâture, donc bien exposés, mais efficacement protégés par les chiens de garde (Farhadinia, 2007).

Figure 7 : Fèces de guépard contenant de la laine de mouton domestique, Miandasht (Farhadinia, 2007)



3.2. Méthodes de chasse

Là encore, la plupart des informations dont nous disposons proviennent de travaux réalisés sur les sous-espèces africaines de guépards.

Les études du guépard africain ont montré que c'est un animal principalement diurne, qui donc chasse le jour, en recourant à diverses stratégies comme l'approche furtive ou au contraire bien visible pour débusquer les proies dans la végétation haute. Il chasse en moyenne toutes les 30 à 36 heures (Caro, 1994). Certaines études ont également montré une activité nocturne du guépard, en absence de compétition, donc quand une bonne visibilité, permettant d'éviter d'autres prédateurs, ne s'avère pas nécessaire (Marnewick *et al.*, 2006 ; Belbachir *et al.*, 2015).

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la décision de chasser une proie ne dépend pas de la faim du guépard, mais dépend de l'abondance de la proie (il chasse plus volontiers des groupes restreints que des animaux isolés ou au sein de groupes importants), du statut reproductif du guépard et de la présence de compétiteurs. Par exemple, la présence de prédateurs du guépard influence la décision de chasser ou non, sans rapport avec le type de proie, alors que la présence d'un « concurrent » (comme la hyène), n'interfère pas avec la décision de chasser mais peut jouer sur le type de proie sélectionnée à cause du cleptoparasitisme (Cooper *et al.*, 2007).

Le guépard met à profit sa formidable vitesse pour chasser, mais pas uniquement. Malgré une vitesse de pointe supérieure à 100 km/h, il ne peut tenir un rythme soutenu que sur quelques centaines de mètres avant de se trouver exténué, voire de souffrir d'une surchauffe corporelle due à l'activité musculaire intense. Expérimentalement, le guépard cesse de courir lorsque sa température rectale dépasse 40,5 °C (Taylor et Rowntree, 1973 ; Carbone *et al.*, 1999). En conséquence, il cherche d'abord à s'approcher furtivement au plus près de sa proie, avant d'utiliser sa vitesse autant que possible pour la rejoindre, pour enfin ralentir et être capable de suivre la fuite de sa proie et les brusques changement de direction qui en découlent (Wilson *et al.*, 2013).

Le succès de la chasse est majoritairement lié à l'expérience du guépard et à la taille de sa proie, avec un meilleur taux de réussite constaté pour les guépards plus âgés, chassant des proies de tailles petites à moyennes. En effet, les jeunes spécimens qui doivent apprendre l'approche furtive autant

que la poursuite, se font plus facilement repérer, ou ne s'approchent pas suffisamment avant de bondir sur leur proie. En revanche, l'intensité de la faim, la présence de petits et les caractéristiques du terrain ne semblent pas avoir d'influence, ni sur la décision, ni sur le succès de la chasse (Hilborn *et al.*, 2012). Concernant les femelles suitées, une étude de Laurenson (1995) montrait cependant que la chasse de proies de taille moyenne à grande était plus fréquemment tentée et couronnée de succès par les mères, en lien avec l'augmentation de leurs besoins énergétiques pour couvrir la lactation et de la nécessité de partager les dépouilles avec leur progéniture.

4. Reproduction et organisation sociale

4.1. Reproduction

La reproduction est l'un des aspects les moins connus de la biologie du guépard en Iran (Farhadinia, 2007). On pense qu'il se reproduit plutôt en hiver, ce qui permet d'élever les petits au moment des naissances des ongulées (Dareshuri et Harrington, 1976 ; Ziaie, 1996 ; Farhadinia, 1999). Les guépards sont sexuellement matures un peu avant deux ans, et les femelles ont leur première portée vers cet âge-là, après une gestation de trois mois (Caro, 1994). Les portées comprennent généralement entre un et quatre nouveau-nés, souvent trois ou quatre (Farhadinia, 1999), à part dans la réserve de Miandasht où les portées semblent plus réduites (un à deux petits), ce que l'on explique par un accès difficile à la source de nourriture principale, qui reste la gazelle dans cette zone (Farhadinia, 2007). Les femelles s'accouplent avec plusieurs mâles, et les portées contenant des petits de pères différents sont fréquentes (Gottelli *et al.*, 2007). L'adoption par une femelle d'un petit qui n'est pas le sien se produit parfois mais reste exceptionnelle (Caro, 1994).

D'après les études sur le guépard africain, la portée reste à l'abri dans la tanière pendant deux mois, pendant lesquels la mère la laisse seule quotidiennement pour aller chasser (Laurenson, 1994). La mortalité des juvéniles est alors assez importante à cause des prédateurs, jusqu'à plus de 70 % des portées tuées dans leur tanière (donc avant 2 mois d'âge) dans le parc de Serengeti. Sachant qu'ensuite plus de 80 % des jeunes sont tués entre la sortie de la tanière et l'âge de 14 mois, on estime qu'un nouveau-né a moins de 5 % de chance d'atteindre l'adolescence. (Laurenson, 1994 et 1995). Cependant, la mortalité avant la sortie de la tanière apparaît moindre dans les zones accidentées et boisées, donc plus montagneuses, comme c'est maintenant souvent le cas pour les guépards asiatiques (Durant, 1998 ; Farhadinia, 1999). On note toutefois que les mères sont rapidement capables de concevoir à nouveau après la perte d'une portée (Laurenson, 1992). Quand les petits grandissent, ils suivent leur mère pour apprendre à chasser, et restent avec elle pendant dix-huit mois en moyenne. Dans la réserve de Miandasht en Iran, de très jeunes guépards (moins de 1 an) ont pu être observés sans leur mère, de façon très rare, situation que l'on a là encore pu imputer à la faible disponibilité des gazelles dans cette zone (les troupeaux domestiques y sont nombreux), combinée à l'augmentation des besoins énergétiques de la femelle en lactation (Farhadinia, 2007), obligeant les mères à s'absenter plus longtemps pour chasser. Après avoir quitté leur mère, frères et sœurs restent ensemble encore environ six mois avant de se séparer (Caro, 1994), puis les femelles partent de leur côté, et les mâles peuvent faire de-même ou rester ensemble.

4.2. Organisation sociale

A nouveau, les nombreuses études réalisées sur l'organisation sociale des guépards et leur mode de reproduction ont été réalisées sur les sous-espèces africaines. Elles montrent que le guépard est une espèce relativement sociable (beaucoup moins que les lions (*Panthera leo*) cependant) : les femelles

vivent seules quand elles ne sont pas accompagnées de leurs petits, mais les mâles peuvent former des petits groupes de deux ou trois individus, souvent des frères bien que ce ne soit pas systématiquement le cas (Caro 1994 ; Broomhall *et al.* 2003 ; Marnewick *et al.* 2006). Les coalitions de mâles sont alors plutôt territoriales (quelques dizaines de kilomètres carrés), tandis que les femelles et les mâles solitaires ont tendance à arpenter des territoires beaucoup plus vastes, jusqu'à 1 642 km² évalué en Namibie (Caro, 1994 ; Laver, 2005 ; Durant *et al.*, 2015). Les mâles et les femelles s'évitent en dehors des périodes d'accouplement (Gottelli *et al.*, 2007). Contrairement à beaucoup d'autres félins comme le lion, le guépard ne pratique pas l'infanticide. Un mâle peut s'accoupler avec une femelle accompagnée de petits, sans jamais toucher à ces derniers (Hunter et Skinner, 2003).

Dans la nature, les records de longévité enregistrés pour les guépards (en Afrique) sont de quatorze ans pour les femelles et dix ans pour les mâles (Durant *et al.*, 2010), mais en captivité, certains guépards ont vécu jusqu'à vingt ans (Hawawini, 2013). La mort des femelles âgées serait souvent consécutive à une détérioration physiologique liée simplement au vieillissement, alors que pour les mâles, qui meurent en moyenne plus jeune, on suspecte plutôt une augmentation de la compétition intra-groupe, ou une dispersion du groupe (Durant *et al.*, 2004). En effet, dans le parc de Serengeti en Afrique, les jeunes guépards vivant en petits groupes (frères et sœurs séparés de leur mère) survivent plus longtemps que les jeunes solitaires. Par ailleurs, les mâles grégaires présentent de meilleures chances de survie que les individus isolés, mais seulement à condition que les groupes de mâles soient nombreux ; sinon, lorsque ces regroupements sont rares, c'est le contraire que l'on observe (Durant *et al.*, 2004).

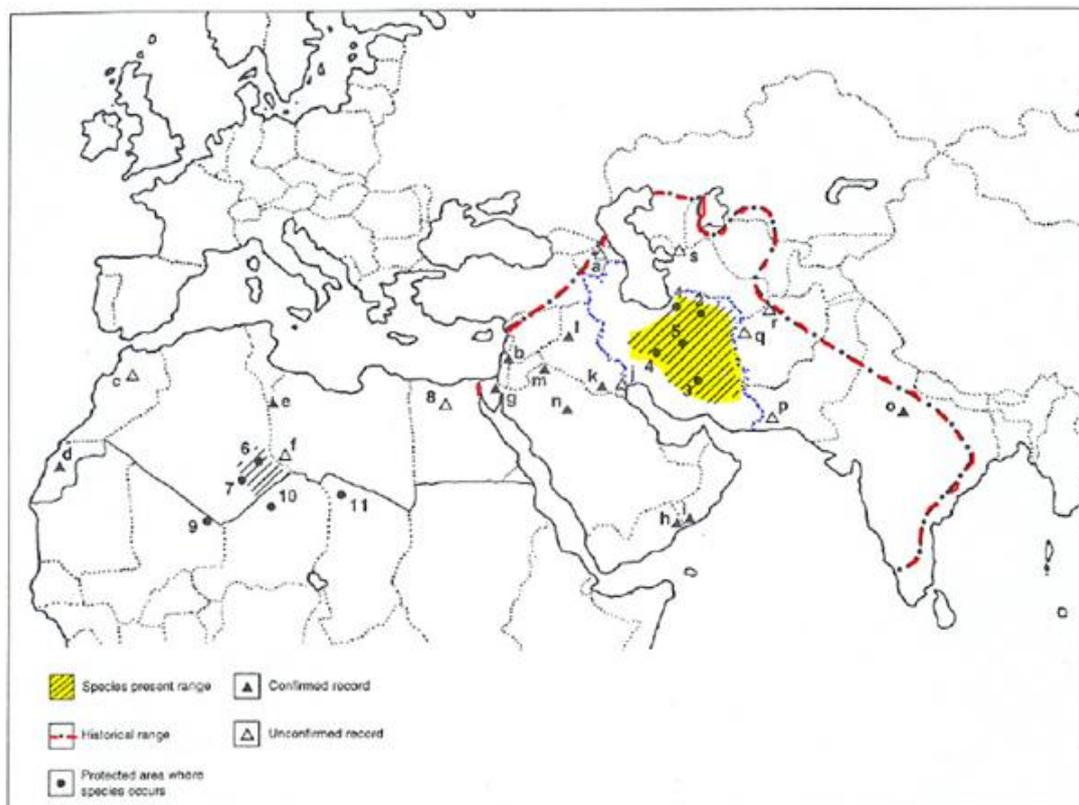
C) Statut et distribution

1. Statut de l'espèce et aire de présence globale

Le guépard figure sur la liste rouge des espèces menacées de l'IUCN (International Union for Conservation of Nature), parmi les espèces dites « vulnérables » (Durant *et al.*, 2015). Son commerce est notamment soumis à un certain nombre de mesures de limitation, comme des quotas par pays, dans le cadre de la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora ; *cf* paragraphe III.C.1.2.). La sous-espèce du guépard asiatique (*A. j. venaticus*) quant à elle figure depuis 1996 parmi les espèces en « danger critique d'extinction » d'après la liste rouge de l'IUCN (Jowkar *et al.*, 2008a), mais il n'y a pas de mesures spécifiques supplémentaires à son sujet dans la CITES.

Autrefois répandu à travers le Moyen-Orient, l'Asie centrale et jusqu'à la frontière de l'Inde avec le Bangladesh (Caro, 1994), le guépard asiatique a été chassé de la quasi-totalité de son aire de répartition d'origine comme l'indique la figure 8 (Nowell et Jackson, 1996). La dernière preuve de la présence du guépard asiatique en Inde date de 1947 (Farhadinia, 2004). Il est également considéré comme éteint au Pakistan (Roberts, 1997 ; Husain, 2001), en Afghanistan (Manati and Nogge, 2008), au Turkmenistan (Jackson 1998), et sa présence n'est plus confirmée aujourd'hui qu'en Iran (Farhadinia, 2004).

Figure 8 : Répartition d'origine VS actuelle du guépard asiatique (Nowell et Jackson, 1996)



En rouge : Limites de l'aire de répartition d'origine du guépard en Asie.

En jaune : Aire de répartition actuelle du guépard asiatique, restreinte au centre et à l'Est de l'Iran.

Points noirs : Aires protégées où des guépards ont été aperçus de nos jours (toutes sous-espèces confondues)

Triangles : Rapports anciens de présence de guépards (toutes sous-espèces confondues), considérés comme (triangles noirs), ou supposés (triangles blancs) dernières preuves de présence dans la zone.

2. Méthodes de détection et de comptage des guépards

Afin d'estimer au mieux l'importance de la population rélictuelle de guépards en Iran, de nombreuses études (dont beaucoup concernent les populations de guépards africains) ont cherché à mettre au point des méthodes de comptage appropriées de ces animaux dans les zones considérées (Farhadinia *et al.*, 2017). Les caractéristiques propres à la biologie et l'écologie de ces grands félins, notamment la dimension de leurs territoires, la faible densité démographique de leurs populations, leurs cachettes, leurs activités nocturnes (pour les autres espèces que le guépard) et leur caractère plutôt « timide », souvent exacerbé sous l'effet des persécutions humaines, en font des espèces difficiles à étudier (Durant *et al.*, 2011).

2.1. Observation directe

La première méthode de détection permettant de se faire une idée de la présence ou de l'absence de guépards asiatiques dans une région donnée consiste à se rendre sur le terrain pour interroger les habitants de la zone (Asadi, 1997 ; Farhadinia *et al.*, 2017). Les personnes les plus susceptibles de disposer d'information sur ces animaux peuvent être des membres du personnel travaillant dans des

aires protégées, des chasseurs, des chercheurs, des taxidermistes, ainsi que les agriculteurs locaux. Les zones ciblées sont celles ayant récemment fourni des preuves de la présence de guépards, et sont généralement peu peuplées par les hommes. De ce fait, la recherche d'informations repose plus particulièrement sur le personnel des aires protégées. Les témoignages des locaux sont pris en considération seulement lorsqu'ils s'accompagnent de preuves tangibles (photographies, empreintes de patte, bétail attaqué...) (Farhadinia, 2007 ; Farhadinia *et al.*, 2017). Les auteurs d'études sur la démographie du guépard peuvent également choisir d'arpenter le territoire des animaux afin de les observer eux-mêmes avec des jumelles, depuis des points de vue souvent choisis en hauteur (Kelly *et al.*, 1998 ; Hunter *et al.*, 2007 ; Farhadinia, 2007).

Ces observations sont datées et localisées, le guépard aperçu peut éventuellement être sexé (un adulte suivi par des petits est une femelle). La présence de familles de guépards (une mère accompagnée de petits) indique une reproduction des individus. Dans la mesure où les juvéniles restent en moyenne 17 mois avec leur mère, et afin de ne pas surestimer le nombre de guépards dans une zone, on considère toutes les occurrences de familles de guépards dans la zone étudiée pendant 17 mois comme n'étant qu'une seule et même famille (Farhadinia *et al.*, 2017).

Interroger les personnes vivant et/ou travaillant dans les aires d'habitat du guépard asiatique permet également de collecter des informations sur la mortalité de ces animaux. Dans la mesure du possible, la cause de la mort est déterminée. Si elle est due à un humain ou à l'activité humaine, les doutes sont rares, mais lorsque le corps d'un guépard est retrouvé (souvent par le personnel des aires protégées), à l'écart d'infrastructures humaines, il est plus compliqué de déterminer la cause de la mort (Farhadinia *et al.*, 2017).

2.2. « *Camera trapping* » et photographie

Les « *Camera traps* », ou pièges photographiques, sont des appareils photos équipés de capteurs de mouvement et/ou capteurs infrarouges, permettant notamment d'obtenir des images d'animaux sauvages sans intervention humaine (figure 9). Ces appareils sont placés dans des endroits jugés propices à l'apparition de l'animal étudié tels que, dans le cas du guépard, des cours d'eau asséchés, des « *playtrees* » (grands arbres isolés, souvent visités par les guépards pour le marquage), des sources ou points d'eau artificiels, des zones où des guépards ou des traces fraîches de guépards ont été récemment aperçus, *etc.* (Farhadinia *et al.*, 2017).

Figure 9 : Jeune guépard asiatique de 7-8 mois, photographié en 2004 par un piège photographique dans la réserve de Miandahst en Iran (Farhadinia, 2007) (a) et Guépard adulte passant devant un piège photographique (National conference on Iranian cheetah, 2013)



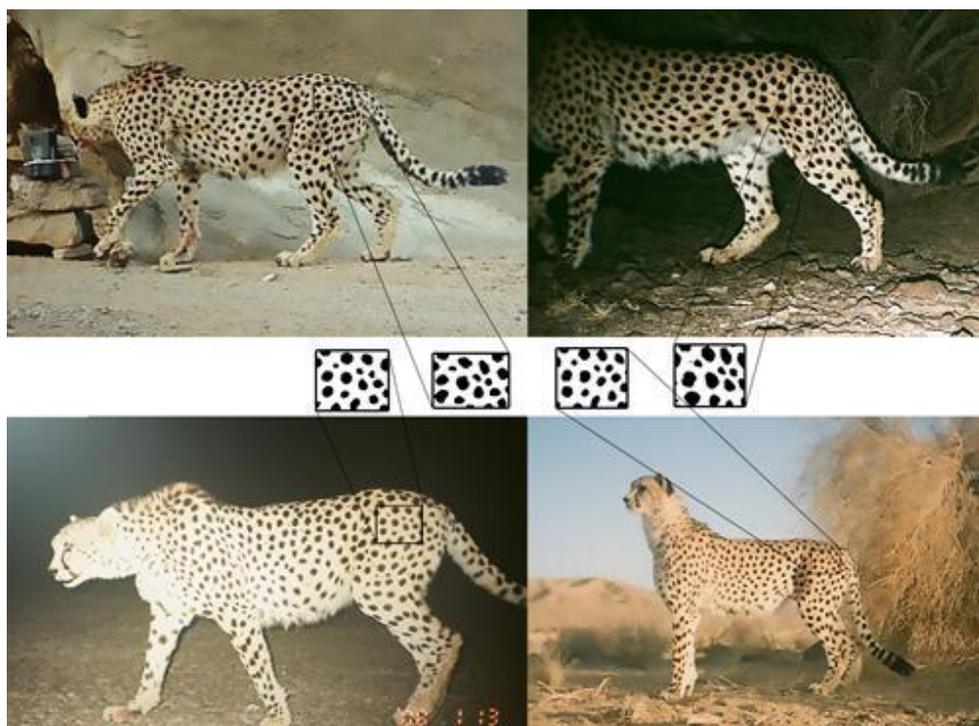
(a)



(b)

À partir des images obtenues, il est alors possible d'identifier individuellement les guépards photographiés, grâce à la disposition des points noirs de la robe (figure 10), qui est propre à chaque individu et constante au cours du temps (Caro et Durant, 1991).

Figure 10 : Identification individuelle à partir du motif propre à chaque animal, chez 4 individus différents (Farhadinia *et al.*, 2014)



Par ailleurs, il est aussi souvent possible de déterminer le sexe (en observant la présence de testicules et de la progéniture accompagnant leur mère) et la classe d'âge des animaux. Ces données permettent à la fois de détecter la présence de guépards, d'en estimer le nombre et de suivre certains individus sur de longues distances, parfois même d'une réserve à une autre (Farhadinia *et al.*, 2013 et 2016b).

2.3. Empreintes

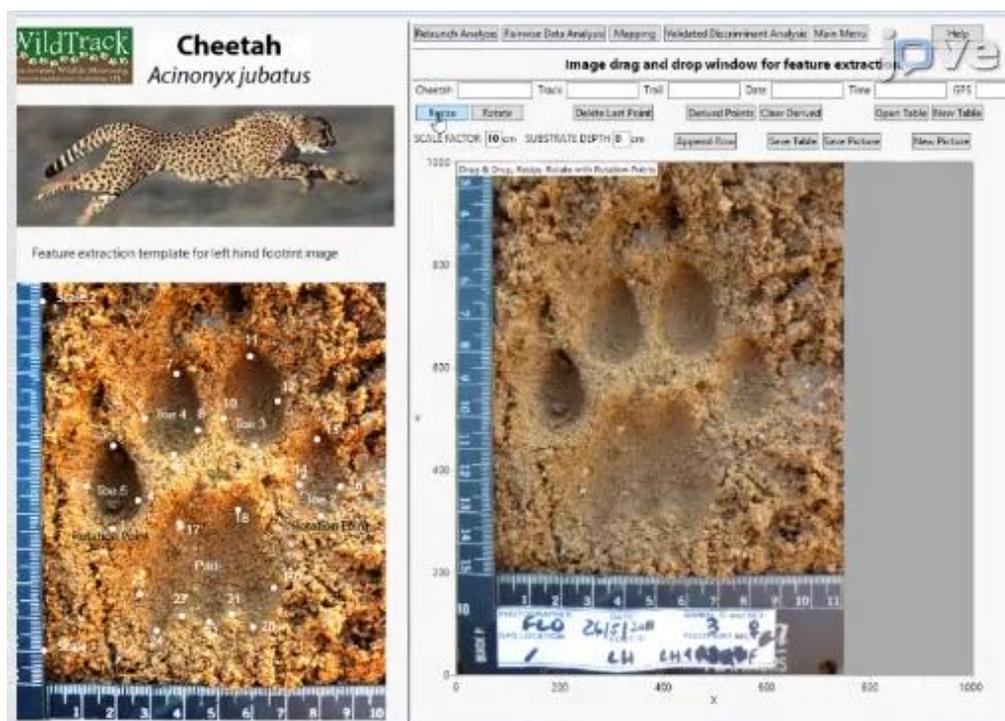
Etudier la présence de guépards dans une zone donnée peut également se faire grâce aux empreintes qu'ils laissent dans certains types de sols meubles, à proximité des points d'eau par exemple (Farhadinia, 2007). Avec un peu d'habitude, les traces des guépards peuvent se distinguer à l'œil nu des traces d'autres espèces de carnivores, ce qui permet ensuite de les mesurer en détail et d'identifier les animaux qui les ont laissées. Il est alors possible non seulement de détecter la présence de guépards dans une zone, mais également de les compter ou de suivre certains individus en particulier. Cette technique, initialement développée par Jewell *et al.* (2001) pour évaluer les populations de rhinocéros noirs (*Diceros bicornis*) en Afrique, a ensuite pu être étendue à d'autres espèces telles que le rhinocéros blanc (*Ceratotherium simim*), le tigre de Sibérie (*Panthera tigris altaica*), et le puma (*Puma concolor*). Elle a ensuite été adaptée au guépard par Jewell *et al.* (2016), en Namibie, avec la construction d'une banque d'images d'empreintes d'individus captifs connus.

Les avantages de cette techniques sont qu'elle est peu coûteuse et qu'elle peut être menée en parallèle avec du « *camera trapping* » ou d'autres analyses nécessitant des prélèvements non invasifs, comme des prélèvements de poils ou de fèces. De plus, avec un substrat adapté, les empreintes constituent le signe le plus répandu de l'activité d'un animal, ce qui rend cette méthode de recensement très fiable. Cette technique nécessite cependant un protocole rigoureux et standardisé pour récolter les images d'empreintes, ainsi que la constitution d'une banque de données constituée à

partir d'images d'empreintes du plus grand nombre d'animaux connus possible, sans oublier un logiciel de traitement d'image adapté pour les analyser (figure 11). Des compétences de pistage peuvent également être intéressantes, notamment pour différencier les traces de plusieurs animaux se déplaçant ensemble. (Jewell *et al.*, 2016).

Toutefois, les études sur le guépard asiatique ne sont pas aussi avancées que celles sur le guépard africain, et cette technique n'est actuellement pas utilisée en Iran ; elle est donc décrite ici à titre indicatif.

Figure 11 : Capture d'écran du logiciel d'identification des empreintes utilisé pour étudier le guépard en Namibie par Jewell *et al.* (2016).



2.4. Comptage et modélisation

La très faible densité démographique du guépard, en Iran comme en Afrique, rend impossible le comptage direct des individus d'une zone donnée, et souvent approximatif et aléatoire le comptage par « camera trapping ». Ce dernier devrait idéalement être basé sur la technique « Capture-marquage-recapture », recommandée comme étant une méthode fiable d'estimation d'un nombre d'individus sur une superficie délimitée. Le principe de cette méthode est de capturer aléatoirement un certain nombre d'individus, de les identifier (ou marquer), puis de les relâcher, pour ensuite répéter cette opération et évaluer la fréquence de recapture (donc la proportion d'individus marqués recapturés lors de la seconde opération). Cette fréquence permet alors d'estimer le nombre réel d'individus présents dans la zone étudiée :

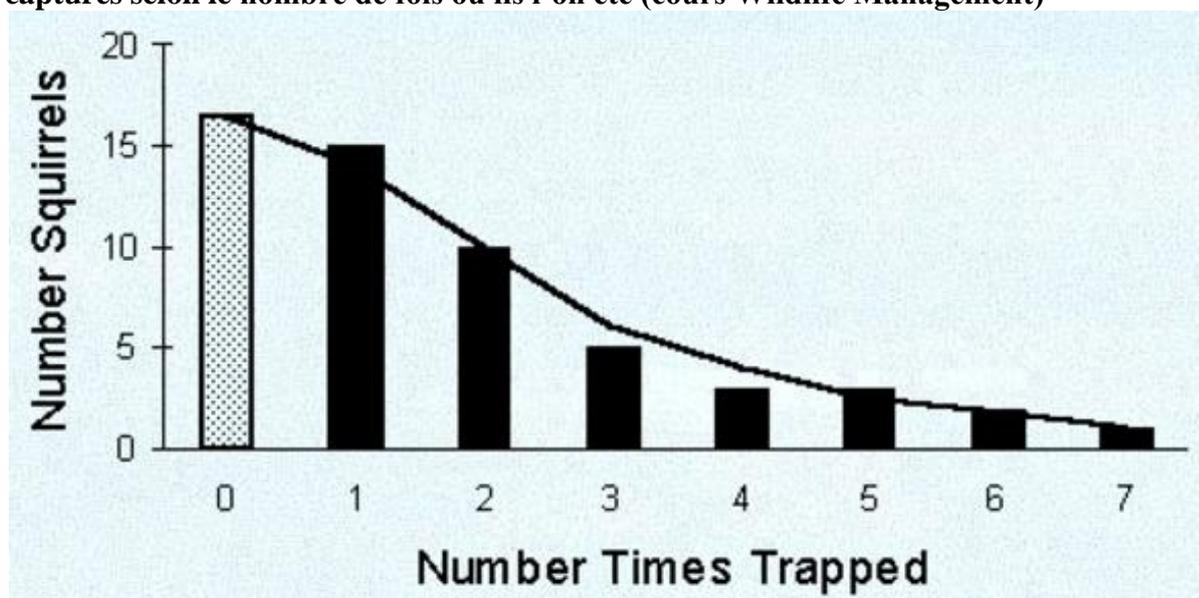
$$P = MC/R$$

avec **P** la population totale, **M** le nombre d'animaux capturés et marqués (puis relâchés) lors de la première opération, donc le nombre total d'animaux marqués dans la population globale, **C** le nombre d'animaux capturés lors de la seconde opération et **R** le nombre d'animaux marqués parmi ces derniers.

Ce principe appliqué au « *camera trapping* » ne nécessite pas la capture physique des animaux, seulement la capture photographique. Cette technique implique de pouvoir identifier les individus, ce qui est le cas ici grâce à la distribution unique des taches sur le pelage (Caro et Durant, 1991) ; mais elle nécessite également de réaliser un échantillonnage approprié. Or, le nombre trop faible de caméras disponibles ne permet d'appliquer cette méthode que rarement.

L'étude de Miandasht s'est donc basée sur le concept du *Minimum Number Alive* (MNA, nombre minimum d'individus vivants : la population étudiée compte au moins le nombre d'individus photographiés), décrit par Krebs en 1999, qui proposait une solution simple pour analyser les images, en dépit du risque d'un fort biais négatif intrinsèque (Farhadinia, 2007). Ce biais peut être en partie corrigé par la méthode des Fréquences de capture : on réalise une série de captures à l'issue de laquelle on compte le nombre d'individus capturés 1 seule fois, ceux capturés 2 fois, 3 fois, *etc.* On obtient alors un histogramme décroissant, avec en abscisse le nombre de capture (nombre de fois qu'un même individu a pu être capturé) et en ordonnée l'effectif des animaux à avoir été capturés ce nombre de fois (figure 12). Ce graphique permet donc, en extrapolant la courbe vers la gauche, d'estimer le nombre d'animaux présents mais jamais capturés, et ce nombre s'ajoute aux effectifs des individus capturés au moins une fois (la somme de ces effectifs correspond au MNA), pour corriger le MNA.

Figure 12 : Exemple d'historgramme représentant les effectifs d'animaux (ici des écureuils) capturés selon le nombre de fois où ils l'ont été (cours Wildlife Management)



Le nombre d'animaux présents jamais capturés (0 fois) est estimé en extrapolant la courbe obtenue à partir des effectifs pour chaque nombre de capture. Dans cet exemple, 15 écureuils ont été capturés 1 fois, 10 écureuils 2 fois, 5 écureuils 3 fois, 3 écureuils 4 fois, 3 écureuils 5 fois, 2 écureuils 6 fois et 1 écureuil 7 fois, ce qui fait au total au moins 39 animaux présents (MNA). On estime que le nombre d'écureuils jamais capturés se situe entre 16 et 17, ce qui porte l'effectif estimé de la population à au moins 55 individus. Cette méthode de correction du MNA ne semble cependant pas avoir été appliquée au guépard en Iran, peut-être du fait de la trop faible densité de ces animaux.

D'autres méthodes de comptage statistique existent, telles que le comptage par *Line-transect* ou *Belt-transect* (compter les individus rencontrés le long d'une ligne ou présent entre deux lignes, puis inférer le nombre à la surface totale), mais ces méthodes sont également difficilement applicables à des populations aussi dispersées et d'effectifs aussi faibles que le guépard en Iran. La méthode de

Distance-sampling cependant, a été comparée à la méthode de Belt-transect simple dans une étude des populations de grands carnivores du parc de Serengeti en Tanzanie, et s'est révélée applicable et très fiable, même sur le guépard (qui est toutefois un peu moins rare sur son territoire que le guépard asiatique en Iran). Cette technique de comptage statistique est basée sur la probabilité de détection d'un individu, en fonction de la distance le séparant du chemin parcouru par les observateurs (Durant *et al.*, 2016).

Les principales méthodes d'évaluation du nombre d'individus sauvages occupant une zone donnée sont résumées, avec leurs avantages et leurs inconvénients, dans le tableau 1.

Tableau 1 : Techniques de comptage et de modélisation démographique

Technique	Principe	Avantages	Inconvénients	Source
Capture-marquage-recapture	Capter des individus, les marquer, les relâcher, recommencer en évaluant la fréquence de recapture d'individus déjà capturés, pour estimer la population réelle	Méthode fiable de comptage d'individus au sein d'une population difficile à recenser (individus dispersés et/ou rares)	Nécessite de capturer des individus (sauf si on utilise le « <i>camera trapping</i> », pour des espèces aux individus visuellement identifiable) et d'échantillonner correctement la population	Farhadinia <i>et al.</i> , 2017
<i>Minimum Number Alive</i>	Le nombre minimum d'individus que contient une population sur une période est le nombre d'individus observés pendant cette période	Simple d'application, ne fait pas intervenir d'extrapolation statistique	Biais négatif intrinsèque, la population est systématiquement sous-estimée	Farhadinia <i>et al.</i> , 2017, <i>Wildlife Management</i>
Fréquence de capture	Estimation du nombre d'animaux présents non capturés à partir des fréquences de capture des animaux capturés	Simple d'utilisation, améliore le MNA	Nécessite des séries de captures s'étendant sur plusieurs jours	<i>Wildlife Management</i>
<i>Transect</i>	Compter les individus rencontrés le long d'une ligne (<i>Line-transect</i>), ou sur une bande de terrain (<i>Belt-transect</i>)	Echantillonnage ciblé, concentration des efforts de détection le long d'une ligne plus susceptible d'attirer les animaux (cours d'eau) dans un habitat hétérogène	<i>Line-transect</i> simple moins informatif que <i>Belt-transect</i> (évolution le long de la ligne mais pas d'informations sur l'effectif total) Difficiles à appliquer à des espèces aussi rares et dispersées que le guépard asiatique	Durant <i>et al.</i> , 2011
<i>Distance-sampling</i>	Compter les individus aperçus à partir d'une ligne parcourue, en évaluant la distance orthogonale de l'animal à la ligne, puis inférer les résultats à la surface totale à partir de la probabilité de détection selon la distance à la ligne	Plus fiable que les méthodes <i>Line-transect</i> et <i>Belt-Transect</i> simples, applicable à des espèces dispersées, utilisable pour évaluer des tendances démographiques sur le long terme	Méthode encore peu sensible pour la détection de changements dans la densité de la population étudiée	Durant <i>et al.</i> , 2011

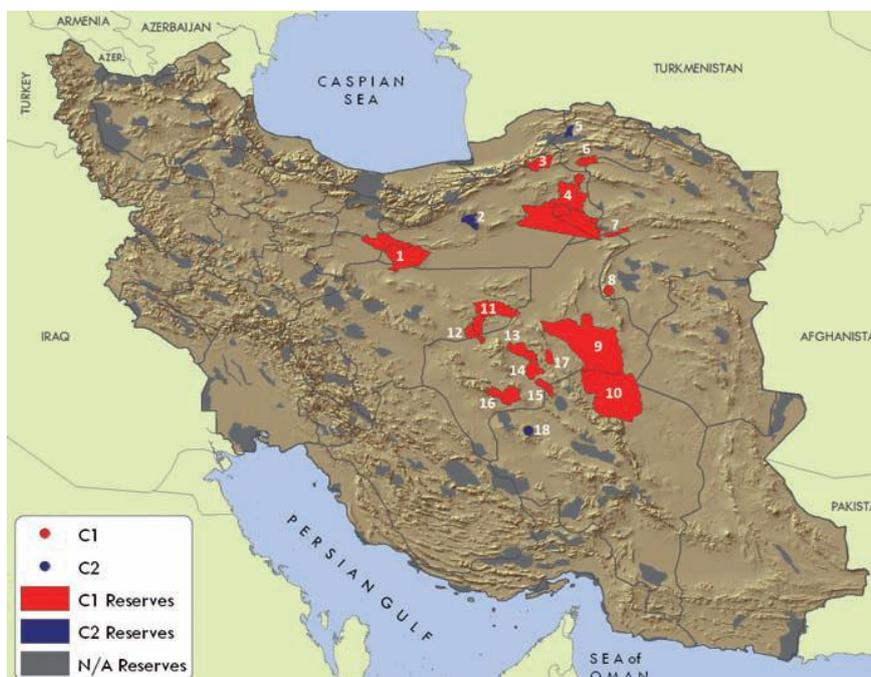
3. Démographie et aires de présence actuelles du guépard asiatique en Iran

Farhadinia *et al.* (2017) ont compilé toutes les prises de vues de guépards en Iran entre 2001 et 2012 : au total, 82 animaux ont été enregistrés sur cette période, dont 67 par « *camera trapping* » et

15 à partir de photographies de visiteurs ou du personnel des aires protégées (Farhadinia *et al.*, 2017). Un peu plus récemment, entre 2011 et 2013, une étude de la démographie des guépards en Iran a été menée avec des pièges photographiques et complétée par des enquêtes de terrain et des questionnaires remplis par des locaux (Farhadinia *et al.*, 2014). Cette enquête a identifié 22 guépards, répartis sur 11 réserves, mais pour des raisons économiques elle ne se concentrait que sur des zones où la présence du guépard était considérée comme certaine, et toutes ces zones n'ont pas pu être examinées aussi complètement que prévu au départ, principalement pour des raisons de sécurité. Plus globalement, après avoir compilé les résultats des études de démographie à l'échelle du pays (par « *camera trapping* ») menées entre 2010 et 2013 par l'*Iranian Cheetah Society* (ICS, Organisation Non Gouvernementale iranienne) et le département iranien de l'environnement, en partenariat avec le *Conservation of Asiatic Cheetah Project* (CACP) et l'association Panthera, l'ICS a estimé qu'il restait entre 40 et 70 guépards en Iran (ICS, 2013). La dernière évaluation en date fait état de moins de cinquante individus (Durant *et al.*, 2016), mais cette estimation fait partie d'une étude démographique globale du guépard (africain et asiatique), et ne se focalise pas sur la sous-espèce présente en Iran. Quoiqu'il en soit, malgré le développement des techniques de « *camera-trapping* » depuis 2001, qui ont considérablement amélioré les connaissances de la distribution du guépard, une estimation solide et précise de la population reste encore hors de portée. En effet, la densité extrêmement faible des populations résiduelles, l'étendue des territoires occupés et l'habitat ouvert et aride complique l'installation de sites de « *camera-trapping* » productifs. Par ailleurs, les modèles conventionnels de « capture-marquage-recapture » sont très difficiles à appliquer, à cause de la très faible probabilité de détection, en particulier pour les femelles (Farhadinia *et al.*, 2017).

Depuis 2001, au moins dix-huit réserves (de statuts variables mais toutes protégées par le Ministère de l'environnement) et leurs alentours (les guépards ne se restreignent pas aux zones protégées) sont considérées comme abritant le guépard asiatique, dont quinze ont été confirmées en tant que telles (Farhadinia *et al.*, 2016a : Figure 13).

Figure 13 : Réserves iraniennes abritant de façon certaine (rouge) ou fortement suspectée (bleu) le guépard iranien (Farhadinia *et al.*, 2016a)



Aires protégées :

- 1) Kavir,
- 2) Chah Shirin,
- 3) Khosh Yeilagh,
- 4) Touran,
- 5) Takhti Iran,
- 6) Miandasht,
- 7) Dorouneh,
- 8) Boshrouyeh,
- 9) Naybandan,
- 10) Darband,
- 11) Abbas Abad,
- 12) Siahkouh,
- 13) Dareh Anjir,
- 14) Ariz,
- 15) Bafq,
- 16) Kalmand,
- 17) Kamki Bahabad,
- 18) Rafsanjan.

L'aire de répartition du guépard se subdivise en trois noyaux principaux (Farhadinia *et al.*, 2016a) :

- Au nord-est : ce noyau est connu comme étant le plus important en termes de reproduction du guépard asiatique (neuf des quinze familles enregistrées dans le pays entre 2003 et 2016 vivent dans cette zone). Il comprend Touran BR (Biosphere Reserve, 14 000 km²), l'une des plus grandes réserves du pays et connue depuis des années pour abriter des guépards (Etemad, 1985 ; Asadi, 1997 ; Farhadinia, 2004), ainsi que cinq petites réserves, à savoir Dorouneh PA (Protected Area, 667 km²), Miandasht WR (Wildlife refuge, 850 km²), Kosh Yeilagh WR (1 380 km²), Chah Shirin NHA (No Hunting Area, 680 km²) et Takhti Iran NHA (350 km²). Une récente enquête de population à Touran BR a confirmé la présence d'au moins cinq guépards adultes dans cette réserve (Ashayeri *et al.*, 2013), et au moins six portées ont été répertoriées depuis 2002 à Miandasht WR.
- Au sud : c'est un noyau constitué de onze réserves, incluant Bafq PA (885 km²), Dareh Anjir WR (1 753 km²), Siahkouh NP (National Park) et PA (2 057 km²), Kalmand PA (2 290 km²), Abbas Abad WR (3 050 km²), Ariz NHA (1 313 km²), Kamki Bahabad NHA (650 km²), Rafsanjan County, Boshruyeh County, et le complexe de Naybandan WR (15 160 km²) et Darband WR (14 000 km²). C'est à Naybandan que la première image de guépard par un « *camera trap* » a été obtenue en octobre 2001 (Jourabchian et Farhadinia, 2008). Dareh Anjir WR est considérée comme la principale réserve de guépards du noyau sud car la majorité des individus détectés dans ce noyau vivent dans cette zone refuge.
- Kavir : Kavir NP, à proximité de Téhéran, est traditionnellement considéré comme un site abritant des guépards asiatiques (Asadi, 1997), mais malgré trois saisons de « *camera trapping* » (2003, 2005, 2009-2010), seuls deux individus ont pu y être observés.

Ces observations rentent encore à compléter par des études supplémentaires, notamment dans la partie sud-est du pays, zone très peu explorée du fait de la forte activité des trafiquants de drogue.

Toutefois, le guépard asiatique ne se cantonne pas à ces territoires et des apparitions sporadiques sont parfois enregistrées en dehors des noyaux. Les guépards se déplacent beaucoup entre les réserves et couvrent de grandes distances (Farhadinia *et al.*, 2013 et 2016b ; Moqanaki & Cushman, 2016), jusqu'à 217 km selon l'étude par « *camera trapping* » publiée en 2016 et réalisée de 2011 à 2016. Ces résultats mettent en évidence la nécessité d'inclure dans les zones protégées des « couloirs » qui permettraient aux guépards de passer avec moins de risque d'une réserve à l'autre (*cf* paragraphe III.D.2.). Par ailleurs, une étude globale sur le déclin des populations de guépards (africaines et asiatiques) a réalisé des simulations sur la démographie de l'espèce selon les zones, et il est apparu qu'avec une reproduction faible voire inexistante hors des aires protégées où le guépard est par conséquent plus vulnérable, le nombre global de guépards chutait dramatiquement. Pour compenser ce déficit de reproduction hors des zones protégées, et donc sauver l'espèce de l'extinction, des taux de reproduction très élevés étaient nécessaires à l'intérieur des aires protégées, ce qui est loin d'être le cas en pratique. Ces simulations mettent donc également en évidence l'importance d'assurer des conditions propices à la reproduction du guépard même en dehors de aires protégées (Durant *et al.*, 2016).

II – Histoire du guépard asiatique

A) Histoire ancienne du guépard – Apports de la génétique

1. Les outils génétiques

Les méthodes analytiques d'étude de variabilité et de transmission génétique au sein des individus sont basées sur l'analyse d'arbres généalogiques. Elles sont de ce fait difficiles, voire impossibles, à appliquer à des populations sauvages, en particulier chez des espèces aussi dispersées et discrètes que le guépard (les pédigrées des animaux sont par conséquent très rarement connus). Pour étudier ces espèces, on utilise des méthodes d'analyse moléculaires (François-Brazier, 2017).

1.1. Récolte de matériel biologique

Les études de génétique moléculaire nécessitent une certaine quantité de matériel biologique, afin d'en extraire des protéines ou de l'ADN. Si la récolte d'échantillons (tels que du sang, des poils, des biopsies musculaires ou cutanées...) en quantité suffisante pose peu de problèmes sur les animaux en captivité, les difficultés rencontrées peuvent être beaucoup plus nombreuses lorsqu'il s'agit d'animaux sauvages. La capture de l'animal permet une bonne récolte d'échantillons (en qualité et en quantité), mais peut représenter un défi en fonction du coût, des risques associés, du personnel nécessaire à l'intervention... Les prélèvements sont donc le plus souvent des morceaux de fourrure, de fèces, d'os... retrouvés après le passage d'un animal, souvent en faible quantité et parfois inexploitable.

1.2. Electrophorèse de protéines

L'ADN, macromolécule constituée de longues chaînes de paires de bases formant des séquences, code des protéines, composées d'acides aminés possédant une charge électrique. Cette charge permet aux protéines de migrer dans un gel d'électrophorèse, sous l'application d'un courant électrique, selon leur charge, leur taille et leur forme. Cette technique permet donc de visualiser une substitution, une perte ou un ajout d'acide aminé (et donc une variation dans la séquence de paires de bases de l'ADN), dans les cas où cette modification affecte la vitesse de migration de la protéine (François-Brazier, 2017).

On peut ainsi comparer le génome de différents individus en analysant les différentes isoformes des protéines produites à partir de cette information génétique, pour évaluer la diversité génétique d'une population. Cette méthode appliquée au guépard a permis de mettre en évidence la très faible diversité génétique existant au sein de l'espèce (O'Brien, 1983). Cette technique est rapide, facile à mettre en œuvre et de faible coût, mais elle comporte deux limites majeures : d'une part le milieu utilisé implique que seules les protéines hydrosolubles peuvent migrer, et d'autre part les parties de l'ADN non codant (ou ne codant pas de protéines) ne peuvent pas être étudiées (François-Brazier, 2017).

1.3. Etude de l'ADN

Chaque cellule nucléée contient deux lots de molécules d'ADN (François-Brazier, 2017) :

- Le premier se trouve dans les mitochondries et a été le premier étudié par les généticiens. Il est relativement petit, facilement isolable et présent en plusieurs milliers de copies par cellule. Il est haploïde et transmis par la mère dans la plupart des espèces animales. Par ailleurs, il n'y a pas de phénomène de recombinaison entre molécules d'ADN mitochondrial, ce qui le rend particulièrement intéressant pour construire des arbres phylogénétiques.
- Le second se trouve dans le noyau et peut lui aussi être utilisé en génétique des populations grâce au développement des techniques de biologie moléculaire.

1.3.1. Extraction de l'ADN

Les analyses de l'ADN nécessitent au préalable d'extraire l'ADN des cellules et de le purifier. Il existe différentes méthodes, mais les protocoles classiques suivent globalement tous le schéma suivant : destruction des tissus afin de libérer l'ADN du noyau et de la mitochondrie, élimination des protéines et des peptides (par précipitation puis centrifugation), et précipitation de l'ADN dans l'alcool pur et purification. Le principal inconvénient de ce protocole est qu'une quantité non négligeable de matériel génétique est perdue à chaque étape, il faut donc un échantillon initial contenant une quantité suffisante de matériel génétique pour obtenir suffisamment d'ADN purifié à la fin (Ifremer, 2006).

1.3.2. Amplification du matériel génétique

Il est souvent nécessaire d'amplifier la quantité de matériel génétique à étudier, notamment lorsque l'échantillon de départ n'a pas permis d'en obtenir suffisamment pour réaliser les analyses. On utilise pour ce faire la méthode de *Polymerase Chain Reaction* (PCR), officiellement créée par Kary Mullis dans les années 1980, ce qui lui vaudra le prix Nobel en 1993 (Pignet, 2007).

Cette méthode comporte trois étapes successives (François-Brazier, 2017) :

- dénaturation : séparation des deux brins d'ADN par la chaleur (95 °C)
- hybridation : hybridation spécifique de séquences « amorces » (environ 20 paires de bases), complémentaires des séquences encadrant la portion d'ADN étudiée à une température dépendant de la composition des amorces.
- copie par élongation de la molécule d'ADN à partir des amorces : synthèse d'un brin d'ADN complémentaire à la séquence étudiée par une enzyme *Taq* polymérase, à partir de nucléotides libres en milieu chauffé (72 °C)

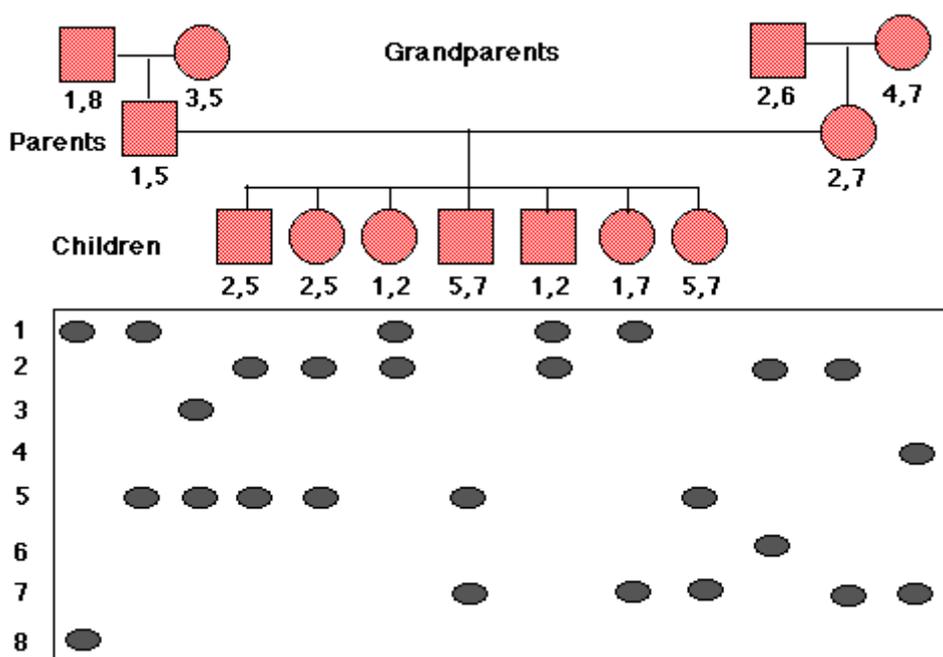
Ces trois étapes sont répétées 30 à 40 fois, ce qui permet de produire de très nombreuses copies de l'ADN de départ. Cette technique est peu coûteuse, rapide (3 heures), et possible chez de très nombreuses espèces grâce à l'existence de séquences conservées au sein du génome d'espèces phylogénétiquement proches (comme la séquence du cytochrome b par exemple), ce qui permet l'utilisation d'amorces communes. Les études sur le guépard l'ont utilisée, ce qui permettait notamment de pallier le déficit fréquent de matériel génétique (capture de l'animal difficile, échantillons souvent de mauvaise qualité, matériel biologique ancien) (O'Brien et Johnson, 2005 ; Charruau *et al.*, 2011).

1.3.3. Restriction fragment length polymorphisms (RFLPs)

Cette technique, datant des années 1980 et initialement développée pour l'étude des maladies génétiques, permet d'obtenir des profils génétiques propres aux individus, que l'on peut ensuite comparer entre eux. Elle repose sur l'utilisation d'une enzyme de restriction (ou endonucléase), une enzyme bactérienne capable de couper l'ADN étranger en un site de restriction spécifique, généralement défini par une séquence spécifique de quelques paires de bases. Lorsque l'on utilise plusieurs enzymes de restriction en même temps, le nombre et l'emplacement des sites de restriction, variant d'un individu à l'autre (la modification d'une seule paire de bases suffit pour faire apparaître ou disparaître un site de restriction) permettent, une fois les fragments séparés par électrophorèse (notamment selon leur longueur), de distinguer les profils d'individus différents. La révélation des fragments sur le gel d'électrophorèse se fait par hybridation de sondes marquées (fluorescentes ou radioactives par exemple), complémentaires des fragments d'intérêt séparés sur le gel.

La transmission des sites de restriction étant héréditaires, il est possible d'utiliser cette technique pour étudier les liens génétiques entre individus (figure 14).

Figure 14 : Transmission de 8 allèles de marqueurs RFLP au cours de trois générations, grands-parents (4 individus), parents (2 individus), enfants (7 individus) et application à l'étude des maladies héréditaires (RFLP, biology-pages.info)



Les carrés représentent les hommes, et les ronds les femmes. Les grands-parents paternels (en haut à gauche) possèdent les allèles (responsables d'une certaine configuration de sites de restriction) n° 1 et 8 pour le grand-père et n° 3 et 5 pour la grand-mère. Il transmette chacun un allèle à leur fils, le grand-père transmettant le n° 1 et la grand-mère le n° 2. De même du côté maternel, la mère hérite de l'allèle n° 2 par son père (qui possède les allèles 2 et 6), et de l'allèle n° 7 par sa mère (qui possède les allèles 4 et 7). Ainsi, les combinaisons alléliques des 7 enfants ne peuvent contenir que les allèles 1, 5, 2 et 7. Donc, si tous les individus de la famille possédant l'allèle n° 2 par exemple (soit le grand-père maternel, la mère et 4 des 7 enfants) sont atteints d'un trouble héréditaire, tandis qu'aucun individu ne possédant pas l'allèle n° 2 n'est atteint de ce trouble, on peut en déduire que le gène responsable de la maladie est fortement lié au gène à l'origine du RFLP n° 2.

Dans le cadre des études de diversité génétique au sein des populations, l'obtention de profils de restriction permet de comparer génétiquement des individus entre eux, et plus les profils sont variés, plus la diversité génétique de la population est importante. Contrairement à l'électrophorèse des protéines, cette technique détecte les mutations silencieuses et le polymorphisme des parties non codantes de l'ADN, elle fournit donc plus d'informations sur l'évolution du génome de l'espèce. Elle est cependant longue à réaliser, à cause du temps nécessaire au choix des enzymes de restriction et à l'analyse des profils.

Cette technique peut être utilisée seule, pour obtenir des profils de restriction, ou en tant qu'étape préliminaire à l'utilisation de sondes minisatellites et microsatellites (*cf* paragraphe suivant). Cette association a notamment été mise en œuvre dans des études concernant le guépard et son histoire (Menotti-Raymond et O'Brien, 1993 et 1995).

1.3.4. Hybridation de sondes minisatellites et microsatellites : *DNA fingerprinting* (littéralement « empreinte digitale génétique »)

Les sondes minisatellites et microsatellites sont des séquences en tandem répétées au sein d'un génome, de 20 à plusieurs centaines de nucléotides pour les premières et de 1 à 6 nucléotides pour les secondes, marquées par radioactivité ou fluorescence par exemple. Ces séquences hypervariables peuvent s'hybrider aux fragments d'ADN étudiés (et obtenus après digestion enzymatique) lorsqu'ils présentent des séquences de bases complémentaires, ce qui permet de produire des profils ADN constitués de bandes d'intensité variable. En effet, plus il y a de répétitions dans le fragment d'ADN, plus le nombre de sondes radioactives s'étant hybridées est important et donc plus la bande est intense (François-Brazier, 2017).

Les variations détectables grâce à ce système de bandes d'intensité variable sont tellement importantes que chaque individu peut être reconnu comme unique (d'où cette notion d'empreinte génétique, ou *DNA-fingerprinting*). Cette technique est donc particulièrement intéressante en ce qui concerne l'étude de parenté entre individus, et pour visualiser les variations génétiques au sein d'une population, comme cela a été fait chez le guépard (Menotti-Raymond et O'Brien, 1993 et 1995 ; Morris *et al.*, 2014).

1.3.5. Amplification fragment length polymorphisms (AFLPs)

Cette technique, développée à partir du concept *DNA fingerprinting*, associe la méthode RFLP et la méthode d'amplification par PCR. Elle comporte trois étapes : obtention de profils d'ADN par clivage enzymatique (méthode RFLP), amplification sélective de fragments d'intérêt par PCR (on choisit des amorces qui ne permettent l'amplification que des fragments désirés), et analyse par électrophorèse des fragments amplifiés (Vos *et al.*, 1995). Le principal avantage de cette méthode est la possibilité d'utiliser de nombreux marqueurs polymorphes dans la plupart des espèces, même en l'absence de séquençage préalable de l'ADN. Par ailleurs, sa rapidité, son efficacité, sa reproductibilité et la capacité des marqueurs AFLP à produire un large échantillon du génome étudié font aujourd'hui de cette technique l'une des plus intéressantes en matière de génétique des populations (phylogénétique, consanguinité...), bien qu'elle ne semble pour l'instant pas avoir été appliquée à l'étude du guépard.

1.3.6. Séquençage de l'ADN et *Single Nucleotid Polymorphisms* (SNPs)

Après séquençage d'une portion d'ADN, les marqueurs SNPs permettent de mettre en évidence des variations d'un seul nucléotide sur cette portion. C'est le polymorphisme le plus abondant du génome : en moyenne un tous les 500 paires de bases dans beaucoup d'espèces. Il n'y a généralement que deux allèles possibles pour un SNP, du fait du faible taux de mutation au niveau d'une seule paire de bases (environ 10^{-8} changement par génération), le polymorphisme d'un marqueur SNP est donc moindre que celui d'un marqueur microsatellite, mais c'est leur nombre et leur vaste répartition au sein du génome qui confère de la puissance à cette technique (Brumfield *et al.*, 2003). De plus, les marqueurs SNPs étant plus petits que les marqueurs microsatellites, ils permettent d'analyser de l'ADN dégradé ou récolté en très petite quantité. En revanche, l'exploitation de l'énorme quantité d'informations que leur analyse génère demeure difficile et nécessite le développement de puissants moyens informatiques d'analyse statistique. Les marqueurs SNPs ne semblent pas avoir été utilisés pour étudier l'histoire du guépard.

1.3.7. Génomique

Les méthodes génomiques ne s'intéressent plus seulement à la séquence nucléotidique de l'ADN, mais également à l'identification des gènes et de leurs fonctions. Elles permettent de réaliser des cartographies génétiques, et donc de localiser les gènes sur le chromosome. L'analyse de la fonction des gènes a pour but de comprendre par exemple l'effet que peut avoir la substitution de nucléotides sur la valeur adaptative ou la prédisposition naturelle aux maladies d'une population (François-Brazier, 2017).

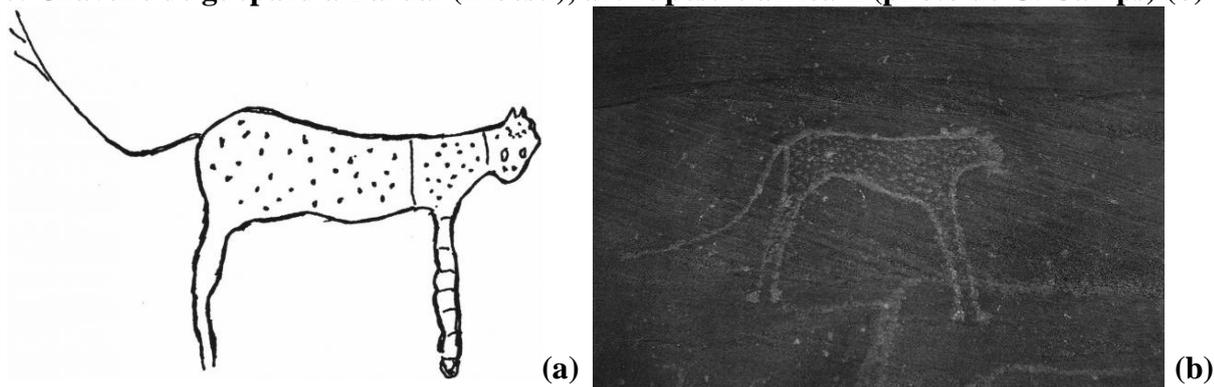
Ces techniques sont récentes et connaissent un développement rapide. O'Brien *et al.* (1999), ont comparé les génomes de différentes espèces en reliant les données génétiques aux différences phénotypiques (morphologie, physiologie...) entre espèces. C'est un moyen de déterminer la fonction de certains gènes, mais aussi d'élaborer des arbres phylogénétiques et de comprendre l'évolution de ces mêmes gènes.

Les informations contenues dans le paragraphe suivant sont en partie issues des études ayant appliqué toutes ces techniques d'analyses génétiques.

2. Préhistoire

Le dernier ancêtre commun de la famille des félinés serait un félin préhistorique apparu il y a environ 20 millions d'années. La lignée *Puma*, à laquelle appartiennent le puma et le guépard, a ensuite divergé il y a 6,7 millions d'années (Miocène), puis les genres *Puma* et *Acinonyx* se sont finalement séparés à la fin du Pliocène, il y a environ 3 millions d'années (Johnson *et al.*, 2006). Les différentes sous-espèces de guépards (*Acinonyx jubatus*) se sont alors individualisées progressivement, dont la sous-espèce asiatique *Acinonyx jubatus venaticus*, apparue il y a 32 000 à 67 000 ans (Charruau *et al.*, 2011). Au Miocène, l'ancêtre du guépard actuel était présent en Amérique du nord et en Europe autant qu'en Afrique et en Asie (Adams, 1979), et ce jusqu'à 10 000 ans avant notre ère (Kurten, 1968 ; Kurten et Andersen, 1980). Cependant, le guépard ne se retrouve que sur de rares peintures rupestres (figure 15), telles que celle d'Hadjar Berrik (Sud oranais, Algérie) relevée par H. Lhote (1970), ou celle de Bardai au Tibesti (Tchad) (cité par Camps-Fabrer, 2011).

Figure 15 : Gravure vraisemblable d'un guépard, Hadjar Berrik (relevé de H. Lhote, 1970) (a) et Gravure de guépard à Bardai (Tibesti), art rupestre africain (photo de G. Camps) (b)



Le guépard fait partie des espèces animales les plus consanguines qui existent (cf paragraphe III.A.3.1) et l'hypothèse retenue pour expliquer cette perte de variation génétique est celle de « l'effet entonnoir ». Au cours de son histoire, le guépard aurait vécu un ou plusieurs épisodes d'effondrement démographique brutal, suivie de reproduction entre individus fortement apparentés conduisant à une augmentation de la consanguinité. La proximité génétique détectée entre les différentes sous-espèces africaines de guépards suggère qu'un important épisode de ce type s'est produit avant la séparation spatiale des sous-espèces (O'Brien *et al.*, 1987). A partir d'une étude génétique sur des portions d'ADN hypervariables chez le guépard sud-africain et le guépard est-africain, Menotti-Raymond et O'Brien (1993) ont daté cet épisode de la fin du Pléistocène, soit il y a 10 000 à 12 000 ans. On estime que c'est à partir de ce moment que le guépard a disparu d'Amérique et d'Europe à l'état sauvage. Les drastiques changements climatiques mondiaux s'étant produits à cette période (Martin *et al.*, 1967) pourraient avoir contribué à l'hypothèse du goulet d'étranglement génétique avancée pour expliquer la très faible diversité génétique actuelle du guépard. En effet à cette époque, de nombreuses espèces de mammifères ont disparu, notamment au moins quatre espèces du genre *Acinonyx* et autant de sous-espèce d'*Acinonyx jubatus* (Martin, 1967 ; Kurten, 1968 ; Adams, 1979 ; Kurten et Anderson, 1980).

B) Antiquité et Moyen-âge

Il existe peu de preuves historiques de dressage du guépard africain, bien que certaines fresques et quelques bas-reliefs semblent indiquer que les Egyptiens en avaient domestiqués il y a plus de 4 000 ans (Guépard - Encyclopédie Larousse en ligne). En revanche, les guépards asiatiques ont été utilisés par les hommes à presque toutes les époques, notamment pour la chasse (Camps-Fabrer, 2011), et dès le IV^{ème} millénaire avant J.C. avec les Sumériens (Nowell et Jackson, 1996). Les objets de chlorite de la culture de Jiroft (âge du Bronze), retrouvés dans la province du Kerman en Iran du sud, illustrent également cette pratique (Perrot et Madjidzadeh, 2006).

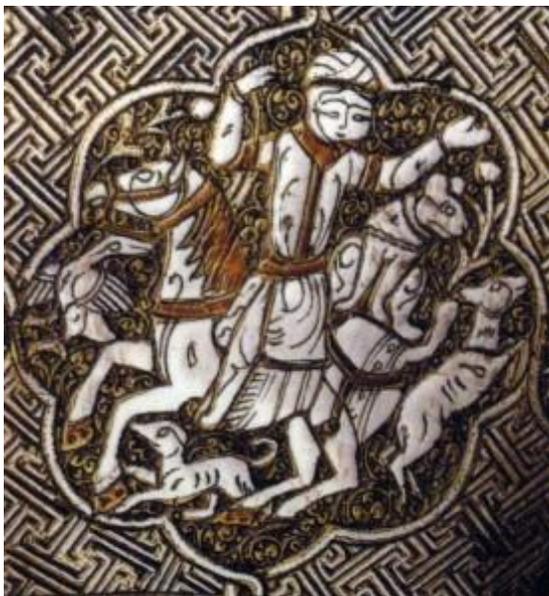
Au Moyen-âge, dans les pays du Proche-Orient et Moyen-Orient, le guépard participait aux parties de chasse princières, ainsi qu'aux parades, ou simplement servait d'animal de compagnie, notamment dans les palais des empereurs Moghols de l'Inde médiévale (Guépard – Encyclopédie Larousse en ligne ; Buquet, 2011 et 2012). Il devait être capturé à l'âge adulte afin que sa mère ait le temps de lui apprendre à chasser avant (Pocock, 1939), puis était dressé à monter à cheval derrière le cavalier (figure 16b et 16c), la face couverte d'un masque, pour ensuite être lâché sur les proies au retrait de ce masque. Les plus anciens témoignages de l'utilisation du guépard comme auxiliaire de

chasse remontent au XI^{ème} siècle (Buquet, 2011 ; Figure 16a). Au XVI^{ème} siècle, l'empereur Moghol Akbar « Le Grand » (1556–1605) était connu pour son « chenil » impressionnant ; il aurait en effet « domestiqué » 9 000 guépards pendant son règne (Guépard – Encyclopédie Larousse en ligne). Par ailleurs, du fait des échanges de l'époque entre l'Europe et les pays arabes, le guépard asiatique s'est également retrouvé, dès le XIII^{ème} siècle, au sein des meutes de chasse des princes européens. A partir du XIV^{ème} siècle, la possession d'un guépard devenait un privilège de la noblesse française ou italienne, en tant qu'attribut de richesse et de pouvoir, et cette mode a duré jusqu'au XVI^{ème} siècle (Buquet, 2012).

Figure 16 : Chasse au guépard, manuscrit grec des Evangiles, Constantinople, début du XI^{ème} siècle Paris, BnF, Grec 64, f. 6 (Buquet, 2011) (a) ; Chasse à cheval avec guépard assis derrière le cavalier, Aiguière Blacas (détail), vers 1232, Irak, Mossoul, British Museum, ME OA 1866.12-29.61 (Buquet, 2012) (b) ; Benozzo Gozzoli, Procession des Mages (détail), 1459, Florence, Palazzo Medici-Riccardi, Cappella Medici (Buquet, 2012) (c)



(a)



(b)



(c)

Le guépard a ainsi survécu aux côtés des hommes jusqu'au siècle dernier, et c'est en Inde que perdura le plus longtemps, jusque dans les années 1930, la pratique de la chasse en compagnie de cet animal (Buquet, 2012). La population de guépards asiatiques en a cependant beaucoup souffert, et la

raréfaction de ses animaux a même conduit, pendant l'ère coloniale européenne, à des importations régulières de guépards d'Afrique de l'Est vers l'Inde (Pocock, 1939).

C) Histoire moderne et contemporaine

1. Disparition progressive de l'aire de distribution initiale

La population du guépard asiatique était déjà sur le déclin au début du XX^{ème} siècle, mais son aire de répartition s'étendait encore de la péninsule arabique au sud-ouest, jusqu'à l'Inde à l'est et au sud-ouest du Kazakhstan au nord (figure 17) (Pocock, 1939 ; Nowell et Jackson, 1996 ; Mallon, 2007). Cependant, la dernière preuve physique de la présence du guépard asiatique en Inde date de 1947 (Farhadinia, 2004), lorsque le Maharajah de Surguja en a abattu trois (Jackson, 1998).

Dans les pays situés à l'est de la mer Caspienne (Kazakhstan, Ouzbékistan, Turkménistan), les guépards ont progressivement disparu durant la première moitié du XX^{ème} siècle. En 1930, ils ne sont plus présents qu'à l'ouest de l'aire d'origine, sur la côte orientale de la mer Caspienne, ainsi que dans la région la plus méridionale du Turkménistan (Mallon, 2007).

Figure 17 : Aire de répartition initiale (avant le XX^{ème} siècle) (zone hachurée) et en 1930 (points verts) du guépard asiatique dans les pays de l'est de la mer Caspienne (Mallon, 2007)



Les dernières mentions du guépard asiatique au Kazakhstan et en Ouzbékistan remontent aux années 70, tandis qu'au nord-ouest du Turkménistan, des preuves de sa présence ont été attestées jusqu'au début des années 80, notamment le signalement d'une femelle et de ses deux petits aperçus dans la zone en 1983 (Mallon, 2007).

Pendant la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, on parlait encore du guépard au Pakistan, beaucoup d'éleveurs et de guides affirmaient en voir, et des peaux se retrouvaient sur le marché noir. Mais suite à une étude de terrain approfondie en 2000-2001 pour collecter les dernières preuves de la présence de l'animal dans le pays (principalement en interrogeant les locaux, en leur demandant des photos...), il apparut qu'il n'y avait pas de preuve concrète de cette présence après 1981 (Husain, 2001).

Concernant l'Afghanistan, très peu de traces du guépard ont été détectées depuis la fin du XIX^{ème} siècle. Jusqu'aux années 2000, les ouvrages sur la faune afghane ne le mentionnent que trois fois : une première fois en 1889 (J.E.T. Aitchison parle d'un couple de jeunes guépards qu'aurait obtenu l'officier militaire britannique Peter Lumsden lors d'un voyage entre l'Iran et l'Afghanistan), une seconde fois en 1935 (un guépard tué près de la frontière avec le Turkménistan), et la troisième en 1973 (une peau de guépard asiatique achetée en Afghanistan par un membre d'une expédition danoise en 1948-1949) (Manati et Nogge, 2008). Le guépard était donc considéré comme éteint en Afghanistan depuis 1950 (Habibi, 2004).

Cependant, en 2006, A.R. Manati a découvert une peau de guépard dans une boutique afghane (figure 18), dont le propriétaire assurait qu'elle provenait de la région de Samangan, en Afghanistan. Il serait donc envisageable que les guépards aient survécu en très petit nombre dans des régions reculées d'Afghanistan (Manati et Nogge, 2008).

Figure 18 : Peau de guépard asiatique retrouvée par A. R. Manati sur le marché de Mazar-e-Sharif en Afghanistan (Manati et Nogge, 2008)



Néanmoins, en l'absence de preuve formelle, le guépard reste officiellement considéré comme éteint dans le pays (Farhadinia, 2004).

2. L'Iran, dernier refuge de la sous-espèce *A. j. venaticus*

2.1. Evolution de la population et du statut du guépard asiatique au XX^{ème} siècle

2.1.1. Déclin progressif de la population de guépards asiatiques

Malgré quelques doutes sur la présence éventuelle du guépard dans certains pays limitrophes (Afghanistan, Pakistan), le dernier pays avéré comme abritant encore l'animal est l'Iran (Farhadinia,

2004). Avant la Seconde Guerre Mondiale, la population de guépards était estimée à 400 individus et occupait les zones désertiques et peu habitées de l'est du pays, ainsi que certains territoires à l'ouest, près de la frontière avec l'Irak (Farhadinia, 2016a). L'estimation du nombre d'individus varie cependant d'un auteur à l'autre et selon la date : E. Firouz (1974) considérait que la population se limitait à 200 à 300 individus dans les années 1950 et était restée constante jusqu'aux années 70 (Farhadinia, 2004), tandis que Joslin comptait une trentaine d'individus dans l'aire protégée de Khosh Yielagh au début des années 70, et estimait la population du pays à ce moment-là à seulement une centaine d'individus (Karami, 1992). L'avènement de la Jeep après la guerre a fortement accentué la chute démographique de l'espèce, principalement à cause de la chasse des gazelles, constituant jusqu'alors ses proies de prédilection (Farhadinia, 2004). En effet, les principales causes de disparition du guépard en Iran sont d'une part la chasse directe du guépard (que ce soit pour sa peau ou pour protéger les troupeaux domestiques), et d'autre part la raréfaction des gazelles, qui souffrent elles-mêmes des prélèvements cynégétiques ainsi que de la concurrence des troupeaux domestiques accaparant les pâturages (Nowell et Jackson, 1996 ; Asadi, 1997 ; Farhadinia, 2004 ; Mallon, 2007 ; Breitenmoser *et al.*, 2009 ; cf paragraphe III.A.).

2.1.2. Début de prise de conscience et premières mesures

En 1956, l'ancien Conseil de la chasse iranien (*Iranian Game Council*) a accordé une protection légale aux gazelles, protection étendue aux guépards en 1959 (Farhadinia, 2004). Ces mesures ont été à l'origine d'une croissance démographique des gazelles pendant leur période d'application, ainsi que d'une augmentation du nombre de guépards dans les zones d'habitat des gazelles (Farhadinia, 2004). Au début des années 1970, sept réserves (tableau 2), créées au cours des dix années précédentes, étaient connues pour abriter la population de guépards asiatiques du pays, alors estimée à environ 200 individus (Asadi, 1997).

Tableau 2 : Réserves iraniennes connues pour abriter le guépard asiatique au milieu des années 1970 (Asadi, 1997)

Réserve	Superficie (ha)	Province	Date de création
Bahram-e-Gour PA	385 000	Fars	1973
Kalmand PA	300 000	Kerman	?
Kavir-Markazi NP	609 000	Central State	1964
Khar-Rouran NP & PA	431 000	Semnan	1973
Khosh-Yeilagh PA & WR	154 000	Semnan	1963
Miandasht WR	52 000	Khorasan	1974
Mooteh PA	159 000	Isfahan	1964

2.1.3. Nouvelles perturbations suite à la révolution de 1979

Cette période favorable aux guépards a duré jusqu'en 1979, date à laquelle le pays a dû faire face à une révolution, ce qui a interrompu les mesures de protection du félin et de ses proies. Les plaines ont été envahies de chasseurs et braconniers en véhicules motorisés et équipés d'armes plus modernes (héritées de la guerre contre l'Irak de 1980 à 1988) ; les gazelles ont été décimées et les guépards survivants ont dû se réfugier dans les zones de collines et de petites montagnes, où ils se sont mis à chasser les moutons et chèvres sauvages y résidant (Asadi, 1997 ; Farhadinia, 2004). L'aire protégée du Khosh Yeilagh a par exemple été dévastée et les guépards n'y ont plus été observés à partir de 1983.

Farhadinia *et al.* (2017) ont publié une étude dans laquelle ils avaient entre autres compilé toutes les occurrences rapportées de guépards en Iran, entre 1980 et 2001, à partir de sources bibliographiques (rapports de missions, articles de journaux, travaux universitaires...) d'auteurs fiables (biologistes expérimentés, chefs garde-chasse, experts du Département de l'environnement...) et d'entretiens avec les personnes locales (éleveurs, chasseurs, gardes-chasse, chercheurs) au sujet de guépards aperçus, photographiés, capturés ou tués. Au total, les preuves matérielles récoltées confirmaient la présence du guépard dans 11 réserves du pays entre 1980 et 2001 : Ariz NHA, Bafq PA, Dareh Anjir WR, Dorouneh PA, Kamki Bahabad NHA, Kavir NP, Naybandan WR, et Touran BR (Karami, 1992 ; Asadi, 1997 ; Farhadinia *et al.*, 2008) ainsi que Khabr NP, Shahdad PA et Bahram-e Gour PA. En revanche, le nombre total de guépards à la fin des années 1990 avait encore diminué, on l'estimait alors compris entre 50 et 100 individus (Asadi, 1997 ; Jackson, 1998 ; Farhadinia, 2004).

2.1.4. Guépards en captivité avant les années 2000

En Iran, très peu de guépards ont été détenus en captivité depuis la fin de la pratique de la chasse au guépard. Farhadinia *et al.* (2016a) ont pu retrouver la trace de 11 d'entre eux depuis 1950. Parmi les derniers capturés avant les années 2000, on peut noter les trois épisodes suivants :

- en août 1981, deux petits guépards avaient été capturés près du village de Dorouneh, confisqués par les gardes-chasse et cédés au zoo de Mashad (Nord-est de l'Iran). La femelle est morte quelques années après, mais le mâle était toujours vivant en 1991 (il est mort en 1993 d'après Farhadinia *et al.*, 2016a), bien que dans un très mauvais état de santé (Karami, 1992).
- En novembre 1984, une femelle de 7 mois avait été capturée à Touran NP à la suite de négociations avec l'Inde dans le but de réaliser un échange entre guépard asiatique et lion asiatique *Panthera leo persica* (l'Inde fait face au même problème avec cette espèce que l'Iran avec le guépard), mais le projet a échoué et l'animal est mort en captivité (Farhadinia *et al.*, 2016a et 2017).
- Par la suite, le Département de l'Environnement (DoE) a détenu à Pardisan Park (Téhéran) une jeune femelle, nommée Marita (figure 19), dont les frères et sœurs avaient été tués en 1994 par des habitants de l'aire protégée de Bafq, dans la province de Yasd. Elle était en bonne santé, vivait dans un grand enclos, était nourrie de lapins vivants et a vécu jusqu'en 2003 (Jackson, 1998 ; Farhadinia, 2004). Cet animal a été une importante source d'inspiration pour la reprise et le renforcement des mesures de protection de l'espèce à partir des années 2000 (Farhadinia, 2007).

Figure 19 : Marita dans la neige, à Pardisan Park (Téhéran) (cheetahsalive.org)



En 1998, Peter Jackson, président de l'IUCN/SSC (*Species Survival Commission* de l'*International Union for Conservation of Nature*) *Cat Specialist Group* (CSG), s'est rendu en Iran pour visiter le biotope du guépard et discuter avec les membres du Département de l'Environnement (DoE) iranien sur la nécessité de lancer un programme de conservation de l'espèce (Jackson, 1998). C'est à l'issue de cette discussion qu'un projet IUCN/GEF (*Global Environment Facility*) a été conçu puis développé conjointement avec le projet CACP « *Conservation of the Asiatic Cheetah Project, Its Natural Habitat, and Associated Biota in the Islamic Republic of Iran* » créé en 2001 par le DoE et l'UNDP. Cette date marque le début de la reprise de mesures concrètes visant à préserver et étudier les derniers spécimens de guépards asiatiques au monde (Breitenmoser *et al.*, 2009).

2.2. Evolution de la situation depuis 2001

2.2.1. Reprise et intensification des mesures de protection et d'étude

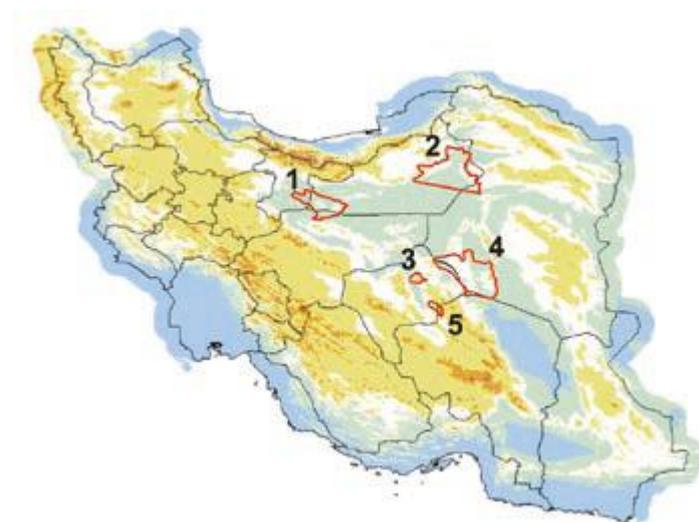
A partir de 2001, le gouvernement iranien, en collaboration avec diverses associations de protection de l'environnement et de la biodiversité, a décidé de relancer des mesures concrètes et de développer des plans d'étude et de conservation des derniers guépards asiatiques (Farhadinia *et al.*, 2016a), même si une certaine prise de conscience avait déjà commencé dans les années 1990. La création du projet gouvernemental CACP (*cf* paragraphe III.B.2.) et de l'ONG *Iranian Cheetah Society* (ICS, fondée par MS. Farhadinia en 2001 ; *cf* paragraphe III.B.3.) a représenté un grand pas en avant pour l'avenir de l'espèce. Plusieurs enquêtes ont alors été menées dans tout le pays, afin de recenser au mieux la population de guépards restants, d'estimer leur aire de répartition et d'identifier les menaces pesant sur eux (Farhadinia, 2004 ; Hunter *et al.*, 2007 ; Mallon, 2007 ; Breitenmoser *et al.*, 2009 ; Farhadinia *et al.*, 2014).

2.2.2. Résultats des enquêtes de démographie et distribution

Les études par « *camera trapping* » à grande échelle lancées au début des années 2000 ont progressivement permis de préciser la démographie et l'aire de répartition des guépards. A l'issue des 3 ou 4 premières années d'enquêtes, la population de guépards était encore estimée à moins de 60 individus, confinés dans la principale zone désertique autour de Dasht-e-Kavir (est du pays), répartis dans 5 réserves (où leur présence avait été confirmée) (Farhadinia, 2004) :

- Ariz et Bafq PA (5 sur la carte de la figure 20) : 250 000 ha, abritait au moins 10 guépards mais la proximité avec les humains y est à l'origine d'événements malheureux pour les guépards (*cf* l'histoire de Marita).
- Daranjir WR (3 sur la carte) : 150 000 ha, abritait 7 à 10 guépards, dont au moins une famille (photographiée en 2002). Les récentes mesures de protection avaient permis une bonne croissance des populations de gazelles, moutons et chèvres sauvages.
- Naybandan WR (4 sur la carte) : 1,5 M ha (plus grande réserve iranienne), connue à l'époque pour héberger le plus grand nombre de guépards (au moins 15). Le guépard a survécu dans cette zone en l'absence de mesures de protection, grâce au trafic de drogues entre l'Afghanistan et l'Iran qui décourageait les braconniers de s'aventurer dans la région.
- Kavir NP (1 sur la carte) : 670 000 ha, autrefois connu pour abriter la quasi-totalité de la population de guépards iraniens, la réserve s'est révélée en 2004 héberger moins d'une dizaine d'entre eux. Il semble qu'ils aient souffert de l'éradication des onagres et gazelles du parc, suite à l'abandon des mesures de protection au moment de la révolution.
- Khar Turan NP (2 sur la carte) : 1,4 M ha (deuxième plus grande réserve iranienne), possédait en 2004 l'une des diversités de mammifères les plus importantes du pays (notamment la population d'onagres la plus conséquente, ainsi que de nombreuses autres proies comme les gazelles, les chèvres et les moutons sauvages), grâce à sa localisation reculée et sa grande superficie qui ont constitué une certaine protection contre les braconniers. La réserve abritait 12 à 15 guépards, dont des familles, signe que la population grandissait.

Figure 20 : Emplacement des 5 réserves iraniennes connues pour accueillir des guépards au milieu des années 2000 (Hunter *et al.*, 2007)



1. Kavir NP
2. Khar Turan NP
3. Daranjir WR
4. Naybandan WR
5. Ariz et Bafq PA

Cependant, d'autres zones étaient fortement suspectées d'héberger elles aussi des guépards, et ont fait par la suite l'objet d'enquêtes plus poussées : Abbas Abad PA, Ardestan Free Area (FA), Desert FA, Siahkuh PA et Miandasht WR (Farhadinia, 2004).

Par la suite, l'intensification des recherches par des experts entraînés a permis de mettre en évidence un plus grand nombre de guépards survivants et de réserves les abritant. Ainsi, dans la seconde moitié des années 2000, la population totale de guépards était plutôt estimée entre 60 et 100 individus (Hunter *et al.*, 2007 ; Jourabchian et Farhadinia, 2008 ; Jowkar *et al.*, 2008a), bien que les derniers résultats de Farhadinia *et al.* (2014), après une étude à grande échelle entre 2010 et 2013 aient semblé montrer que ce chiffre est largement surestimé (il serait en réalité inférieur à 40 selon Farhadinia *et al.*, (2016a)). Aujourd'hui 17 réserves sont connues pour abriter des guépards asiatiques (Farhadinia *et al.*, 2014) et on estime que l'aire de répartition du guépard se limite au plateau central de l'Iran et couvre au mieux 242 500 km², répartis sur sept provinces : Yazd, Semnan, Esfahan, North Khorasan, South Khorasan, Khorasan Razavi and Kerman (Farhadinia *et al.*, 2017) (*cf* le paragraphe I.C.3.). D'autres études sont cependant nécessaires pour confirmer la présence de guépards dans les provinces de Razavi Khorasan, Khorasan du sud, Kerman, Hormozgan et Sistanva-Baluchestan, et aucune preuve de leur présence à l'ouest du pays ces vingt dernières années n'a pu être fournie. Par ailleurs, on note de moins en moins de signe de reproduction depuis 2010 (seulement confirmée dans le noyau nord-est actuellement), (Farhadinia *et al.*, 2016a), avec peut-être une surmortalité des guépards, ainsi qu'une raréfaction globale des femelles guépards (Farhadinia *et al.*, 2014), ce qui rend encore plus ardu le défi de la conservation de l'espèce.

2.2.3. Etude de l'écologie des guépards dans les réserves

Après avoir identifié les réserves hébergeant des guépards, plusieurs études se sont intéressées à l'écologie de l'animal, en particulier à la façon dont son habitat, son alimentation et sa reproduction se sont adaptés aux changements écologiques subis par l'espèce depuis le XX^{ème} siècle (Farhadinia, 2004 et 2007 ; Hunter *et al.*, 2007 ; Farhadinia *et al.*, 2008, 2014, 2016a et b ; Durant *et al.*, 2016). La réserve de Miandasht, créée en 1973, a notamment fait l'objet d'une étude poussée de l'écologie du guépard par l'ICS à partir de 2003 (des guépards y avaient été aperçus en 2002). L'un des intérêts de cette réserve est que, parmi toutes celles abritant le guépard identifiées au début des années 2000, elle était la seule à se trouver dans une zone de plaines, avec des gazelles et non des moutons et chèvres sauvages. Etudier le guépard dans cette zone fort semblable à son habitat d'origine devait permettre de savoir s'il serait aujourd'hui plus efficace de protéger les zones montagneuses dans lesquelles il s'est réfugié et qu'il habite désormais (avec les moutons et chèvres sauvages), ou de prioriser la sauvegarde des plaines (et leurs gazelles) que l'espèce était supposée occuper initialement. Cette question apparaît aujourd'hui plus complexe que prévue et n'est pas encore tranchée. En effet, les efforts fournis pour favoriser le retour des ongulés dans les plaines, en particulier la création de points d'eau artificiels, semblent avoir eu des résultats mitigés : d'autres prédateurs, comme les loups, en ont apparemment profité, et il est possible que ces prédateurs soient à l'origine d'une mortalité accrue des guépards juvéniles. Il n'y a actuellement pas de preuve scientifique de cette hypothèse, mais les observations de familles de guépards (mères suivies), se font très rares depuis quelques années, même dans le noyau nord-est (Farhadinia *et al.*, 2016a).

2.2.4. Guépards en captivité depuis 2000

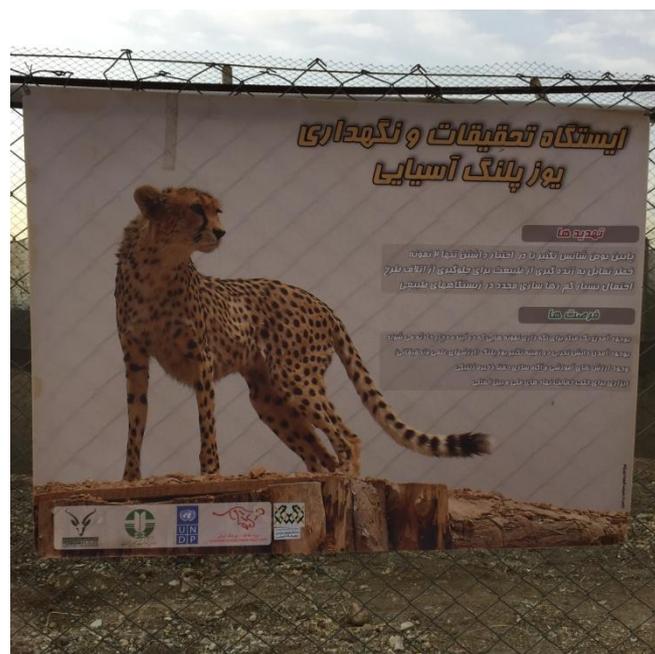
Après la mort de Marita en 2003, deux autres jeunes guépards ont été capturés à la fin des années 2000, tous les deux à Touran NP. En novembre 2008, un gardien de troupeau avait capturé un petit

de 7 ou 8 mois, après l'avoir poursuivi en moto, sa mère, son frère et lui, jusqu'à l'épuisement. Il l'avait ensuite gardé enchaîné chez lui pendant deux semaines, jusqu'à ce que Reza Koshki, le propriétaire de la terre, connu pour son engagement pour la conservation de la nature, le persuade de céder le jeune guépard aux membres du DoE (Jowkar *et al.*, 2008b). Le gardien de troupeau avait affirmé ne pas avoir d'intention précise en capturant l'animal ; il savait seulement qu'il avait de la valeur. Cet incident est le premier événement connu de locaux braconnant un guépard sauvage depuis 2003. Trop jeune pour être relâché à l'époque de sa capture, le guépard, nommé Koshki (figure 21a) d'après le nom de son sauveur, est détenu depuis lors par le DoE. Il a été transporté en janvier 2015 à Pardisan Park (Téhéran ; figure 21b), où était auparavant détenue Marita (Jowkar *et al.*, 2008b).

Figure 21 : S. Ostrowski, H. Jowkar et le personnel d'EcoPardisan Park (Téhéran), examinant le jeune guépard Koshki (photo de L. Hunter) (a) et Entrée du centre de réhabilitation des guépards de Pardisan Park (Téhéran, CRESAM, 2017) (b)



(a)



(b)

Koshki a ensuite été rejoint à Pardisan Park par Delbar, jeune femelle confisquée à un berger de Touran NP en avril 2011, à l'âge de 5 ou 6 mois. Koshki et Delbar vivent actuellement à Pardisan Park, avec pour objectif le démarrage d'un nouveau programme d'élevage en captivité par le CACP (Farhadinia *et al.*, 2016a ; cf paragraphe III.B.2.4).

III – Conservation du guépard asiatique

A) Menaces pour la sous-espèce

Durant la fin du XX^{ème} siècle, très peu de données ont été récoltées sur les morts de guépards et leurs origines (événements non rapportés par les éleveurs et villageois locaux, ou non enregistrés par les fonctionnaires), et beaucoup d'activités illégales de braconnage sont passées inaperçues du fait d'ententes entre certains membres du DoE ou des universités, et des chasseurs influents des zones rurales (Asadi, 1997). Toutefois, le gouvernement avait déjà pris conscience à ce moment-là du danger que représentait le développement des activités humaines (à l'origine du morcellement du territoire et de la raréfaction des ressources alimentaires) et du braconnage principalement, pour la population de guépards du pays (Asadi, 1997 ; Jackson, 1998). Par la suite, le meilleur archivage des données sur la mortalité des guépards depuis 2001 a permis de confirmer et de préciser les principaux facteurs menaçant ce qu'il reste de la population de félins.

1. Activités humaines

Sur les 47 morts de guépards enregistrées entre 2001 et 2016 par Farhadinia *et al.* (2016a), 7 seulement sont dues à des causes naturelles, les 40 autres étant imputables à l'homme. Il existe bien un risque de surestimer l'impact de l'homme sur la mortalité du guépard, puisque les carcasses ou autres preuves de la mort d'un guépard abattu ou heurté par un véhicule sont plus faciles à retrouver que les individus morts au milieu du désert, à l'écart de toute infrastructure humaine. Toutefois, l'origine anthropique prépondérante de la mortalité des guépards ne peut globalement être niée (Farhadinia *et al.*, 2017).

1.1. Conflits avec les éleveurs locaux

A l'exception de Touran BR et de Miandasht WR qui abritent beaucoup de moutons et de chèvres non sauvages, l'aire de répartition du guépard n'héberge qu'une faible densité de troupeaux domestiques, bien que les éleveurs soient légalement autorisés à les laisser pâturer dans les zones protégées (Hunter *et al.*, 2007). Du fait du nombre relativement réduit de pertes imputables au guépard, cet animal qui plus est très discret ne souffre pas auprès des éleveurs d'une image aussi dégradée que celle des autres grands prédateurs responsables de bien plus de dégâts. Cependant, les conflits pourraient se multiplier à mesure que la population de guépards se remet à croître. Entre 2002 et 2016, au moins 21 guépards ont ainsi été tués par des éleveurs dans différentes réserves (dont au moins 13 à Touran BR), et très peu de sanctions ont été appliquées. Ainsi les éleveurs représentent-ils actuellement, avec leurs chiens gardiens de troupeau (Asadi, 1997), la principale cause de mortalité des guépards induite par l'homme (Farhadinia *et al.*, 2016a), malgré les peines encourues pour avoir tué l'un de ces félins (Farhadinia *et al.*, 2017).

Par ailleurs, la confusion entre guépards et autres prédateurs, léopard notamment, est fréquente chez les villageois locaux (Asadi, 1997). Lorsqu'un guépard est abattu, il n'est pas rare que ce soit parce qu'il a été confondu avec un léopard, ou simplement parce qu'il fait peur en tant que carnivore. En 2003, un éleveur a tué trois petits guépards près de la zone protégée de Bafq, en affirmant qu'il ignorait que c'était des guépards et qu'il les avait tués parce que c'était des « petits chats » (Hunter *et al.*, 2007).

Enfin, il faut noter que les chiffres obtenus dans le cadre des enquêtes sur la mortalité des guépards imputable à l'homme sont probablement largement sous-estimés. En effet, les éleveurs dissimulent souvent les preuves après avoir abattu un guépard : dans 56 % des cas recensés de mortalité due aux éleveurs, les carcasses ont été cachées ou brûlées (Farhadinia *et al.*, 2017).

1.2. Réseau routier

Le développement du réseau routier est directement responsable d'une mortalité chez les guépards, laquelle est presque aussi importante que celle attribuables aux éleveurs. Entre 2004 et 2016, les véhicules automobiles ont provoqué la mort de plus de 14 guépards, dont 8 dans la province de Yazd, 1 à Darband WR et 5 à Touran BR (Farhadinia *et al.*, 2016a). En moyenne, 1 à 2 guépards sont tués chaque année par des véhicules (Hunter *et al.*, 2007). Les réserves les plus à risques sont Touran BR et Kalmand PA, du fait de leur proximité avec des autoroutes principales, tandis que les autres réserves comportent des routes plus locales avec moins de trafic (Farhadinia *et al.*, 2017). D'après les nouvelles données concernant la mobilité très importante des guépards entre les réserves et sur de très grandes distances (Farhadinia *et al.*, 2013 et 2016b), la gestion du développement du réseau routier constituera un point déterminant dans la conservation de l'espèce (Farhadinia *et al.*, 2016a ; cf paragraphe III.C.2.).

1.3. Braconnage

Au XX^{ème} siècle, les guépards étaient chassés pour les trophées, le commerce et l'amusement. Dans les années 1990, le braconnage représentait la menace principale pour les guépards, notamment du fait du grand nombre d'armes à feu en circulation (héritage de la guerre avec l'Irak) et du mode de vie traditionnel des Iraniens qui implique la pratique de la chasse. A cette époque, la population était encore moins sensibilisée au défi de la conservation du guépard qu'aujourd'hui (Asadi, 1997).

De nos jours, l'abattage intentionnel ou l'empoisonnement des guépards semblent rares en Iran, peut-être du fait de la faible probabilité de rencontre avec l'un de ces prédateurs. Entre 2001 et 2010, du fait du renforcement des mesures de protection de l'espèce, le nombre moyen de guépards braconnés par an était passé de plus de 2 (dans les années 1990) à moins de 1 en moyenne (Jourabchian et Farhadinia, 2008). La plupart des cas de braconnage de guépards recensés sont en fait dus à des pièges et empoisonnements qui ne visaient pas initialement cette espèce. Il n'y a d'ailleurs pas de preuve de l'existence d'un commerce de guépards à destination des pays arabes du golfe Persique (Farhadinia *et al.*, 2016a). Cependant, la proximité de l'Iran avec le commerce très peu contrôlé de guépards captifs dans les pays du golfe (Bahreïn, Koweït, Oman, Qatar, Arabie Saoudite et Emirats Arabes Unis) incite à la vigilance. En effet, malgré la plus grande disponibilité des guépards (d'origine africaine) élevés en captivité aux Emirats Arabes Unis depuis quelques années, qui a pu contribuer à diminuer les importations illégales de guépards sauvages (supposés provenir de la corne africaine, bien que les « sources sauvages » soient mal déterminées (Durant *et al.*, 2015)), des

preuves de la persistance de ce commerce illicite demeurent fréquentes. Entre 2010 et 2014, 20 petits guépards ont ainsi été saisis par les autorités du pays (Nowell, 2014).

Par ailleurs, on constate depuis quelques années une nouvelle recrudescence du braconnage en Iran, avec un retour à un taux moyen de 2 à 3 guépards en moyenne braconnés par an (Farhadinia *et al.*, 2014). Au moins 5 épisodes de braconnage sont connus depuis 2010, ce qui fait deux fois plus d'occurrences que pendant les années 2000, et des rumeurs non vérifiées circulent parfois sur la mort de guépard d'origine humaine (figure 22). Or, malgré l'absence fréquente de preuves (sûrement due à la sévérité des peines encourues), la situation critique de l'espèce impose de prendre au sérieux le moindre phénomène de braconnage (Farhadinia *et al.*, 2016a et 2017).

Figure 22 : Guépards retrouvés morts suite au braconnage (Semnan DoE, ICS Conférence, 2013)



1.4. Destruction de l'habitat et des sources de nourriture

De façon plus générale, le déclin global de la population de guépards asiatiques depuis le XX^{ème} siècle est initialement dû à la destruction de leur habitat et de leurs sources de nourriture (Asadi, 1997). Aujourd'hui, on estime que la raréfaction des proies est la principale menace indirecte envers le guépard (Farhadinia, 2004 ; Hunter *et al.*, 2007). Les guépards vivent dans des zones arides comptant une très faible densité d'ongulés sauvages (notamment les gazelles), très exposés aux braconniers. Or, en plus du braconnage dont elles sont victimes, les gazelles sont également menacées par la sécheresse et la compétition exercée par les troupeaux domestiques (Karami, 1992 ; Asadi, 1997 ; Farhadinia, 2004), autorisés à pâturer sur une grande partie des aires protégées (Hunter *et al.*, 2007). Le « remplacement » des gazelles par des troupeaux domestiques est d'ailleurs un facteur favorisant la prédation de ces derniers par les guépards (Farhadinia *et al.*, 2012), ce qui nous ramène à la première cause de mortalité de ces prédateurs due à l'homme, en raison de la menace potentielle pour les animaux domestiques (Farhadinia *et al.*, 2016a).

La perte de l'habitat est une menace aussi importante que la raréfaction des ressources alimentaires, d'autant qu'elle affecte à la fois les guépards et leurs proies. Elle peut être due à la sécheresse mais est principalement causée par les plans de développement des infrastructures humaines, tels que la construction de routes ou l'activité minière par exemple (Karami, 1992 ; Asadi, 1997 ; Farhadinia, 2004 ; Hunter *et al.*, 2007 ; ICS News, 2016). En effet, même si beaucoup de gardes-chasse ont l'impression que la sécheresse a récemment beaucoup affecté la croissance des populations d'ongulés sauvages, il n'y a pas de données scientifiques pour soutenir cette théorie (Farhadinia *et al.*, 2016a). En revanche, la majeure partie du territoire des guépards comprend de nombreuses

réerves de minerai, ce qui suscite un fort intérêt de la part d'agences gouvernementales et non-gouvernementales (en particulier à Abbas Abad WR, Naybandan WR, Darband WR et la plupart des réserves de la province de Yazd). Actuellement, la menace que constitue le projet de mine du refuge de Darreh Anjir (province de Yazd) pèse considérablement sur la sécurité des guépards dans cette réserve. Le statut de son permis d'exploitation reste flou, malgré les multiples objections du DoE à ce sujet (ICS News, 2016). On peut toutefois espérer que la protection officielle des réserves par le DoE limitera les demandes d'exploitation sur ces superficies (Farhadinia *et al.*, 2016a). Les routes, quant à elles, éloignent les félins de leur territoire (en plus de représenter une source de mortalité par collision). Dans la réserve de Bafq par exemple, les efforts continus de monitoring par « *camera-trapping* » de l'ICS entre 2011 et 2013 n'ont pu trouver qu'un seul léopard dans la zone depuis la construction de la route, alors que cinq d'entre eux ainsi qu'un guépard y avaient été identifiés avant cette construction (Conférence de l'ICS à Téhéran, 2013).

Enfin, le vagabondage des chameaux domestiques à travers le désert entraîne deux conséquences néfastes pour les guépards et leurs proies : ils sont d'une part à l'origine d'une compétition pour les rares sources d'eau, et d'autre part ils incitent les éleveurs à partir à leur recherche, ce qui augmente la probabilité de rencontre avec un guépard (et donc de braconnage) (Farhadinia *et al.*, 2016a).

2. Prédateurs

Dans le parc national de Serengeti, en Tanzanie, l'un des principaux facteurs limitant la croissance de la population de guépards est la compétition exercée par d'autres grands carnivores, tels que le lion et la hyène tachetée, ainsi que la mortalité juvénile dont ils sont responsables (Durant, 2000).

En Iran, les prédateurs sauvages (figure 23) partageant le territoire du guépard et susceptibles de représenter une menace pour lui sont le léopard de Perse (*Panthera pardus saxicolor*), la hyène rayée (*Hyaena hyaena*), le loup gris (*Canis lupus*), le caracal (*Caracal caracal*) et le chacal doré (*Canis aureus*), mais leurs interrelations sont quasiment inconnues. Les six espèces semblent se concentrer dans les mêmes biotopes (cours d'eau, pieds de collines et de montagnes), d'où un fort potentiel de compétition. Comme le guépard, le léopard et le loup chassent des ongulés de taille moyenne. Ils sont également capables, de même que la hyène et les chacals en groupe, de voler la proie qu'un guépard vient de tuer. Enfin, les cinq espèces sont des prédateurs potentiels des petits guépards, les léopards et les loups étant également capables de tuer les adultes (Hunter *et al.*, 2007).

Figures 23 : Léopard de Perse (a), Hyène rayée (b), Loup gris (c), Caracal (d) et Chacal doré (e) (Planet’Mammifères.org)



(a)



(b)



(c)



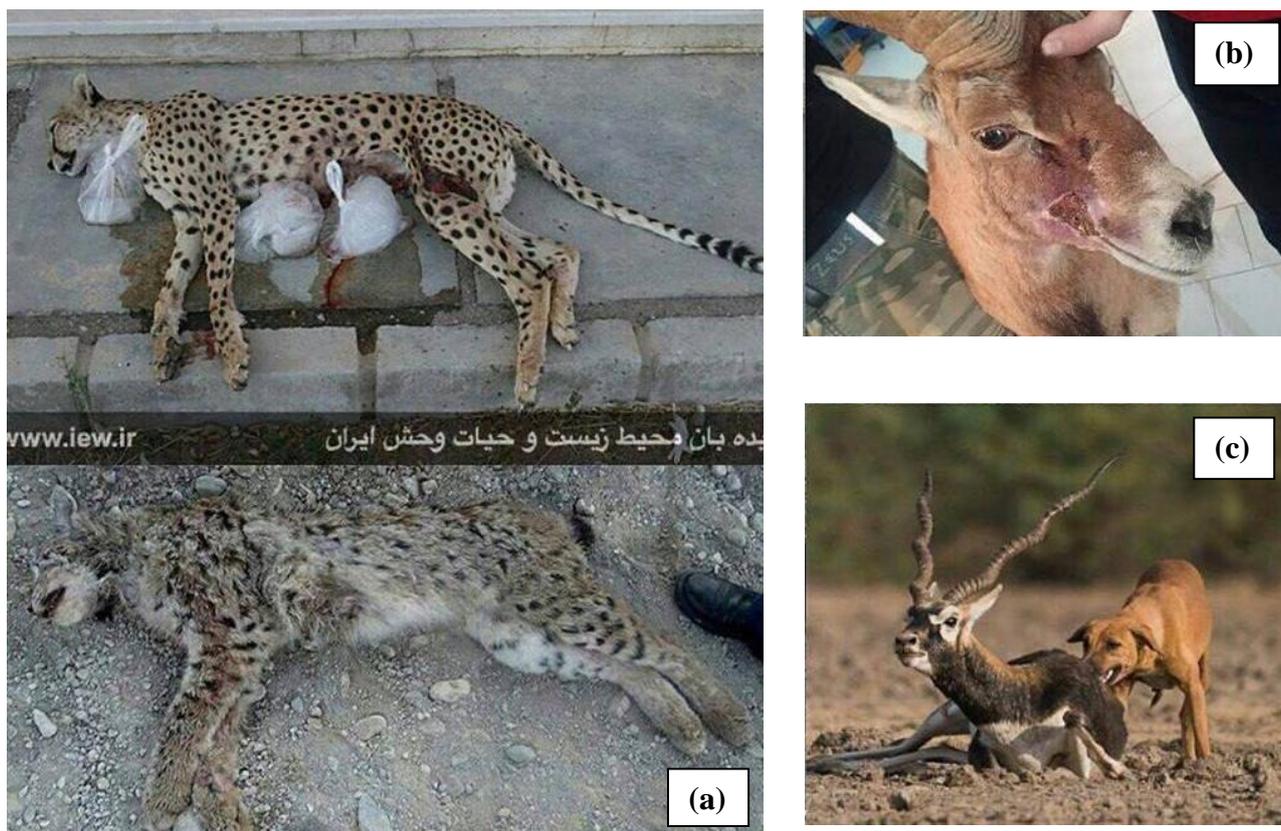
(d)



(e)

Au danger que représentent ces prédateurs sauvages s’ajoute celui des chiens semi-sauvages, errants ou gardiens de troupeau, souvent laissés seuls avec les troupeaux domestiques qu’ils protègent donc totalement hors de contrôle (Asadi, 1997 ; Farhadinia *et al.*, 2017). Ils peuvent attaquer les guépards, juvéniles comme adultes, et les ongulés sauvages (figure 24).

Figure 24 : Guépard (a) et ongulés sauvages (b) et (c), attaqués par des chiens errant (CRESAM, 2017)



3. Perte de diversité génétique et conséquences

NB : La majorité des études citées dans cette sous-partie, notamment celles évaluant les effets délétères de la consanguinité sur les performances de reproduction et la résistance aux maladies, ont été réalisées sur des guépards africains, présents en Afrique ainsi que dans les zoos d'Amérique du Nord. Cependant, les guépards asiatiques paraissant souffrir de déficiences semblables, en particulier en ce qui concerne la reproduction, ces données semblent pouvoir s'extrapoler à cette sous-espèce.

3.1. Etude de la variation génétique chez le guépard

Diverses études sur la diversité génétique des guépards (africains et asiatiques) ont permis de mettre en évidence un fort appauvrissement génétique de l'espèce, à la fois chez les individus en captivité et les individus sauvages, et de façon bien plus sévère que chez les autres espèces de félins (O'Brien *et al.*, 1983, 1985, 1987 et 2005 ; Charruau, 2011 ; Dobrynin *et al.*, 2015). On a vu précédemment (paragraphe II.A.2.) que l'hypothèse principale avancée pour expliquer cette perte drastique de diversité génétique est celle du « goulot d'étranglement génétique » ou « effet entonnoir », phénomène que l'espèce guépard aurait subi au cours de son histoire, probablement à la fin du Pleistocène (il y a 10 000 à 12 000 ans). En effet, les diverses études portant sur les variabilités des séquences d'ADN mitochondrial et nucléaire, du Complexe Majeur d'Histocompatibilité, de la taille des allozymes, *etc.*, situent la diversité génétique des guépards au même niveau que celle des lignées

de souris extrêmement consanguines utilisées en laboratoire (O'Brien *et al.*, 1983, 1985, 1987 ; Menotti-Raymond et O'Brien, 1993 ; O'Brien et Johnson, 2005 ; Charruau *et al.*, 2011 ; Dobrynin *et al.*, 2015). Les variations génétiques résiduelles permettant notamment de distinguer les sous-espèces africaines de la sous-espèce asiatique seraient donc apparues après cet épisode, suite à l'isolement géographique des populations qui allaient constituer les futures sous-espèces. Mais l'appauvrissement génétique global du guépard, en particulier de la sous-espèce asiatique, s'est encore accentué depuis l'accélération de sa raréfaction à la fin du XIX^{ème} siècle. On peut en effet considérer que la fragmentation extrême de la population de guépards asiatiques, telle qu'elle est aujourd'hui en Iran, a provoqué un second « goulot d'étranglement génétique » depuis le début du XX^{ème} siècle (O'Brien *et al.*, 1987), les guépards vivants actuellement en Iran (plus encore que leurs homologues africains) sont donc fortement consanguins.

Les effets délétères du taux extrêmement élevé d'homozygotie chez les individus constituent toujours aujourd'hui une menace majeure pour l'espèce et un obstacle de taille à tout programme d'élevage en captivité (*cf* III.B.2.4.). La consanguinité affecte principalement le succès reproducteur des adultes, la mortalité juvénile et la sensibilité aux maladies (Marker-Kraus, 1997a).

3.2. Homozygotie et succès reproducteur

Des cas de guépards exhibés dans des zoos sont connus depuis 1929 et, bien que l'efficacité des programmes d'élevage en activité se soit beaucoup améliorée depuis cette époque, il est toujours impossible d'obtenir des résultats de reproduction convenables (Marker-Kraus, 1997a). La reproduction en milieu naturel ne paraissant pas beaucoup plus performante, plusieurs études se sont intéressées à la capacité reproductrice des guépards, notamment à la qualité de la semence des mâles. Il est apparu que le sperme des mâles inclus dans les études (libres en Afrique et en captivité dans les zoos d'Amérique du Nord ou d'Afrique) était très pauvre en spermatozoïdes, avec des taux de mobilité très faibles et de nombreux spermatozoïdes anormaux (on parle alors de tératospermie), par comparaison avec d'autres espèces comme le chat (Wildt *et al.*, 1983 ; O'Brien *et al.*, 1985 ; Wildt *et al.*, 1987). L'effet néfaste de la consanguinité sur les performances de reproduction, et notamment sur la qualité de la semence du mâle, est connu chez les animaux de laboratoire, et le fait que cette déficience se retrouve chez les guépards sauvages comme captifs est bien cohérent avec l'appauvrissement génétique global de l'espèce, l'élevage en captivité n'en est donc pas entièrement responsable (Wildt *et al.*, 1987). D'ailleurs, dans une étude de 1976 à 2007 sur des guépards d'Afrique du sud mâles, Terrell *et al.* (2016) ont montré que, alors que la diversité génétique de l'espèce en liberté avait continué de s'appauvrir au cours de ces trente années, elle semblait s'être stabilisée chez les individus élevés en captivité (probablement grâce à l'amélioration des programmes de reproduction dans les zoos). De plus, cette équipe n'a pas pu mettre en évidence de relation significative entre le taux d'homozygotie et le succès reproductif chez les individus étudiés, il suggère donc un rapport entre ces deux paramètres plus complexe que ce qui est communément admis.

3.3. Survie des nouveau-nés

D'après une étude sur le guépard africain, dans la nature, 90 % des jeunes meurent avant d'atteindre l'âge adulte, et cette mortalité est majoritairement imputable aux prédateurs (Laurenson, 1994). D'un autre côté, il est apparu que dans les zoos, hormis la difficulté à obtenir des naissances (la première n'a été rapportée qu'en 1956, au zoo de Philadelphie (O'Brien *et al.*, 1985)), les rares petits mis au monde sont eux aussi susceptibles de mourir rapidement, et souvent à cause d'anomalies

congénitales (O'Brien *et al.*, 1985). L'effet néfaste de la consanguinité sur le taux de survie des juvéniles a été montré chez plusieurs espèces exotiques (Ralls et Ballou, 1982), et est soutenu en particulier chez le guépard par les travaux de Beekman *et al.* (1999), montrant entre autre un effet négatif de la consanguinité sur le poids des petits à la naissance, même si la vitesse de croissance dans les 40 premiers jours ne semblait pas affectée.

Cependant, il est là encore nécessaire de nuancer le propos : les résultats de l'étude de Wielebnowski (1996), sur des guépards captifs en Amérique du Nord, montraient non seulement que les jeunes guépards n'avaient pas un taux de mortalité plus élevé que les petits des autres espèces de félins en captivité, mais aussi que les petits guépards issus de parents non-apparentés survivaient significativement mieux que ceux de parents apparentés (ce qui ne devrait pas être le cas si la population globale était réellement aussi consanguine que ce que l'on pense). Cette étude ne remet pas en question l'effet néfaste d'un fort taux d'homozygotie sur la survie des jeunes guépards, mais elle suggère que les populations de guépards en captivité (en Amériques du Nord en tous cas) sont sans doute moins consanguines qu'on ne le pense, d'où l'intérêt de continuer à promouvoir les accouplements entre individus les moins apparentés possible, qui permettent malgré tout de conserver une certaine diversité génétique au sein des populations captives.

3.4. Vulnérabilité aux maladies

Le Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH) est un ensemble de gènes codant des protéines qui permettent la reconnaissance des antigènes par l'organisme, jouant donc un rôle essentiel dans l'immunité des individus. La diversité allélique du CMH, généralement très importante (les *loci* du CMH sont les plus polymorphes chez les vertébrés), représente la valeur adaptative d'une espèce. Plus cette diversité est importante, plus l'espèce sera capable de faire face à de nombreux pathogènes. Il évolue au cours de l'histoire d'une espèce en fonction de la pression de sélection exercée sur elle (Klein *et al.*, 1993).

Le guépard fait partie des espèces connues pour leur faible diversité génétique au niveau des *loci* du CMH. Ceci a notamment été mis en évidence par des expériences de greffe de peau entre individus non-apparentés, n'ayant pas provoqué de rejet (O'Brien *et al.*, 1985). Ce manque de variation génétique est supposé être à l'origine de la sensibilité accrue à de nombreuses maladies constatée chez le guépard en captivité (Munson, 1993), tel que l'épidémie de Péritonite Infectieuse Féline (PIF) ayant provoqué 60 % de mortalité chez les guépards de Wildlife Safari (Oregon) au début des années 1980 (O'Brien *et al.*, 1985). Une étude ayant recensé tous les rapports de décès de guépards en captivité (qui sont presque tous de la sous-espèce sud-africaine) depuis 1829, soit 1630 décès, dont 364 avant l'âge de 6 mois, a déterminé la proportion des principales maladies comme cause de mort (cf tableaux 3 ; Marker-Kraus, 1997a). Les principales causes de décès pour les adultes sont des maladies infectieuses, et pour les jeunes ce sont des facteurs que l'on peut souvent relier à la génétique (mortalité néonatale, négligence maternelle, attaque par un adulte pour cause de déficience, malformation congénitale... ; tableau 3).

Tableaux 3 : Cause de décès entre 1829 et 1994 chez les guépards en captivité adultes (a) et de moins de 6 mois (b) (Marker-Kraus, 1997a)

CAUSE OF DEATH	NO. ANIMALS	% TOTAL MORTALITY	CAUSE OF DEATH	NO. ANIMALS	% TOTAL MORTALITY
Kidney disease	184	14	Mortality < 30 days	89	24
Gastro-intestinal (incl. enteritis, <i>Escherichia coli</i> , colitis)	109	9	Stillborn	72	20
Trauma (incl. accidents, ruptures)	98	8	Eaten by adult	68	19
Respiratory (incl. pneumonia, lung diseases)	95	7	Maternal neglect	60	17
Liver (incl. hepatitis, veno-occlusive disease)	78	6	Nutritional deficiency	25	7
Feline infectious peritonitis	74	6	Congenital defect	19	5
Miscellaneous	69	5	Exposure	14	4
Infection	67	5	Aggression	9	2
Senescence	52	4	Trauma	8	2
Panleucopaenia	48	4			
Euthanasia/unknown	47	4			
Unknown	46	4			
Aggression	41	3			
Heart	30	2			
Muscular/skeletal	28	2			
Liver/kidney disease	26	2			
Cancer	26	2			
Peritonitis	21	2			
Poison/toxin	21	2			
Nutritional deficiency	18	1			
Pancreatitis	16	1			
Parasites	15	1			
Central nervous system	12	1			
Tuberculosis	12	1			
Spleen	9	1			
Tumour	9	1			
Haemorrhage	8	1			
Anaemia	7	1			

Toutefois, de récentes études critiquent ces anciens résultats obtenus par des méthodes de quantification du CMH de « faible résolution » et/ou à partir d' « échantillons trop petits ». Les guépards conserveraient une certaine diversité allélique au niveau du CMH, notamment du CMH de classe I, et le manque de variation au niveau du CMH de classe II ne serait finalement pas un important facteur de vulnérabilité aux maladies, puisque les guépards sauvages sont globalement en bonne santé et que ce sont surtout les guépards en captivité qui souffrent d'affections pathologiques diverses (Castro-Prieto *et al.*, 2011 ; Morris *et al.*, 2014).

3.5. Autres conséquences de la consanguinité chez le guépard

Enfin, le fort taux d'homozygotie de l'espèce est supposé être à l'origine de déformations anatomiques, telles que des anomalies des dents, des fentes palatines et des malformations des vertèbres caudales (Marker-Kraus, 1997b ; Marker et Dickman, 2004). Ce type d'anomalies était au départ, dans les années 1980, connu chez les guépards captifs uniquement, ce qui avait conduit les chercheurs à incriminer les méthodes d'élevage en claustration. Depuis, d'autres études, comme celle de Marker et Dickman (2004) sur les guépards sauvages de Namibie, ont montré que ces derniers

étaient également touchés par ces malformations, ce qui semble plus en faveur de l'effet néfaste de l'appauvrissement génétique global de l'espèce comme cause supposée de ces anomalies morphologiques.

B) Acteurs de la conservation et leurs actions

1. Protection officielle par les instances internationales

1.1. CITES

La CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) est un accord international entre les gouvernements de pays volontaires (80 lors de son entrée en action en 1975, 183 aujourd'hui), ayant pour but de s'assurer que le commerce international de spécimens animaux et végétaux ne menace pas la survie de leur espèce. Cet accord s'applique actuellement à plus de 35 000 espèces animales et végétales, qu'elles soient commercialisées sous forme d'individus vivants ou produits inertes (fourrure, défenses, herbes séchées...) (What is CITES ?, 2013).

Le guépard (toutes sous-espèces confondues), est inscrit depuis 1975 à l'annexe I de la CITES, regroupant les espèces les plus menacées, hormis les 205 individus annuellement alloués comme quotas dans trois pays d'Afrique (qui eux figurent à l'annexe III). Son commerce est donc soumis, comme celui de toutes les espèces de cette annexe, à des réglementations très strictes (permis d'importation/exportation, conditions de transport, objectif non financier...), visant à s'assurer qu'il ne constitue pas une menace supplémentaire pour la survie déjà relativement compromise de l'espèce (article III de la Convention CITES). Nous avons vu plus haut (*cf* paragraphe III.A.1.3.) que les pays du golfe Persique sont une destination majeure du commerce illégal de guépards, même si ces derniers semblent ne provenir que d'Afrique de l'est pour l'instant. Ces pays étant membres de la CITES, l'importation de guépards sauvages y est interdite (hormis pour des raisons non-commerciales, en application de l'article III de la Convention), et les gouvernements s'efforcent de lutter contre le trafic illégal (Nowell, 2014).

Cependant, d'après l'étude menée pour la CITES en 2014 sur l'importance du commerce illégal du guépard, notamment à destination du Moyen-Orient, il est apparu que le danger était encore loin d'être contrôlé (en particulier pour le guépard est-africain puisque le guépard asiatique ne semble pour l'instant pas tellement concerné). Il a donc été suggéré que les pays du golfe Persique soient tenus de fournir des rapports sur leur législation et les mesures de contrôle qu'ils mettent en place pour la régulation de la circulation des guépards (d'origine sauvage ou captive). Il leur est également demandé de renforcer leurs contrôles, aux frontières et internes, ainsi que de soutenir financièrement et techniquement l'Afrique de l'Est pour lutter contre le trafic illégal (Nowell, 2014). Dans l'hypothèse où le guépard asiatique se retrouverait impliqué dans ce trafic, ces mesures devraient permettre de le mettre en évidence et de s'y opposer.

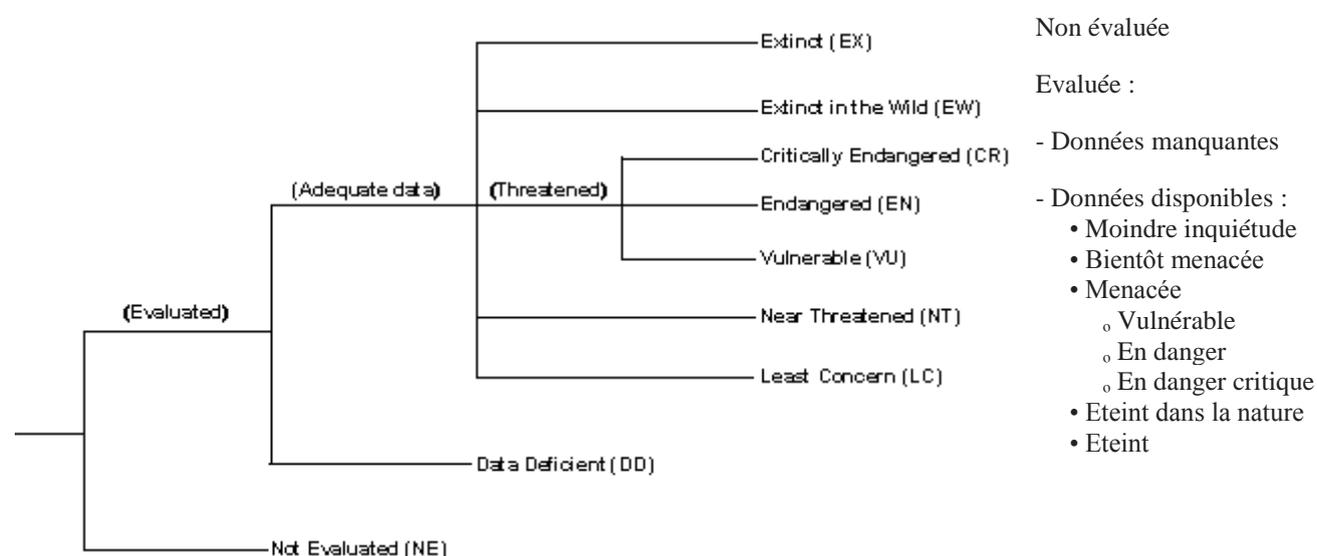
1.2. Liste Rouge de l'IUCN

L'IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) est une union entre gouvernements d'Etats membres, fondée en 1948 et partenaire d'organisations publiques, privées et non-gouvernementales, dont l'objet est la recherche du progrès humain, du développement économique et

de la protection de l'environnement. Elle représente l'autorité de référence sur le statut de la nature et sur les mesures nécessaires à sa sauvegarde (IUCN, 2017). L'une des branches de l'IUCN, dévolue à la survie des espèces menacées, est la SSC (*Species Survival Commission*), constituée de plus de 120 groupes de spécialistes internationaux, dont le CSG (*Cat Specialist Group*), chargé de la protection des 41 espèces de félins sauvages du monde.

Les catégories et critères de la Liste Rouge de l'IUCN (figure 25) ont pour but de constituer un système de classification simple et clair pour les espèces à haut risque d'extinction. Après 30 ans d'utilisation, l'ancien système a été révisé à partir de 1989, à la demande de l'IUCN SSC (*Species Survival Commission*), pour développer une classification plus objective, finalement adoptée par le conseil de l'IUCN en 1994. Dès lors, les catégories de la Liste Rouge de l'IUCN ont été largement reconnues et utilisées de façon internationale, d'où la nécessité de les améliorer de nouveau en 1996, avec la mise en place d'un système de Versions successives (de la version 1.0 en 1991, à la version 3.1 depuis 2001) suivant les mises à jour régulières. L'application de ces critères permet donc de classer tous les taxons (sauf les microorganismes), au niveau de l'espèce ou en-dessous, dans des catégories selon leur risque d'extinction (IUCN, 2001).

Figure 25 : Structure des catégories (IUCN, 2001)



La sous-espèce de guépard asiatique (*Acinonyx jubatus venaticus*) appartient à la catégorie « *Critically Endangered* » (Jowkar *et al.*, 2008 ; cf paragraphe I.C.1.), c'est-à-dire la catégorie représentant le plus haut risque d'extinction avant « *Extinct in the Wild* » (« Eteint dans la nature »). Cette classification officielle permet d'attirer l'attention sur le danger encouru par le guépard asiatique et d'orienter les mesures de conservation nécessaires. C'est notamment à la suite de la visite de Peter Jackson, alors président de l'IUCN/SSC Cat Specialist Group, en Iran en 1998, que les discussions ont fini par aboutir au lancement d'un nouveau programme de conservation, en partenariat avec le Département de l'Environnement iranien (DoE) et l'UNDP.

1.3. UNDP

L'UNDP (*United Nations Development Programme*) est l'un des programmes des Nations Unies, axé sur l'aide aux pays en développement pour promouvoir la lutte contre la pauvreté et la protection de l'environnement. Il est impliqué dans la conservation du guépard iranien depuis le lancement d'un

programme de sauvegarde en 2001, en partenariat avec le GEF (Global Environment Facility), organisme international de financement de projets de développement et de protection de l'environnement, et le Département iranien de l'Environnement (Breitenmoser *et al.*, 2009 ; UNDP, 2017).

2. Protection nationale par le Département de l'Environnement (DoE) et CACP

NB : Il est possible que les paragraphes de cette sous-partie contiennent des informations déformées ou enjolivées par les médias iraniens, et donc finalement inexacts d'un point de vue purement objectif, en particulier en ce qui concerne les mesures officiellement mises en place par le DoE.

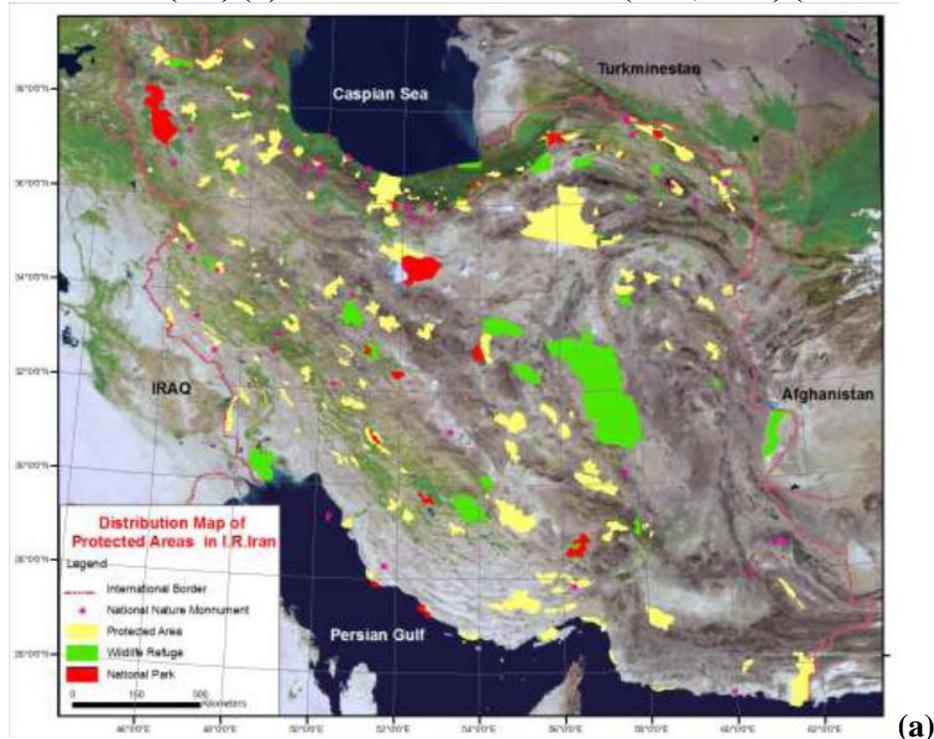
2.1. Création du CACP

Le Département iranien de l'Environnement, dirigé par Masoumeh Ebtekar de 1997 à 2005, puis à nouveau en tant que vice-présidente depuis 2013 et l'élection du président Hassan Rouhani, est particulièrement impliqué dans la sauvegarde du guépard iranien depuis la reprise des mesures de protection au début des années 2000. Il est, en collaboration avec l'UNDP, ainsi qu'un certain nombre de partenaires nationaux et internationaux (la *Wildlife Conservation Society*, l'association *Panthera*, le *Cheetah Conservation Fund* et l'*IUCN/SSC Cat Specialist Group*), à l'origine du projet *Conservation of Asiatic Cheetah Project* (CACP), fondé en 2001 avec pour objectif la préservation des derniers guépards du pays (et du monde). Ce projet, conçu comme un *Medium Size Project* (MSP), était initialement planifié sur 4 ans, pour en fait se prolonger jusqu'au printemps 2009 (Breitenmoser *et al.*, 2009). Cependant, il a été relancé dès novembre 2009 (toujours en partenariat avec l'UNDP), en tant que CACP Phase II, dans le but de poursuivre les actions menées lors de la phase I (2001-2009) et d'aider le Département de l'Environnement à tenir ses engagements envers la *Convention on Biological Diversity* des Nations Unies. La phase I était principalement cofinancée par l'organisme GEF (*Global Environment Facility*) de l'UNDP, et la phase II par l'UNDP et la société *Dana Insurance*. La fin de la phase II du CACP est pour l'instant prévue pour décembre 2017.

2.2. Territoires officiellement protégés par le DoE en Iran (figure 26)

En Iran, les aires protégées par le DoE couvrent environ 17,11 millions d'hectares, soit 10,34 % de la surface nationale. Ces zones sont réparties en 4 catégories : « *National Parks* » (NP), « *Wildlife Refuges* » (WR), « *Protected Areas* » (PA) et « *National Natural Monuments* » (NNM). En plus de ces aires, le DoE a mis en place jusqu'ici 154 zones dans lesquelles la chasse est interdite (« *Non-hunting areas* » NHA), représentant 5 millions d'hectares. Enfin, l'Iran participe au *Man and the Biosphere Programme* de l'UNESCO, avec 12 « *Biosphere Reserves* » (BR) couvrant 5,6 millions d'hectares.

Figure 26 : Distribution des zones protégées (NNM, PA, WR et NP) (a) et des réserves de l'UNESCO (BR) (b) en Iran en octobre 2016 (DoE, 2016) (Fazel *et al.*, 2016)



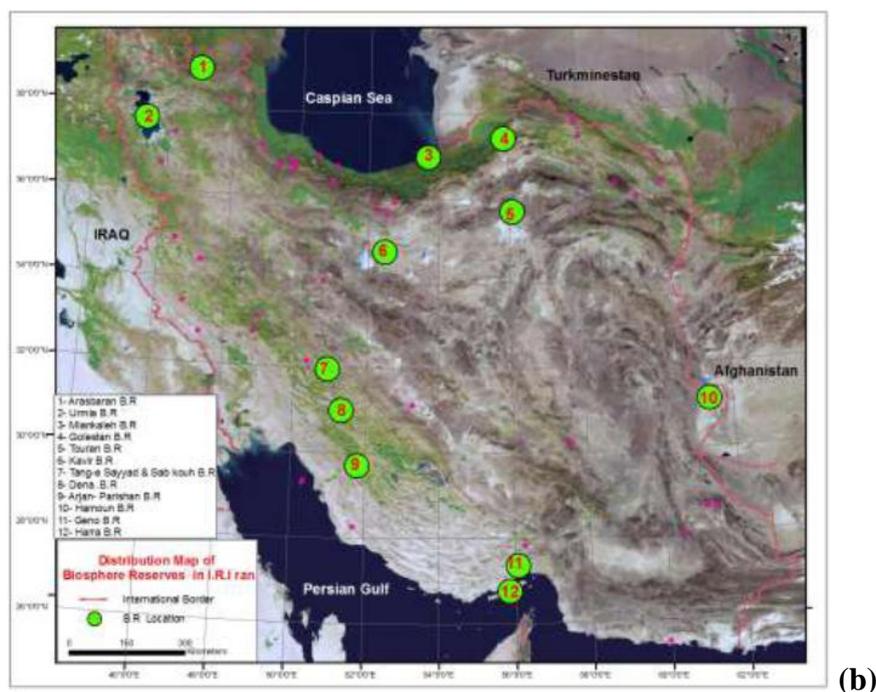
Points roses : *National Natural Monument* (NNM)

Jaune : *Protected Area* (PA)

Vert : *Wildlife Refuge* (WR)

Rouge : *National Park* (NP)

Les zones bénéficiant d'un statut protégées sont nombreuses et bien réparties sur le territoire iranien, hormis la partie sud-est du pays qui demeure délaissée de ce point de vue. Rappelons que seules 18 de ces zones sont connues pour abriter le guépard asiatique.



2.2.1. Efforts de recensement et localisation

Alors que de nombreuses réserves ont été créées pendant le XX^{ème} siècle, ce n'est qu'à partir de 2001 que de réels efforts ont été entrepris pour déterminer lesquelles hébergent des guépards et combien d'individus y vivent (Bartels *et al.*, 2002 ; Farhadinia, 2004 ; Breitenmoser *et al.*, 2009). Les diverses enquêtes menées jusqu'à nos jours ont permis d'identifier 18 réserves abritant des guépards asiatiques (*cf* paragraphe I.C.3.), mais les dernières recherches n'ont pas trouvé de traces du félin à Bidouyeh PA, Bahram-e-Gour PA et Bajestan, et sa présence reste à investiguer dans les provinces de Razavi Khorasan, Khorasan Sud, Kerman, Hormozgan et Sistanva-Baluchestan (Farhadinia *et al.*, 2016a).

Les réserves ainsi identifiées ont alors pu faire l'objet de mesures de protection particulières (16 des 18 réserves abritant le guépard sont spécifiquement protégées pour préserver l'espèce) et de sites d'étude de la biologie de l'espèce (Farhadinia, 2007).

2.2.2. Lutte contre le braconnage

Le DoE emploie des gardes-chasses (environ 125 en 2016 ; figure 27), venant pour la plupart des communautés avoisinant les réserves de guépards, qui travaillent dans ces réserves et participent à la protection des animaux, notamment en luttant contre le braconnage (Farhadinia *et al.*, 2016a). Ils sont la première source d'informations concernant la présence de guépards ou d'une famille de guépards dans une zone donnée, ou la mort d'un individu (Farhadinia *et al.*, 2017). Ils peuvent confisquer un guépard qui a été capturé, afin qu'il soit pris en charge par les autorités compétentes (DoE) (Farhadinia *et al.*, 2016a), et participent à la récolte de données par « *camera-trapping* » (Farhadinia *et al.*, 2016a). Les gardes-chasse des réserves gérées par le CACP bénéficient de formations spéciales et d'entraînements techniques sur les procédures de garde et de récolte de données. Enfin, ils sont chargés de diverses tâches selon les réserves, comme l'approvisionnement des points d'eau artificiels dans la réserve de Miandasht, zone particulièrement aride et dans laquelle la compétition avec les troupeaux domestiques est très forte (ICS News, 2017).

Figure 27 : Brigade de protection devant un panneau de signalisation (CRESAM, 2017)



Le rôle des gardes-chasses est d'une importance capitale pour la conservation du guépard asiatique en Iran, et une partie des mesures entreprises par le DoE consistent à améliorer leurs conditions de travail. Lors de la conférence de l'ICS à Téhéran en 2013, Morteza Eslami, CEO (*Chief Executive officer*) de l'ICS, avait souligné le fait qu'au moins un tiers des gardes-chasse alors employés par le DoE ne bénéficiaient pas de conditions de sécurité satisfaisantes dans l'exercice de leur fonction. Ils sont équipés de véhicules 4x4 et de motos et, en 2013, chaque garde-chasse devait protéger 640 km² de réserves, d'où la nécessité d'augmenter encore leurs effectifs (déjà presque doublé au cours des dix années précédentes, grâce aux efforts du DoE, du CACP et de l'UNDP). Dix-huit gardes-chasse s'étaient vus récompensés lors de cette conférence, pour leur efficacité contre le braconnage et leur implication dans les études par « *camera-trapping* ». Ils avaient reçu une lettre de recommandations signée du ministre de l'environnement (Dr Ebtekar), à intégrer à leur dossier pour augmenter leur salaire. Tous les gardes-chasse avaient également reçu une prime de la part de Saman Golriz, présentateur-télé très impliqué auprès de l'ICS (ICS, 2013).

Enfin, le braconnage des guépards est sanctionné par de lourdes peines. Au moment du renforcement des mesures de protection du guépard en 2001, l'amende était passée de 2 500 US\$ à 12 500 US\$ (Bartels *et al.*, 2002). Aujourd'hui, en plus d'une peine de prison, l'amende est de 28 570 US\$ (1 milliard de rials iraniens) ; c'est le montant le plus élevé parmi toutes les amendes sanctionnant le braconnage d'une espèce sauvage protégée en Iran (Farhadinia *et al.*, 2016a).

2.2.3. Gestion du développement des infrastructures humaines et de leurs conséquences

Les conséquences du développement des activités et infrastructures humaines (routes, activités minières, pâturage de troupeaux domestiques) sont désastreuses pour le guépard et ses proies ; cela est connu des acteurs de la conservation depuis avant les années 2000 (Asadi, 1997). Malgré le renforcement des mesures de protection depuis 2001, plusieurs plans de développement ont été autorisés au sein même des réserves, au mépris du travail réalisé par les acteurs de la sauvegarde du guépard asiatique, d'où une certaine démotivation chez ces derniers (notamment chez les gardes chasse). Il a également été constaté que les causes humaines de mortalité des guépards avaient doublé depuis 2010, par rapport aux années 2000s (ICS, 2013).

En conséquence, lors de son retour à la tête du DoE en 2013 (suite à l'élection du président Hassan Rouhani), M. Ebtekar (figure 28) a co-organisé avec l'ICS la *National Conference of Iranian Cheetah* (octobre 2013), afin de rassembler les acteurs de la conservation du guépard, de les remotiver, de partager les résultats des études menées et de resensibiliser le public et l'Etat au danger encouru par l'espèce.

Lors de cette conférence, le nouveau gouvernement a annoncé son engagement pour la sauvegarde des derniers guépards du pays. De plus le DoE s'est fortement engagé à enrayer les plans de développement dans les zones habitées par le guépard. Par exemple, interrogée par les journalistes au sujet de la construction de la route à travers l'aire protégée de Bafq, le Dr Ebtekar a répondu qu'elle ferait son possible pour empêcher le projet d'aboutir (ICS, 2013). Le CACP (phase I) avait notamment entamé des négociations avec le Ministère de l'Industrie et des mines, afin de limiter leurs activités dans les zones protégées connues pour héberger des guépards (Breitenmoser *et al.*, 2009). Malgré tout, l'exploration et l'exploitation minière (avec les routes et chemins de fer qui l'accompagnent), restent aujourd'hui le secteur au développement le plus rapide et le plus intensif dans les réserves de guépards (Farhadinia *et al.*, 2017).

Figure 28 : Dr Masoumeh Ebtekar, chef du DoE, lors de la conférence de L'ICS à Téhéran, en octobre 2013 (ICS, 2013)



En parallèle de ces engagements, des mesures ont été prises pour tenter de limiter la mortalité des guépards le long des routes déjà existantes, notamment *via* une meilleure signalisation, des limitations de vitesse et des rappels réguliers du risque de traversée de guépards (Farhadinia *et al.*, 2017). Les résultats de ces mesures, bien que peu objectivés, semblent cependant peu concluants, des solutions à plus grande échelle seraient donc requises (Mohammadi et Kaboli, 2016 ; Farhadinia *et al.*, 2017).

Enfin, la phase I du CACP s'était entre autre intéressée au pâturage des troupeaux domestiques dans les réserves de guépards, à l'origine à la fois d'une compétition avec les proies et d'un risque d'attaque des troupeaux. Un programme de gestion des droits d'accès à ces pâturages avait alors été initié en 2001 (Breitenmoser *et al.*, 2002). Par ailleurs, le problème longtemps négligé de la déprédation des troupeaux domestiques par les guépards a été remis à l'ordre du jour lors de la conférence de l'ICS en 2013, avec des compensations financières du CACP accordées aux éleveurs ayant perdu des animaux (ICS, 2013 ; Farhadinia *et al.*, 2016a).

2.3. Education de la population

A ces débuts, le travail pour la préservation du guépard asiatique en Iran s'est heurté à l'ignorance et au manque d'implication de la population. En effet, la responsabilité de la gestion et la protection de l'environnement était traditionnellement du ressort du gouvernement uniquement, excluant ainsi la participation des communautés locales (Asadi, 1997). C'est d'ailleurs la raison pour laquelle l'un des objectifs principaux du CACP, lors de sa création en 2001, était l'éducation et l'implication de la

population dans le projet de conservation du guépard (Breitenmoser *et al.*, 2009). La phase I du CACP (2001-2009) a fourni un travail important dans ce sens, afin d'élargir la diffusion d'informations au-delà de la sphère initiale des acteurs de la conservation.

Au niveau des hautes instances, administrations et experts, le travail a principalement consisté en un lobbying marqué, incluant la sensibilisation du Président de la République, afin d'une part de renforcer la législation en faveur de la protection du guépard, et d'autre part d'organiser des conférences, des ateliers techniques, des rencontres entre experts et acteurs potentiels... Ces rencontres ont beaucoup participé à répandre l'intérêt pour la protection et l'étude de la faune sauvage, au sein de la communauté scientifique iranienne, d'où le lancement de diverses études sur le guépard et d'autres espèces sauvages du pays.

L'éducation locale des personnes et acteurs s'est développée en collaboration étroite avec des ONGs, nationales (*Iranian Cheetah Society*, *Eco-Researchers Society*, *Plan for the Land Society* et *Mohitban Society* notamment) ou locales. Elle passe par l'implication de la population dans des projets financés par le *Small Grants Programme* (du GEF), par des rencontres et ateliers avec les locaux, par des propositions de cours et formations spécialisées à destination des étudiants ainsi qu'un partenariat avec le Ministère de l'éducation pour intégrer le sujet de la conservation de la vie sauvage dans les programmes scolaires. Des livres sur ce sujet ont aussi été distribués dans les librairies de Bafq et Touran. Les gardes-chasse sont également formés à la communication et à la collaboration avec les habitants locaux (discussions et organisation de visites des réserves, dans le but d'informer et de développer une relation de confiance avec la population). Enfin, des interactions avec les autorités locales de Bafq et Touran visaient à trouver des solutions pour limiter le surpâturage dans les aires protégées.

A une échelle plus globale, la sensibilisation de la population est basée sur l'utilisation massive des médias, locaux, nationaux et internationaux, papiers et numériques, ainsi que sur la production de documentaires. Par ailleurs, de nombreux supports pédagogiques ont été conçus et distribués (livres, brochures, posters, calendriers...), en plus d'un site officiel bilingue : <http://cheetah.iranDoE.org>. Enfin, le 31 août est déclaré, depuis 2006, « *Asiatic Cheetah Protection Day* », ce qui donne lieu à cette occasion à divers événements, sous l'emblème du guépard asiatique, co-organisés avec des ONGs à travers le pays. Le guépard est aujourd'hui reconnu comme un symbole de conservation, autant en Iran qu'au niveau international. On peut prendre pour exemple l'équipe de football nationale de l'Iran qui, pour la coupe du monde de FIFA 2014, avait arboré le guépard sur leur maillot, afin d'attirer l'attention sur les efforts de conservation (Farhadinia *et al.*, 2016a).

2.4. Tentatives d'élevage en captivité

En Iran, plusieurs programmes d'élevage en captivité et de réinsertion ont été envisagés dans les années 1990, comme celui de Kaboudan Island, proposé par H. Ziaie, et celui de Koleh Ghazi, proposé par M. T. Moeinian/Esfahan DoE, qui ont tous deux été abandonnés dès la phase de planification. Les programmes de Touran et Bamou NPs ont donné lieu à la construction de vastes enclos, mais aucun guépard n'y a été relâché (Farhadinia *et al.*, 2016a). La réintroduction de guépards fait face à deux principaux obstacles : obtenir suffisamment d'animaux à relâcher, et trouver un site de relâcher avec une concentration de proies suffisante (Mallon, 2007). Breitenmoser (2002) avait étudié la possibilité de réintroduire le guépard au Turkménistan, notamment à Ustyurt (sud-ouest du pays et dernière région où des guépards asiatiques ont été aperçus au Turkménistan), *Gaplangyr Nature Reserve* (2 828 km²), *Meana Chacha Wildlife Sanctuary* (3 000 km²) et *Badkhyz Nature Reserve* (877 km²), mais avait conclu à l'infaisabilité de cette réintroduction à cause du

manque de proies. La restauration d'une population de proies conséquente semble donc être une condition indispensable à la réintroduction du guépard (Breitenmoser, 2002).

Aujourd'hui, seuls deux guépards asiatiques, Koshki et Delbar, sont détenus à Pardisan Park, Téhéran, dans une optique de reproduction en captivité, qui n'a jusqu'ici pas donné de résultat. En effet, après une gestation qui s'est soldée par un avortement, Delbar n'a plus présenté de chaleurs depuis 18 mois. Par ailleurs, l'Inde a renouvelé en 2015 son souhait d'initier une coopération avec l'Iran, pour la sauvegarde conjointe du guépard et du lion asiatiques (*cf* paragraphe III.C.4.). Ce projet avait déjà été envisagé dans les années 1980, mais le guépard alors capturé était mort en Iran et l'échange avec l'Inde n'avait pas abouti (Farhadinia *et al.*, 2016a). L'Inde proposait donc à nouveau une *Joint Conservation Initiative* (JCI), visant à faire parvenir des guépards asiatiques chez eux et à expédier des lions asiatiques en Iran, afin de lancer des programmes d'élevage en captivité de ces deux espèces pour ensuite les relâcher sous surveillance dans leur pays d'accueil (Basu et Zandi, 2015). Ce projet a cette fois encore été abandonné ; on peut penser que, le défi de l'élevage en captivité et de la réintroduction de guépard asiatique n'étant déjà pas encore relevé en Iran, il est peut-être prématuré de tenter d'y réintroduire des lions asiatiques...

3. Iranian Cheetah Society

3.1. Création de l'ICS

L'*Iranian Cheetah Society* (ICS) est une ONG iranienne fondée en 2001 et dédiée à la protection des cinq grands carnivores du pays (le guépard asiatique, le léopard de Perse, le loup gris, la hyène rayée et l'ours brun *Ursus arctos*), souvent en conflit avec les communautés locales. L'ICS a été créée à l'initiative de trois étudiants en ressources naturelles, dont M. S. Farhadinia, auteurs de nombreuses études sur l'habitat et l'écologie du guépard en Iran depuis 2001 (Farhadinia, 2004 et 2007 ; Farhadinia *et al.*, 2008, 2010, 2012, 2013, 2014, 2016a et b et 2017). M. S. Farhadinia a commencé à étudier la faune sauvage après sa rencontre en 1996 avec Marita, la femelle captive à Téhéran de 1994 à 2003 : « *The idea for studying on the cheetahs came about in fall 1996 when I met Marita, a young female Iranian cheetah in Pardisan Zoo, Tehran, for the first time. She was rescued from a tragedy in the city of Bafq in which her young sisters were killed due to unawareness by local people. At that time, the cheetah was one of the least known species of Iran and almost, there was no data about it in the country, which encouraged me to abandon medical sciences after 3 years and switching to study wildlife sciences at the university. I would like to dedicate this work to that cheetah, Marita.* » (citation de M. S. Farhadinia dans Farhadinia *et al.*, 2007). L'ICS est notamment à l'origine de la majorité des études par « *camera-trapping* » lancées dans beaucoup de réserves depuis 2001, en collaboration avec le DoE et le CACP, dans le but d'objectiver la présence des guépards dans ces réserves (Farhadinia, 2004 ; Farhadinia *et al.*, 2014).

3.2. Education de la population

De même que le CACP, l'ICS travaille également à l'information et la sensibilisation de la population sur le sujet de la conservation de la vie sauvage, et en particulier du guépard asiatique. De 2001 à 2008, un important projet d'implication de la population a été mené dans la région de Bafq, visant notamment à former des ONGs locales pour en faire des partenaires pédagogiques, préparer des supports et programmes éducatifs ciblés (figure 29) à destination des villageois, des éleveurs, des étudiants et des habitants de la région d'une façon générale, inciter les locaux à rapporter les signes de présence des guépards dont ils seraient témoins, enseigner des méthodes permettant de réduire la

déprédation des troupeaux domestiques, et globalement diminuer les causes humaines de mortalité chez le guépard dans cette région. Un journal dédié aux activités de ce projet à Bafq, et à la promotion de la conservation du guépard, le « *Bafq Cheetahletter* », avait été créé à destination des partenaires du projet, des habitants de Bafq et des donateurs financiers nationaux. Le projet avait également bénéficié d'une importante couverture médiatique (Eslami *et al.*, 2010).

Figure 29 : Supports éducatifs du projet à Bafq, Brochures informatives sur le guépards et d'autres carnivores sauvages « Guides pratiques des carnivores » (Eslami *et al.*, 2010)



Des brochures de ce type ont été distribuées aux habitants de Bafq et de quelques villages alentours, dans le cadre du projet local de sensibilisation de la population à la conservation du guépard asiatique. Ces brochures contiennent des informations sur le guépard lui-même, mais aussi sur d'autres carnivores sauvages, avec notamment des moyens de les différencier.

L'ICS possède également un journal officiel, le « *Cheetahletter* », édité trimestriellement pour rendre compte des dernières activités et résultats aux partenaires et volontaires, ainsi qu'un site internet bilingue (<http://www.wildlife.ir/en/>) sur lequel il est possible de retrouver les articles publiés (rubrique « *News* »).

Enfin, une branche de l'ICS, l'*ICS Theater Team*, est spécialisée dans la production de vidéos et spectacles sur le thème de la conservation du guépard. Lors de la conférence de l'ICS en 2013, l'ONG présentait sa dernière vidéo d'animation « *Cheetah Video Music* » (figure 30), et la ministre de l'environnement recommandait fortement le Bureau des relations publiques du DoE d'intercéder auprès de la télévision nationale pour qu'elle diffuse ce message. L'ICS promouvait également son spectacle « *I am still alive* », déjà présenté depuis 3 ans dans plus de 15 communautés voisines de réserves et considéré comme une approche éducative innovante dans les zones rurales (ICS, 2013).

Figure 30 : Vidéo pédagogique « *Cheetah Video Music* » (a) et photo du spectacle « *I am still alive* » (b) de l'ICS (ICS, 2013)



(a)

Cheetah Video Music est une vidéo d'animation pédagogique de 6 minutes, mettant en scène des personnages animés animaux (guépards, moutons sauvages, gazelles, chacals...) et humains, et insérant des images réelles de guépards asiatiques. Elle est disponible (en Persan) en suivant ce lien : <http://www.aparat.com/v/k2u5p>



(b)

Le spectacle *I am still alive* met en scène 3 menaces majeures pour le guépard : le braconnage, le surpâturage par les troupeaux domestiques, et les routes, à travers des scènes de théâtre et des chants. Sur la photo, on peut voir 2 acteurs figurant un guépard attaqué par un braconnier.

L'ICS est donc un partenaire majeur du CACP, en particulier en ce qui concerne les enquêtes démographiques sur le guépard (« camera-trapping ») et la diffusion d'informations auprès de la population. Toutefois, ces deux organismes collaborent rarement, et leurs relations sont loin d'être limpides, ce que l'on peut attribuer à un potentiel esprit de compétition entre leurs membres. En effet, les enjeux de la conservation du guépard asiatique sont principalement devenus politiques en Iran, d'où cette concurrence probable entre le CACP, créé par le DoE et cherchant à promouvoir le rôle du gouvernement iranien dans la sauvegarde du guépard, et l'ONG *Iranian Cheetah Society*.

4. Associations partenaires

Le gouvernement iranien travaille en collaboration avec plusieurs autres Organisations Non Gouvernementales (ONGs), qui participent aux actions entreprises pour la sauvegarde du guépard asiatique. Parmi ces associations, les plus impliquées auprès de cette espèce (hormis l'ICS), sont *Panthera* et *Persian Wildlife Foundation*.

Panthera est une ONG (figure 31a) fondée en 2006 aux Etats-Unis d'Amérique par le Dr Thomas S. Kaplan. C'est la seule organisation exclusivement consacrée à la sauvegarde des 40 espèces mondiales de félins sauvages et de leurs écosystèmes. Elle est partenaire avec d'autres ONG locales et internationales, en particulier l'ICS qu'elle a largement financée, ainsi qu'avec des institutions scientifiques, des communautés locales, des gouvernements et des citoyens volontaires sur toute la planète (*Panthera*, 2015).

Persian Wildlife Foundation est une ONG (figure 31b) fondée en 2010 dans le Connecticut (Etats-Unis d'Amérique), et a pour but la promotion de la vie sauvage en Iran. Cette association participe aux projets de recherche (notamment aux études par « camera trapping » initiées dans de nombreuses réserves ces dernières années), mais également à la sensibilisation de la population, nationale et internationale, sur le sujet de la conservation du guépard iranien (en particulier *via* les médias) (*Persian Wildlife Foundation*, 2012 ; ICS, 2013).

Figure 31 : Logos des associations *Panthera* (a) (Panthera.org) et *Persian Wildlife Foundation* (b) (persianwildlife.us)



(a)



(b)

5. Médias et sponsors

Enfin, depuis le renforcement des mesures de protection du guépard en 2001, les médias participent fortement à la sensibilisation de la population à l'importance de la préservation du guépard iranien, ce qui permet également d'attirer divers sponsors. Lors de la conférence nationale sur le guépard iranien, organisée à Téhéran en 2013 par l'ICS et le DoE, la vice-présidente Dr Masoumeh Ebtekar (ministre de l'environnement), avait d'ailleurs affirmé qu'aucun journaliste ou média ne serait sanctionné pour avoir critiqué le DoE, et qu'ils étaient tous invités à partager leur opinion sur le sujet (Ebtekar, 2013). Cette conférence a notamment été l'occasion de remercier *Salamat Radio Channel*

et le journaliste Asadollah Aflaki du journal Hamshari pour relayer régulièrement des informations sur le guépard, Alireza Kavianirad pour sa récente production « *Iranian Cheetah Animation* » pour la télévision nationale, Hasan Taftian (champion de course national) nommé « Ambassadeur du guépard », l'*Iran Khodro Corporation* (principal fabricant de voiture du Moyen-Orient) pour la publicité faite au guépard *via* ses publicités de voiture, et Saman Golriz (animateur de télévision impliqué dans les efforts de lever de fond de l'ICS) pour les primes qu'il a attribuées aux gardes-chasse chargés de la sécurité des guépards dans les réserves (ICS, 2013). La compagnie aérienne iranienne *Meraj Airlines* a également participé à la diffusion de l'image du guépard asiatique en peignant une face de guépard sur le nez de ses appareils (Real Iran, 2015 ; figure 32).

Figure 32 : Avions de la meraj Airlines peints à l'effigie du guépard asiatique (Real Iran, 2015)



C) Propositions futures

1. Recensement exhaustif et surveillance

Au vu du nombre extrêmement petit de guépards asiatiques restant en Iran (et donc dans le monde), il est urgent de réaliser un recensement exhaustif de leur population, afin d'en connaître l'effectif précis et toutes les zones d'habitat. Hunter *et al.* (2007) avaient lancé la première étude par radio-télémetrie de guépards en Iran, équipant deux guépards et un léopard (au lieu des sept individus prévus au départ) de colliers GPS, afin d'évaluer leur aire de distribution, leurs préférences en termes d'habitat, les liens entre sous-populations, leurs réactions face à l'arrivée de troupeaux domestiques sur leur territoire, les paramètres de leur reproduction (saisonnalité éventuelle), leurs habitudes alimentaires (pérennité du régime alimentaire à base d'ongulés de montagnes), et leurs interactions avec les autres grands prédateurs. Cette étude montrait notamment qu'il est possible de capturer des guépards asiatiques sans les blesser, à l'aide de pièges de type collet plutôt que les cages utilisées en Afrique qui sont responsables de plus de blessures et de mortalité. Il faut tout de même faire attention à la saison : dans cette étude, les captures ont eu lieu entre février et mars, car après mars la température était trop élevée pour poursuivre un guépard sans risque pour lui.

L'idéal serait donc, d'une part de déterminer la présence du guépard dans les régions encore peu étudiées (notamment le sud-est du pays, traditionnelle zone de passage des trafiquants de drogue), et d'autre part de capturer tous les guépards rencontrés pour les équiper d'un collier GPS, réaliser leur examen clinique complet et prélever du matériel biologique pour les identifier génétiquement et constituer une biobanque de la sous-espèce. L'examen clinique devrait inclure des échographies cardiaques et abdominales pour détecter d'éventuelles affections organiques, ainsi que des examens

sanguins cellulaires, biochimiques et hormonaux. Pour compléter les données récoltées par « *camera-trapping* », le terrain devrait être étudié par des rangers spécialisés, des drones, des ULM ou éventuellement certaines sociétés spécialisées dans la capture d'animaux sauvages (« Game Capture »). L'association française CRESAM, ONG spécialisée dans l'aide à la sauvegarde génétique des petites populations animales très isolées et consanguines, s'est récemment beaucoup impliquée dans ce projet. Grâce au soutien de l'ex-ministre française de l'environnement Ségolène Royal (figure 33), l'équipe du CRESAM a pu rencontrer, en janvier 2017, les acteurs de la conservation du guépard en Iran, notamment le CACP et son directeur, Houman Jowkar (CRESAM, 2017). Par ailleurs, à un niveau plus local, il serait également envisageable de proposer des récompenses aux éleveurs fournissant des preuves de la présence de guépards (Farhadinia *et al.*, 2017).

Figure 33 : Mme Royal en visite à Téhéran avec Houman Jowkar et Mme Ebtekar (CRESAM, 2017)



2. Protection des réserves et “couloirs”

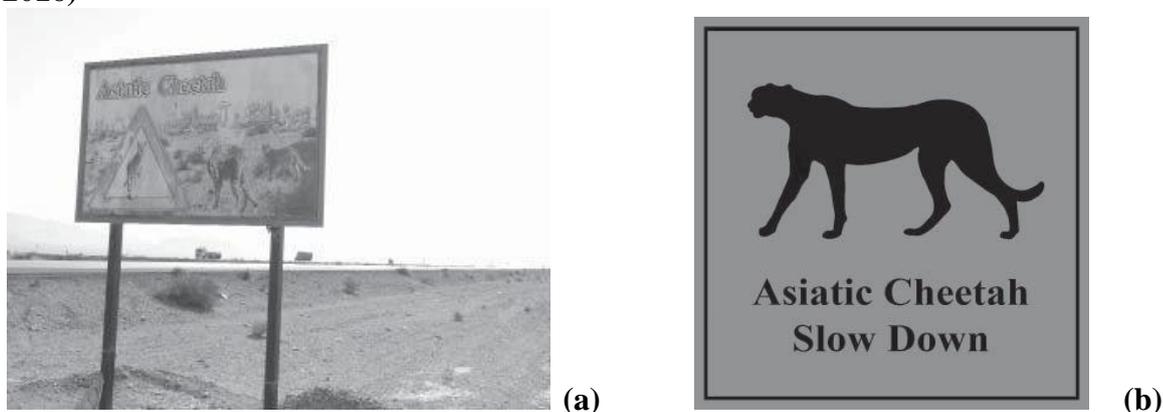
En Iran, les derniers guépards vivent dans plusieurs réserves, mais ils se déplacent aussi beaucoup entre elles (Farhadinia *et al.*, 2013 et 2016a et b). Il est donc nécessaire de coordonner les efforts de conservation au niveau national et au niveau local, plutôt que de les restreindre aux réserves seules (Farhadinia *et al.*, 2017). Il est notamment très important que d'autres secteurs que celui de l'environnement se sentent concernés, en particulier le Ministère de l'industrie et des mines. En effet, les efforts de conservation seront fortement ralentis tant que les plans de développement ne tiendront pas compte de leur impact sur les espèces sauvages menacées (ICS, 2013 ; Farhadinia *et al.*, 2017).

La priorité à court terme est de réduire les causes humaines de mortalité des guépards. Pour cela, il serait bon de diminuer le nombre de chiens gardiens de troupeaux, dont beaucoup sont à moitié sauvages, dans les aires protégées. La coopération des éleveurs serait nécessaire, d'où l'importance

de leur participation aux ateliers d'information et de sensibilisation. Pour les inciter à y participer, il pourrait être envisagé de conditionner les autorisations de pâturage dans les aires protégées par leur présence à ces ateliers. Par ailleurs, en plus des compensations financières accordées par le CACP aux éleveurs ayant perdu des animaux à cause du guépard, d'autres aides pourraient permettre d'améliorer la cohabitation avec ce prédateur, comme par exemple des campagnes de vaccination des troupeaux. Hormis l'amélioration de la productivité des éleveurs, la vaccination des troupeaux limiterait la transmission de maladies entre ongulés domestiques et ongulés sauvages, proies des guépards. Il serait également opportun de réévaluer et contrôler les permis de pâturage anciennement attribués (plus basés sur des droits d'accès historiques que sur la réelle capacité d'accueil des pâtures arides), ainsi que le partage des sources d'eau artificielles entre prédateurs, proies et troupeaux domestiques, afin là encore de limiter la compétition faune sauvage et domestique (Farhadinia *et al.*, 2017).

Par ailleurs, les collisions avec des véhicules constituent aussi l'une des causes majeures de mortalité des guépards (Farhadinia *et al.*, 2017), tout en affectant aussi beaucoup les gazelles (Mohammadi et Kaboli, 2016). Ces accidents semblent se concentrer sur certaines portions de routes en particulier, et malheureusement les actuels panneaux de signalisation (figure 34a) avertissant de la possible traversée de guépards, en plus d'être peu lisibles, ne sont pas placés dans ces zones à risques. Cette concentration des accidents sur certaines portions de routes devrait permettre de diminuer le nombre de collisions guépard-véhicule grâce à la construction de ponts enjambant les routes dans ces zones, afin que les animaux sauvages puissent traverser sans danger. Il serait également utile de développer des dispositifs obligeant les conducteurs à ralentir dans les zones critiques, d'améliorer la signalisation (les panneaux eux-mêmes, figure 34b, et leur localisation) et d'inciter les conducteurs à utiliser leurs phares pour mieux faire fuir les animaux à leurs approches (Mohammadi et Kaboli, 2016).

Figure 34 : Panneau de signalisation de guépards asiatiques existant sur la route Yazd-Kerman (a) et proposition d'un autre style de panneau de signalisation (b) (Mohammadi et Kaboli, 2016)



3. Programme d'élevage en captivité et réinsertion

3.1. Koshki et Delbar

Koshki et Delbar sont actuellement les deux seuls guépards asiatiques au monde vivant en captivité, le premier depuis 2008 et la seconde depuis 2011 (Jowkar *et al.*, 2008 ; Farhadinia *et al.*, 2016a). Ces guépards sont détenus à Pardisan Park, Téhéran, avec pour objectif la mise en place d'un élevage en

captivité par le CACP. Ils sont visités et nourris une fois par jour (1,5 kg de viande, compte-tenu de leur manque d'activité physique), selon le vétérinaire spécialiste en faune sauvage chargé de vérifier les rapports d'alimentation et l'évolution de l'état des animaux (MIS/NN/HMV, 2015). Cette reproduction en captivité est d'autant plus importante qu'aucune femelle accompagnée de petits n'a été photographiée dans la nature depuis 3 ans (Farhadinia *et al.*, 2017).

Malheureusement, nous avons vu plus haut (*cf* paragraphe III.B.2.4.) que la seule gestation obtenue depuis le début de la cohabitation des deux guépards s'est soldée par un avortement et que Delbar n'est pas reparue en chaleurs depuis. Aucune expertise vétérinaire n'a été réalisée afin de tenter de résoudre le problème ; il serait donc nécessaire de procéder à des examens médicaux complets des deux guépards (prélèvements de sang, échographie génitale et générale, collecte, examen et conservation du sperme du mâle). Si les examens de la femelle ne révèlent pas de problème spécifique organique ou génital, un *œstrus* pourrait être induit à l'aide d'hormones, suivi d'un accouplement naturel, voire d'une insémination artificielle en cas de défaillance (CRESAM, 2017).

3.2. Constitution d'une banque de sperme

Lors de la capture des guépards pour prélèvements et pose des colliers GPS, il faudrait également prélever le sperme des mâles, l'examiner et le congeler, afin de constituer une cryobanque (CRESAM, 2017).

Plusieurs méthodes de prélèvement de la semence existent et sont utilisées chez les félins, comme l'électro-éjaculation, le cathétérisme urétral, le prélèvement épидидymaire *post-mortem*, ou le prélèvement post-coïtal. L'électro-éjaculation, technique consistant à stimuler, sous anesthésie générale, les nerfs des organes reproducteurs par un courant électrique, est la méthode privilégiée pour les espèces sauvages (Avon, 2016). Le cathétérisme urétral, technique initialement développée chez le chat domestique, a aussi donné de bons résultats appliquée au lions d'Afrique (Lueders *et al.*, 2012). Cette technique consiste à provoquer la libération de sperme dans l'urètre grâce à une forte dose d' α -2-agoniste (en particulier de la médétomidine), afin de le récolter à l'aide d'un cathéter urinaire. Le prélèvement épидидymaire *post-mortem* est également une technique intéressante en faune sauvage, qui permet de récupérer du sperme d'animaux de grande valeur (cas des espèces en voie de disparition) morts brutalement (possible jusqu'à 12 heures après la mort si les animaux ont été conservés à moins de 5 °C). La qualité des spermatozoïdes récoltés de cette façon est toutefois moindre qu'avec les deux méthodes précédentes, puisque leur maturation n'est pas entièrement terminée. Enfin, le prélèvement post-coïtal consiste à rincer le vagin de la femelle après le coït pour récupérer les fluides présents. C'est la technique la plus ancienne de récolte de sperme mais elle n'est plus que rarement utilisée aujourd'hui, principalement parce que le sperme obtenu est contaminé par les sécrétions vaginales (Avon, 2016). Par ailleurs, elle nécessite un accouplement, phénomène difficile à observer dans la petite population de guépards asiatiques disséminés en Iran...

L'évaluation de la semence, selon des critères macroscopiques et microscopiques, permet d'estimer la fertilité des individus prélevés (globalement mauvaise chez les guépards asiatiques, *cf* paragraphe III.A.3.), ainsi que la résistance de la semence aux techniques de conservation telles que la cryopréservation. Les prélèvements jugés de qualité suffisante peuvent ensuite être congelés dans un mélange assurant la survie des spermatozoïdes et la préservation de leur motilité après décongélation (Avon, 2016).

3.3. Insémination artificielle selon génotypage

Les prélèvements réalisés sur les guépards capturés devront permettre entre autre d'identifier génétiquement chaque individu, par génotypage de l'ADN mitochondrial et de marqueurs microsatellites. Il sera alors possible d'évaluer la variabilité et la distance génétique entre mâles et femelles examinés, puis de modéliser l'évolution de la population. Ainsi, si des inséminations artificielles sont nécessaires, elles seront réalisées entre mâle et femelle aussi éloignés génétiquement que possible, afin de limiter la consanguinité. En cas d'appauvrissement génétique trop important, la réintroduction de gènes africains dans la population de guépards asiatiques pourrait être envisagée (CRESAM, 2017), mais cette solution reste très controversée à cause de la distance génétique séparant apparemment les guépards africains et asiatiques (Charruau *et al.*, 2011).

Le succès d'une insémination artificielle (IA) n'est possible que si la femelle est prête à être fécondée, donc si elle est en train d'ovuler. Chez les guépards, l'ovulation est induite par le coït, il est donc nécessaire de l'induire artificiellement à l'aide de traitement hormonaux, à savoir, en général, l'*equine Chorionic Gonadotropin* (eCG) pour stimuler la maturation des follicules, suivie par l'*human Chorionic Gonadotropin* (hCG) pour induire l'ovulation. L'IA a plus de chance de fonctionner si elle intervient après le début de l'ovulation, car l'anesthésie indispensable à la manipulation pourrait la perturber. De plus, dans le contexte d'espèces très rares et très peu élevées en captivité, pour lesquelles la semence utilisée a été conservée par congélation, une plus grande quantité de sperme est requise par rapport à l'utilisation de semence fraîche. La technique de récolte par électro-éjaculation est donc particulièrement intéressante puisque c'est celle qui permet la récolte du plus grand volume de semence (Avon, 2016).

3.4. Réinsertion en milieu naturel

Réinsérer des animaux élevés en captivité dans la nature nécessite de choisir soigneusement les lieux de relâcher, afin que les conditions soient les plus favorables possibles, ce qui inclut une concentration de proies suffisante (Breitenmoser, 2002 ; Mallon, 2007). Outre les facteurs divers menaçant directement le guépard en Iran (braconnage, éleveurs et chiens de troupeaux, routes), le pays possède également la densité de proies la plus faible de toute l'aire de distribution de l'espèce *Acinonyx jubatus* (Schaller et O'Brien, 2001).

En 2014, Kaczensky et Linnell ont étudié le statut des populations d'ongulés sauvages (onagres, moutons sauvages et gazelles) ainsi que d'autres espèces animales partageant leur écosystème, dans les réserves de Badhyz, Gyzylyjar et Chemenabat, au sud du Turkménistan. Cette étude a révélé que la réserve de Badhyz abrite d'importantes populations de rongeurs et petits mammifères, qui constituent la nourriture de nombreuses espèces de mammifères, oiseaux et reptiles. De plus, les populations de moutons sauvages et de gazelles y semblent bien développées, et une petite population d'onagres y a aussi été aperçue, bien qu'ils semblent majoritairement vivre en dehors de la réserve. Cette dernière présente également peu de signes d'activité humaine, même si des actes de braconnage ont tout de même été répertoriés. Cependant, elle abrite aussi une cinquantaine de chevaux sauvages, et est assez polluée par des déchets domestiques. Quatre troupeaux de moutons domestiques y ont été observés durant l'étude, ce qui est peu comparé aux autres réserves. En effet, si la réserve de Badhyz semble représenter un environnement plutôt favorable à la réinsertion de guépards asiatiques, les réserves de Gyzylyjar et de Chemenabat, ainsi que les « couloirs écologiques » les reliant à Badhyz, souffrent d'une très forte pression anthropique, et notamment d'un surpâturage des troupeaux domestiques (Kaczensky et Linnell, 2015). Concernant Badhyz, après la mise en place de quelques mesures conservatives supplémentaires (déplacer les chevaux sauvages

avant qu'ils ne se multiplient, sécuriser les accès à l'eau pour les onagres autour de la réserve, améliorer les infrastructures, équipements et moyens du personnel des réserves), la réserve pourrait constituer un site d'accueil intéressant pour une réinsertion de guépards asiatiques au Turkménistan (Kaczensky et Linnel, 2015 ; Farhadinia *et al.*, 2017).

4. Clonage et participation de l'Inde

Les méthodes de Somatic Cell Nuclear Transfer (SCNT) se développent beaucoup et peuvent notamment être utilisées dans le domaine de la conservation d'espèces menacées d'extinction. Elles sont basées sur l'introduction de noyaux de cellules somatiques de l'espèce d'intérêt dans des ovocytes énucléés, qui peuvent être ou non de la même espèce. Une étude récente a testé cette technique à partir de cellules somatiques de guépards asiatiques, dont le noyau a été inséré dans des ovocytes de chats domestiques. La particularité de cette étude, outre qu'elle concerne le guépard asiatique, est qu'elle a tenté d'utiliser des cellules somatiques de guépards issues de tissu congelé sans cryoprotecteur, par opposition aux cellules « viables » habituellement utilisées. Les embryons obtenus n'avaient pas atteint le stade blastocyste, mais les ovocytes de chats avaient néanmoins été capables de réactiver partiellement des noyaux « non-viables » de guépards asiatiques (Moulavi *et al.*, 2016). Ces technologies méritent sans doute l'intérêt des acteurs de la conservation du guépard asiatique, c'est notamment le cas des chercheurs indiens.

Le guépard asiatique a disparu en Inde avant les années 1950 (Farhadinia, 2004), et les scientifiques indiens montrent beaucoup de motivation pour le réintroduire dans leur pays, même après l'échec de l'échange guépard asiatique/lion asiatique avec l'Iran dans les années 1980 (Farhadinia *et al.*, 2016a). En 2003, les scientifiques du Centre de Biologie Cellulaire et Moléculaire d'Hyderabad en Inde avaient pour projet de cloner le guépard asiatique, à partir de matériel biologique récolté sur les individus vivant en Iran. Le projet, consistant à insérer des noyaux de cellules somatiques de guépard dans des ovocytes de léopards, avait peu progressé les années précédentes du fait de l'absence de guépard asiatique à prélever. Le Président iranien Mohammad Khatami avait alors visité le centre de recherche et avait semblé favorable à l'idée de collaborer avec les chercheurs indiens (AgBiotechNet, 2003). En 2005 cependant, le nouveau président iranien Mahmoud Ahmadinejad a finalement renoncé à laisser les chercheurs indiens prélever les guépards asiatiques, leur suggérant de se tourner vers les guépards africains, bien plus nombreux (Iranian.ws, 2005). L'Inde avait alors effectivement annoncé en 2009 qu'elle envisageait d'importer des guépards africains dans le pays (TNN, 2009). Mais suite à l'étude montrant l'éloignement génétique entre les sous-espèces (Charruau *et al.*, 2011), elle s'est à nouveau tournée vers l'Iran, pour renouveler la proposition de partenariat (Basu et Zandi, 2015). Cette collaboration semble de nouveau compromise, mais le clonage reste un outil intéressant pour la sauvegarde d'espèce proche de l'extinction, bien qu'il diminue encore la diversité génétique de l'espèce...

CONCLUSION

La sous-espèce du guépard asiatique, *Acinonyx jubatus venaticus*, diffère des sous-espèces africaines non seulement par sa distribution géographique, mais également par sa génétique, témoignant d'une séparation évolutive ancienne. Plus souvent domestiqué que le guépard africain au cours de son histoire, notamment pour la chasse, le guépard asiatique a longtemps vécu aux côtés des hommes (empereurs Moghols, noblesse française et italienne, Maharadjahs). La capture intensive de ces prédateurs, associée au braconnage et, plus tard, au fort développement des infrastructures humaines, a fini par conduire cette espèce au bord de l'extinction.

Avec moins de 70 individus au monde selon les dernières estimations, le sauvetage du guépard asiatique est un défi de taille pour les acteurs mondiaux de la conservation de la biodiversité. Aujourd'hui présent uniquement dans les déserts et plateaux iraniens, alors qu'il occupait autrefois toute l'Asie Centrale, le guépard asiatique doit pour l'instant sa survie à l'engagement de l'Etat iranien, en collaboration avec diverses structures nationales et internationales, pour sa préservation. Les diverses mesures et études menées dans le pays depuis la seconde moitié du XX^{ème} siècle (et intensifiées depuis 2001), se sont attachées à évaluer le nombre et la distribution actuelle du guépard en Iran, à le protéger (sur le papier et sur le terrain) et à informer et impliquer la population dans ce projet de sauvegarde. Une prise de conscience de la situation critique du guépard s'est alors bien développée dans le pays, mais beaucoup d'efforts restent à fournir pour sauver l'espèce de l'extinction.

En effet, outre les causes humaines de mortalité chez les guépards encore bien trop élevées, il n'y a actuellement presque plus de signes de reproduction de ces prédateurs, ce que l'on impute en partie à la perte drastique de diversité génétique de la sous-espèce. Il est donc urgent de recenser de façon exhaustive les derniers individus, de les prélever pour constituer une banque de matériel biologique, et de les génotyper afin de gérer au mieux les accouplements (naturels ou artificiels), en limitant la consanguinité. Par ailleurs, la difficulté d'assurer la sécurité du guépard dans ce qu'il reste de son milieu naturel rend d'autant plus importante la mise en place de programmes d'élevage en captivité.

Le guépard est une espèce indicatrice de la santé de l'environnement dans lequel il vit puisqu'il occupe le sommet d'une pyramide écologique fondée sur des proies abondantes elles-mêmes dépendantes de la végétation et autres organismes nécessaires au bon fonctionnement de l'écosystème. Sa sauvegarde fait partie des défis écologiques majeurs de notre époque, et repose entièrement sur l'engagement iranien et international pour ce projet. Il me semble que nous avons aujourd'hui les moyens technologiques pour sauver cette sous-espèce, mais que ce sauvetage impliquera un solide programme de reproduction en captivité et de gestion de la diversité génétique. Dernièrement, les efforts de l'Etat iranien et de ses partenaires ont été remarquables, mais d'autres actions, ainsi qu'une meilleure coordination aux niveaux national et international, seront nécessaires pour sauver le guépard asiatique de l'extinction.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS DB. (1979). The cheetah: Native American. *Science* **205**(4411), 1155-1158.
- AgBiotechNet. (2003). Project to clone extinct Cheetah gets a boost. *Cabi Nexs Article* [<http://www.cabi.org/agbiotechnet/news/2239>] (consulté le 01/06/17).
- ARAÚJO M.B. & WILLIAMS P.H. (2000). Selecting areas for species persistence using occurrence data. *Biological Conservation* 2000, **96**, 331-345.
- ASADI H. (1997). The environmental limitations and future of the Asiatic cheetah in Iran. 1-30. Tehran, Cat Specialist Group.
- ASHAYERI D., KHALEGHIHAMIDI AH., ASHAYERI SH., ABOLGHASEMI H., GHADIRIAN H., AJAMI A. (2013). Conservation of Asiatic cheetah and its sympatric species in Touran. *Persian Wildlife Heritage Foundation Newsletter*. **7**, 4.
- AVON PLC. (2016). Préservation de la semence et insémination artificielle chez les espèces de grands félins, *Thèse Méd. Vét. Alfort*.
- BARTELS P., BOUWER V., CROSIER A., CILLIERS D., DURANT S., GRISHAM J., MARKER L., MULAMA M., VENTER L., WILDT D., and FRIEDMANN Y. (2002). Global Cheetah Action Plan Review final workshop report. Conservation Breeding Specialist Group SSC/IUCN.
- BASU SK., ZANDI P. (2015). Conservation cooperation between Iran and India cat can serve as global model. Sixth International Scientific Agricultural Symposium « Agrosym 2015 »
- BEEKMAN S.P.A., KEMP B., LOUWMAN H.C. and COLENBRANDER B. (1999). Analyses of factors influencing the birth weight and neonatal growth rate of Cheetah (*Acinonyx jubatus*) cubs. *Zoo Biology*. **18**(2). 129-139.
- BELBACHIR F., PETTORELLI N., WACHER T., BELBACHIR-BAZI A., DURANT SM. (2015) Monitoring Rarity: The Critically Endangered Saharan Cheetah as a Flagship Species for a Threatened Ecosystem. *PLoS ONE* **10**(1): e0115136. doi:10.1371/journal.pone.0115136
- BERTRAM BCR. (1978). *Pride of Lion*. London, Dent.
- BREITENMOSER U. (2002). Feasibility study on cheetah re-introduction in Turkmenistan. *Cat News*. **36**, 13-15.
- BREITENMOSER U., ALIZADEH A., BREITENMOSER-WÜRSTEN C. (2009). Conservation of the Asiatic Cheetah, its Natural Habitat and Associated Biota in the I. R. of Iran - Terminal Evaluation Report. Project Number IRA/00/G35.
- BROOMHALL L.S., MILLS M.G.L. & DU TOIT J.T. (2003). Home range and habitat use by cheetahs in the Kruger National Park. *J. Zool.* 2003 (Lond.) **261**, 119-128.

- BRUMFIELD RT., BEERLI P., NICKERSON DA., EDMARDS SV. (2003). The utility of single nucleotide polymorphisms in inferences of population history. *Ecology and Evolution*. **18**(5), 249-256.
- BUQUET T. (2011). Le guépard médiéval, ou comment reconnaître un animal sans nom. *Reinardus*. **23**, 12-47.
- BUQUET T. (2012). La chasse au guépard et au lynx en Syrie et en Irak au Moyen-Âge. *Les carnet de l'Ifpo. La recherche en train de se faire à l'institut français de Proche-Orient* (Hypotheses.org). [<http://ifpo.hypotheses.org/1916>] (consulté le 8 mai 2017).
- CACP Phase II. (2017). In: *UNDP, Environmental Sustainable Development*. [http://www.ir.undp.org/content/iran/en/home/operations/projects/environment_and_sustainable_development/conservation-of-asiatic-cheetah--cacp---phase-ii.html] (consulté le 24/05/17).
- CAMPS-FABRER H., « Guépard », in *Encyclopédie berbère, 21 | Gland – Hadjarien* [En ligne], mis en ligne le 01 juin 2011, consulté le 03 mai 2017. URL : [<http://encyclopedieberbere.revues.org/1810>]
- CARBONE C., MACE GM., ROBERTS SC., MACDONALD DW. (1999) Energetic constraints on the diet of terrestrial carnivores. *Nature* **402**, 286–288.
- CARO TM. (1994). *Cheetahs of the Serengeti Plains: Group Living in an Asocial Species*, University of Chicago Press.
- CARO TM., DURANT SM. (1991). Use of quantitative analyses of pelage characteristics to reveal family resemblances in genetically monomorphic cheetahs. *Journal of Heredity*. **82**, 8-14
- CASTRO-PRIETO, A., WATCHER, B., and SOMMER, S. (2011). Cheetah Paradigm Revisited: MHC Diversity in the World's Largest Free-Ranging Population. *Molecular Biology and Evolution*. **28**, 1455-1468.
- CHARRUAU P., FERNANDES C., OROZCO-TERWENGEL P., PETERS J., HUNTER L., ZIAIE H., *et al.* (2011). Phylogeography, genetic structure and population divergence time of cheetahs in Africa and Asia: evidence for long-term geographic isolates. *Molecular Ecology*, **20**(4), 706-724.
- Cheetahsalive.org. ICS [<http://www.cheetahsalive.org/gallery/asiatic-cheetahs/>] (Consulté le 19 avril 2017)
- CITES Texte de la Convention (1973). [<https://cites.org/eng/disc/text.php#II>] (consulté le 23/05/17).
- CORBET G.B. et HILL, J.E. (1991). A world list of mammal species, Third edition. New York, Natural History Museum Publications, Oxford University Press, 1991
- COOPER AB., PETTORELLI N., DURANT SM. (2007). Large carnivore menus: factors affecting hunting decisions by cheetahs in the Serengeti. *Animal Behaviour*. **73**, 651-659.
- CRESAM. (2017). Projet franco-iranien d'aide à la conservation du guépard asiatique.

- DARESHURI B. AND F.A. HARRINGTON. (1976). *A guide to the mammals of Iran*, Department of the Environment, Tehran.
- DEBELMAS MN. (2011). Le guépard : aspects d'anatomie et de reproduction, *Thèse Méd. Vét. Nantes*.
- DOBRYNIN P., *et al.* (2015). Genomic legacy of the African cheetah, *Acinonyx jubatus*. *Genome Biology* **16**:277.
- DURANT S.M., CARO T.M., COLLINS D.A., ALAWI R.M. & FITZGIBBON C.D. (1988). Migration patterns of Thomson's gazelles and cheetahs on the Serengeti plains. *Afr. J. Ecol.* **26**, 257–268.
- DURANT S.M. (1998). Competition refuges and coexistence: an example from Serengeti carnivores. *J. Anim. Ecol.* **67**, 370-386.
- DURANT SM. (2000). Predator avoidance, breeding experience and reproductive success in endangered cheetahs, *Acinonyx jubatus*. *Animal Behaviour*. **60**, 121-130.
- DURANT SM., KELLY M., CARO TM. (2004). Factors affecting life and death in Serengeti cheetahs: environment, age and sociality. *Behavioral Ecology*. **15**(1), 11-22.
- DURANT S.M., DICKMAN A.J., MADDOX T., WAWERU M.N., CARO T.M. and PETTORELLI N. (2010). Past, present and future of cheetahs in Tanzania: their behavioural ecology and conservation.
- DURANT SM., CRAFT ME., HILBORN R., BASHIR S., HANDO J., THOMAS L. (2011). Long-term trends in carnivore abundance using distance sampling in Serengeti National Park, Tanzania. *Journal of Applied Ecology* 2011. **48**, 1490-1500.
- DURANT S, M. MITCHELL N, IPAVEC A & GROOM R. (2015). *Acinonyx jubatus* (Mise à jour 04/2015). In *The IUCN Red List of Threatened Species 2015*. [<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T219A50649567.en>.] (Consulté le 19 avril 2017).
- DURANT SM. *et al.* (2016). The global decline of cheetah *Acinonyx jubatus* and what it means for conservation. *PNAS of the USA*. **114**(3), 528-533.
- EATON R. (1970). *The cheetah: the biology, ecology and behavior of an endangered species*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 178 pp.
- EBTEKAR M. (2013). *National Conference of Iranian Cheetah*. Téhéran.
- ESLAMI M., ZAVARAN S., HOSSEINI-ZAVAREI F., AMIGH L., BAGHERI S., HATAMI K., SHIRKHORSHIDI M., SOHRABINIA S. and FARHADINIA M.S. (2010). Empowering Local People to Conserve Asiatic Cheetah in Central Iran, Report submitted to People's Trust for Endangered Species, UK.
- ETEMAD E. (1985). *Mammals of Iran*. 2nd Volume. Iranian Department of the Environment.

- FARHADINIA MS. (1999). Cheetah reproduction. *Environment Quarterly*, **28**, 2-11.
- FARHADINIA MS. (2004). The last stronghold: cheetah in Iran. *Cat News*, **40**, 11-13.
- FARHADINIA MS. (2007). Ecology and Conservation of the Asiatic cheetah, *Acinonyx jubatus venaticus* in Miandasht Wildlife Refuge, Iran. Iranian Cheetah Society; Report, 64 pp.
- FARHADINIA MS. *et al.* (2008). Cheetah habitat in Iran. *Cat News*, **49**, 14-18.
- FARHADINIA MS., HEMAMI M-R. (2010). Prey selection by the critically endangered Asiatic cheetah in central Iran. *Journal of Natural History*. **44**, 1239-1249.
- FARHADINIA MS., HOSSEINI-ZAVAREI F., NEZAMI B., HARATI H., ABSALAN H., FABIANO E., MARKER L. (2012). Feeding ecology of the Asiatic cheetah *Acinonyx jubatus venaticus* in low prey. *Journal of Arid Environments*. **87**, 1-6.
- FARHADINIA MS., AKBARI H., MOUSAVI SJ., ESLAMI M., AZIZI M., SHOKOUHI J., GHOLIKHANI N., HOSSEINI-ZAVAREI F. (2013). Exceptionally long movements of the Asiatic cheetah *Acinonyx jubatus venaticus* across multiple arid reserves in central Iran. *Oryx*. **47**(3), 427-430.
- FARHADINIA MS., ESLAMI M., HOBEALI K., HOSSEINI-ZAVAREI F., GHOLIKHANI N., TAKTEHRANI A. (2014). Status of Asiatic cheetah in Iran: a country-scale assessment. Project final report, Iranian Cheetah Society (ICS), Tehran, Iran, 26 pp.
- FARHADINIA MS., AKBARI H., ESLAMI M., ADIBI MA. (2016a). A review of ecology and conservation status of Asiatic cheetah in Iran. *Cat News Special Issue Iran* **10**, 18-26.
- FARHADINIA MS., GHOLIKHANI N., BEHNOUD P., HOBEALI K., TAKTEHRANI A., HOSSEINI-ZAVAREI F., ESLAMI M, HUNTER LTB. (2016b). Wandering the barren deserts of Iran: Illuminating high mobility of the Asiatic cheetah with sparse data. *Journal of Arid Environments* 2016. **134**, 145-149.
- FARHADINIA M.S., HUNTER L.T.B., JOURABCHIAN A. *et al.* (2017). The critically endangered Asiatic cheetah *Acinonyx jubatus venaticus* in Iran: a review of recent distribution, and conservation status. *Biodiversity and Conservation* **26**, 1027-1046.
- FAZEL AM. *et al.* (2016). Revised National Biodiversity Strategies and Action Plan (NBSAP2) of Islamic Republic of Iran. Technical Report.
- FRANCOIS-BRAZIER CVY. (2017). Gestion des effectifs de grands félins dans le milieu naturel et en captivité : synthèse bibliographique. *Thèse Méd. Vét. Alfort*.
- FRANKHAM R., BALLOU JD., BRISCOE DA. (2009). Introduction to Conservation Genetics, 2nd edn. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 704 pp.
- FIROUZ E. (1974). *Environment Iran*, National Society of the Conservation of Natural Resources and Human Environment, Tehran.

- GODBOIS I.A., CONNER L.M., LEOPOLD B.D., WARREN R.J. (2005). Effects of diet on mass loss of bobcat scat after exposure to field conditions. *Wildlife Society Bulletin* **33**, 149-153.
- GOTTELLI D., WANG J., BASHIR S., DURANT S.M. (2007). Genetic analysis reveals promiscuity among female cheetahs. *Proceedings of the Royal Society of London B Biological Sciences*. **274**, 1993-2001.
- Guépard. In : *Encyclopédie Larousse en ligne*. [<http://www.larousse.fr/encyclopedie/vie-sauvage/gu%C3%A9pard/178173>] (consulté le 8 mai 2017).
- HABIBI K. (2004). Mammals of Afghanistan. Coimbatore, India. 158 p.
- HARRISON L. (1968). *The mammals of Arabia*, Vol.2, Ernest Benn, London. 308-313
- HAWAWINI SPA. (2013). Affections rénales chez les félinés sauvages : Etude rétrospective de 55 cas de félins en captivité. *Thèse Méd. Vét. Alfort*.
- HAYWARD MW., HOFMEYR M., O'BRIEN J., KERLEY GIH. (2006). Prey preferences of the cheetah (*Acinonyx jubatus*) (Felidae: Carnivora): morphological limitations or the need to capture rapidly consumable prey before kleptoparasites arrive? *Journal of Zoology*. **270**, 615-627
- HILBORN A., PETTORELLI N., ORME D., DURANT SM. (2012). Stalk and chase: how hunt stages affect hunting success in Serengeti cheetah. *Animal Behaviour*. **84**, 701-706.
- HILDEBRAND M. (1961). Further studies on locomotion of the cheetah. *J. Mammal*. **42**, 8491.
- HOPCRAFT J.G.C., SINCLAIR A.R.E & PACKER C. (2005). Planning for success: Serengeti lions seek prey accessibility rather than abundance. *J. Anim. Ecol*. **74**, 559–566.
- HUNTER LTB., SKINNER JD. (2003). Do male cheetahs *Acinonyx jubatus* commit infanticide? *Transactions of the Royal Society of South Africa*. **58**, 79-82.
- HUNTER L.T., DURANT S.M., CARO T.M. (2006). Patterns of scavenger arrival at cheetah kills in Serengeti National Park Tanzania. *African Journal of Ecology*. **45**, 275-281.
- HUNTER L.T., JOWKAR H., ZIAIE H., SCHALLER G., BALME G., WALZER C., *et al.* (2007) Conserving the Asiatic cheetah in Iran: Launching the first radio-telemetry study. *Cat News*, **46**, 8-11.
- HUSAIN T. (2001). Survey for the Asiatic cheetah, *Acinonyx jubatus*, in Balochistan province. Pakistan Barbara Delano Foundation
- ICS. (2013). National Conference of Iranian Cheetah. Teheran, Iran.
- ICS News. “Water for Cheetahs” second yearly report published. (30 janvier 2017). [<http://www.wildlife.ir/en/2017/01/30/water-cheetahs-second-yearly-report-published/>] (consulté le 26/05/17).

- ICS News. Mining plan threatens critical cheetah habitat in central Iran. (28 décembre 2016). [<http://www.wildlife.ir/en/2016/12/28/mining-plan-threatens-critical-cheetah-habitat-central-iran/>] (consulté le 26/05/17).
- Iranian.ws. (2005). Mullahs' regime says «No» to cloning of cheetah. *Iran News*. [https://web.archive.org/web/20071119010402/http://www.iranian.ws/cgi-bin/iran_news/exec/view.cgi/3/8133] (consulté le 01/06/17).
- IUCN. Site officiel (mis à jour en 2017). [<https://www.iucn.org/fr/a-propos>]. (consulté le 23/05/17).
- IUCN Categories & Criteria (version 3.1). (2001) (mise à jour en janvier 2017). [http://www.iucnredlist.org/static/categories_criteria_3_1] (consulté le 25/05/17).
- JACKSON P. (1998). Asiatic Cheetah in Iran. *Cat News*. **28**, 2-3.
- JEWELL Z.C., ALIBHAI S.K., LAW P.R. (2001). Censusing and monitoring black rhino (*Diceros bicornis*.) using an objective spoor (footprint) identification technique. *J. Zool.* **254** (1), 1-16.
- JEWELL Z.C., ALIGHAI S.K., WEISE F., MUNRO S., VAN VUUREN M., VAN VUUREN R. (2016). Spotting Cheetahs: Identifying Individuals by Their Footprints. *J. Vis. Exp.* **111**, e54034, doi:10.3791/54034.
- JOHNSON WE, EIZIRIK E, PECON-SLATTERY J, MURPHY WJ, ANTUNES A, TEELING E *et al.* (2006). The Late Miocene Radiation of Modern Felidae: A Genetic Assessment. *Science*, **311**, 73-77.
- JOURABCHIAN, ALI R. (1999). *Cheetah status in Khorasan province*, Khorasan Provincial Department of the Environment, Unpublished report.
- JOURABCHIAN AR., FARHADINIA MS. (2008). Final report on Conservation of the Asiatic cheetah, its Natural Habitats and Associated Biota in Iran. Project Number IRA/00/G35 (GEF/UNDP/DoE), Tehran, Iran (in Persian with English summary).
- JOWKAR H., HUNTER L., ZIAIE H., MARKER L., BREITENMOSER-WURSTEN C. & DURANT S. (2008a). *Acinonyx jubatus ssp. venaticus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2008*: [<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T220A13035342.en.>] (consulté le 25 avril 2017)
- JOWKAR H., OSTROWSKI S., HUNTER L. (2008b). Asiatic cheetah cub recovered from a poacher in Iran. *Cat News* **48**, 13.
- Ifremer (2006). Fiche interne methode de laboratoires : « Extraction/purification de l'ADN par la méthode phénol/chloroforme/isoamyle » BM-EX 1.0 – 16 février 2006.
- KACZENSKY P., LINNELL JD. (2015). Rapid assessment of the mammalian community in the Badkhyz Ecosystem, Turkmenistan. *NINA Report* 1148.
- KARAMI M. (1992). Cheetah Distribution in Khorasan Province, Iran. *Cat News March 2016*. **16**, 4.

- KELLY MJ., LAURENSEN MK., FITZGIBBON CD., COLLINS DA., Durant SM., FRAME GW., BERTRAM BCR., Caro TM. (1998). Demography of the Serengeti cheetah (*Acinonyx jubatus*) population: the first 25 years. *Journal of Zoology*. **244**, 473-488.
- KLEIN J., SATTA Y., O'H UIGIN C., TAKAHATA N. (1993). The molecular descent of the major histocompatibility complex. *Annu Rev Immunol*. **11**, 269–295.
- KRAUSMAN PR., MORALES SM. (2005). *Acinonyx jubatus*. *Mammalian Species*. **771**, 1-6.
- KURTEN B. (1968). Pleistocene Mammals of Europe. *Aldine*, Chicago. p 89.
- KURTEN B., ANDERSON E. (1980). Pleistocene Mammals of North America. *Columbia Univ. Press*, New York. p 194.
- LAURENSEN K., CARO T.M., BORNER M. (1992). Female cheetah reproduction, *Natl. Geogr. Expl.*, **8**, 64-75.
- LAURENSEN M.K. (1994). High juvenile mortality in cheetahs (*Acinonyx jubatus*) and its consequences for maternal care. *Journal of Zoology (London)* **234**, 387-408.
- LAURENSEN M. K. (1995). Behavioural costs and constraints of lactation in free-living cheetahs. *Animal Behaviour*. **50**, 815-826.
- LAVER P.N. (2005) Cheetah of the Serengeti plains: a home range analysis. MSc dissertation, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, USA.
- LAY, DOUGLAS M. (1967). *A study of the mammals of Iran*, Fieldiana Zoology, Vol.54, Field Museum of Natural History, Chicago, p.220.
- LUEDERS I., LUTHER I., SCHEEPERS G., VAN DER HORST G.. (2012). Improved semen collection method for wild felids: Urethral catheterization yields high sperm quality in African lions (*Panthera leo*). *Theriogenology*, **78**, 696–701.
- MALLON DP. (2007). Cheetahs in Central Asia: A historical summary. *Cat News*. **46**, 4-7.
- MANATI AR., NOGGE G. (2008). Cheetahs in Afghanistan. *Cat News*. **49**, 18.
- MANLY B.F.J. (2002). Estimating a resource selection function with line transect sampling. *J. Appl. Math. Decis. Sci*. **6**, 213–228.
- MARION R, CALLOU C, DELFOUR J *et al.* (2005). *Larousse des FELINS 2005*. Paris, Editions Larousse, 224p.
- MARKER L., KRAUS D., BARNETT D., HURLBUT S. (1996). Cheetah Survival on Namibian Farmlands. Cheetah Conservation Fund, Windhoek, Namibia.
- MARKER L. (2002). Aspects of Cheetah (*Acinonyx jubatus*) Biology, Ecology and Conservation Strategies on Namibian Farmlands. Thesis, Lady Margaret Hall, University of Oxford.

- MARKER L., MUNTIFERING J.R., DICKMAN A.J., MILLS M.G.L., MACDONALD D.W. (2003). Quantifying prey preference of free-ranging Namibian cheetahs. *South African Journal of Wildlife Research* **33**, 43-53.
- MARKER L., DICKSON A.J. (2004). Dental anomalies and incidence of palatal erosion in Namibian cheetahs (*Acinonyx jubatus jubatus*). *Journal of Mammalogy*. **85**(1), 19-24.
- MARKER-KRAUS L. (1997a). History of the cheetah *Acinonyx jubatus* in zoos, 1829-1994. *Int. Zoo Yb. (1997)*. **35**, 27-43.
- MARKER-KRAUS L. (1997b). Morphological abnormalities reported in Namibian cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *50th Anniversary Congress of VAN & 2nd Africa Congress of the WVA*, p.11 .
- MARNEWICK KA., BOTHMA J. du P., VERDOORN GH. (2006). Using camera-trapping to investigate the use of a tree as a scent-marking post by cheetahs in the Thabazimbi district. *African Journal of Wildlife Research*
- MARTIN PS., WRIGHT HE. (1967). Pleistocene Extinction: The search for a Cause. *Yale Univ. Press, New Haven, Conn.*
- MENOTTI-RAYMOND M., O'BRIEN SJ. (1993). Dating the genetic bottleneck of the African cheetah. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. **90**, 3172-3176.
- MENOTTI-RAYMOND M., O'BRIEN SJ. (1995). Hypervariable genomic variation to reconstruct the natural history of populations: Lessons from the big cats. *Electrophoresis*. **16**, 1771-1774.
- MILLS M.G.L. (1984). Prey selection and feeding habits of the large carnivores in the southern Kalahari. *Koedoe* **27** (Suppl), 281-294.
- MILLS M.G.L. (1991). Conservation and management of large carnivores in Africa. *Koedoe*. **34**, 81-90.
- MILLS M.G.L., BROOMHALL L.S., DU TOIT J.T., (2004). Cheetah *Acinonyx jubatus* feeding ecology in the Kruger National Park and a comparison across African Savanna habitats: is the cheetah only a successful hunter on open grassland plains? *Wildlife Biology* **10** (3), 177-186.
- MIS/NN/HMV. (2015). Tehran for conservation project. *PressTV Thu Mar 19, 2015*. [<http://presstv.com/Detail/2015/03/19/402535/Two-Asiatic-cheetahs-preserved-in-Tehran>] (consulté le 01/06/17).
- MOHAMMADI A. and KABOLI M. (2016). Evaluating Wildlife–Vehicle Collision Hotspots Using Kernel-Based Estimation: a Focus on the Endangered Asiatic Cheetah in Central Iran. *Human–Wildlife Interactions*. **10**(1), 103-109.
- MOQANAKI EM., CUSHMAN SA. (2016). All roads lead to Iran: Predicting landscape connectivity of the last stronghold for the critically endangered Asiatic cheetah. *Animal Conservation*. [doi:10.1111/acv.12281].

- MORRIS KM., KIRBY K., BEATTY JA., BARRS VR., CATTLEY S., DAVID V., O'BRIEN SJ., MENOTTI-RAYMOND M., BELOV K. (2014). Development of MHC-Linked Microsatellite Markers in the Domestic Cat and Their Use to Evaluate MHC Diversity in Domestic Cats, Cheetahs, and Gir Lions. *Journal of Heredity* 2014. **105**(4), 493-505.
- MORRISON M. L., MARCOT B. G. & MANNAN R. W. (2006). *Wildlife-habitat relationships: concepts and applications*, 3rd edn. Island Press, Washington, D.C.
- MOULAVI F., HOSSEINI SM., TANHAIE-VASH N., OSTADHOSSEINI S., HOSSEINI SH., HAJINASROLLAH M., ASGHARI MH., GOURABI H., SHAHVERDI A., VOSOUGH AD., NASR-ESFAHANI MH. (2016). Interspecies somatic cell nuclear transfer in Asiatic cheetah using nuclei derived from post-mortem frozen tissue in absence of cryo-protectant and in vitro matured domestic cat oocytes. *Theriogenology* (2016), doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.11.023.
- MUNSON L. (1993). Diseases of captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*): results of the Cheetah Council Pathology Survey, 1989-1992. *Zoo Biology* **12**(1), 105-24.
- MUNTIFERING J. R., DICKMAN A. J., PERLOW M. L., HRUSKA T., RYAN P. G., MARKER L. L. & JEO R. N. (2006). Managing the matrix for large carnivores: a novel approach and perspective from cheetah (*Acinonyx jubatus*) habitat suitability modelling. *Animal Conservation*, **9**, 103-112.
- NAZERI M., MADANI N., KUMAR L., SALMAN MAHINY A., KIABI BH. (2015). A geo-statistical approach to model Asiatic cheetah, onager, gazelle and wild sheep shared niche and distribution in Turan biosphere reserve-Iran. *Ecological Informatics*. **29**, 25-32.
- NOWELL K., JACKSON P. (1996). North Africa and Southwest Asia, Cheetah. In: Nowell K., Jackson P., editors. *Wild cats: Status survey and conservation action plan*. Gland, Switzerland: IUCN/SSC Cat Specialist Group; p 41-44.
- NOWELL K. (2014). An assessment of conservation impacts of legal and illegal trade in cheetahs *Acinonyx jubatus*. In: Report to the 65th meeting of the CITES Standing Committee. SC65 Doc.39 (Rev. 2) Annex 1.
- O'BRIEN SJ., WILDT DE., GOLDMAN D., MERRIL CR., BUSH M.. (1983). The cheetah is depauperate in genetic variation. *Science*. **221**(4609), 459-462.
- O'BRIEN SJ., ROELKE ME., MARKER L., NEWMAN A., WINKLER CA., MELTZER D., *et al.* (1985). Genetic basis for species vulnerability in the cheetah. *Science*. **227**(4693), 1428-1434.
- O'BRIEN SJ., WILDT DE., BUSH M., CARO TM., FITZGIBBON C., AGGUNDEY I., LEAKEY RE. (1987). East African cheetahs: Evidence for two population bottlenecks? *Genetics*. **84**, 508-511.
- O'BRIEN SJ., MENOTTI-RAYMOND M., MURPHY WJ. *et al.* (1999). The promise of comparative genomics in mammals. *Science* **286**, 458-481.
- O'BRIEN SJ., JOHNSON WE. (2005). Big cat genomics. *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.* **6**, 407-429.

- OTTAVIANI D., LASINIO G. J. & BOITANI L. (2004). Two statistical methods to validate habitat suitability models using presence-only data. *Ecological Modelling*, **179**, 417-443.
- Panthera. Official website (mis à jour le 06/10/15). [<https://www.panthera.org/>] (consulté le 23/05/17).
- PERROT J., MADJIDZADEH Y. (2006). A travers l'ornementation des vases et objets en chlorite de Jiroft. *Paléorient*. **32**(1), 99-112.
- Persian Wildlife Foundation. Official website. (Dernière mise à jour en 2012). [<http://www.persianwildlife.us/>] (consulté le 23/05/17)
- PETTORELLI N., HILBORN A., BROEKHUIS F., & DURANT S. M. (2008). Exploring habitat use by cheetahs using ecological niche factor analysis. *Journal of Zoology*, *Lond.* **277**, 141-148.
- PIGNET S. (2007). 1983, il invente la PCR. *Industrie et Technologie*. In : Veille technologique pour les professionnels de l'industrie.
- POCOCK RI. (1939). The fauna of British India, Mammalia, I. *Primates and Carnivora*, 2nd edn. Taylor and Francis, London.
- RALLS K., BALLOU J. (1982). Effect of inbreeding on juvenile mortality in some small mammal species. *Lab Anim.* **16**(2), 159-166.
- Real Iran. (2015). Iranian airline paints Asiatic Cheetah on its planes. *Real Iran (October 26, 2015)*. [<http://realiran.org/iranian-airline-paints-asiatic-cheetah-on-its-planes/>] (consulté le 12/06/17).
- RFLPs (Restriction Fragment Length Polymorphisms). *Biology-pages.info*. [<http://biology-pages.info/R/RFLPs.html>] (consulté le 17/05/17).
- ROBERTS TJ. (1997) The mammals of Pakistan. *Oxford University Press*, Karachi.
- ROTENBERRY J. T., PRESTON K. L. & KNICK S. T. (2006). GIS-based niche modeling for mapping species' habitat. *Ecology*, **87**, 1458-1464.
- SCHALLER G. B. and O'BRIEN T. (2001). A preliminary survey of the Asiatic cheetah and its prey in the I. R. of Iran. Report to WCS, Iran DoE and UNDP-GEF.
- SHARP NCC. (1997). Timed running speed of a cheetah (*Acinonyx jubatus*). *Journal of Zoology*. **241**, 493-494.
- SELEBATSO M., MOE S.R., SWENSON J.E. (2008). Do farmers support cheetah (*Acinonyx jubatus*) conservation in Botswana despite livestock depredation? *Oryx* **42**, 430-436.
- SINCLAIR A. R. E., FRYXELL J. M. & CAUGHLEY G. (2006). *Wildlife Ecology, Conservation and Management*, 2nd edn. Blackwell Publishing, Oxford.

- TAYLOR CR., ROWNTREE VJ. (1973). Temperature regulation and heat balance in running cheetahs: a strategy for sprinters? *American Journal of Physiology*. **224**, 848–851.
- TERRELL KA., CROSIER AE., WILDT DE., O'BRIEN SJ., ANTHONY NM., MARKER L., JOHNSON WE. (2016). Continued decline in genetic diversity among wild cheetahs (*Acinonyx jubatus*) without further loss of semen quality. *Biological Conservation*. **200**, 192-199.
- TNN. (2009). Extinct in India, Cheetah may be imported. *The Times of India*, Jul 8, 2009.
- United Nations Development Programme. Official website. (dernière mise à jour en 2017). [<http://www.undp.org/content/undp/en/home.html>] (consulté le 23/05/17).
- VOS P., HOGERS R., BLEEKER M. *et al.* (1995). AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research* **23**, 4407–4414.
- WACHTER B., JAUERING O., BREITENMOSER U. (2006). Determination of prey hair on faeces of free-ranging Namibian cheetahs with a simple method. *Cat News* **44**, 8-9.
- What is CITES ? (mise à jour en 2013). *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*. [<https://www.cites.org/eng/disc/what.php>] (consulté le 23/05/17).
- WIELEBNOWSKI N. (1996). Reassessing the relationship between juvenile mortality and genetic monomorphism in captive cheetahs. *Zoo Biology*, **15**(4), 353-369.
- Wildlife Management. Estimating wildlife populations. *Wildlife Management*. FW (ZO) 353. [<https://projects.ncsu.edu/cals/course/fw353/Estimate.htm>] (consulté le 11/06/17).
- WILDT DE., BUSH M., HOWARD JG., BRAND DJ. (1983). Unique seminal quality in the South African cheetah and a comparative evaluation in the domestic cat. *Biology of reproduction*. **29**(4), 1019-1025.
- WILDT DE., O'BRIEN SJ., HOWARD JG., CARO TM., ROELKE ME., BROWN JL., BUSH ME. (1987). Similarity in ejaculate-endocrine characteristics in captive versus free-ranging cheetahs of two subspecies. *Biology of Reproduction*. **36**, 351-60.
- WILSON JM., MILLS MGL., WILSON RP., PETERS G., MILLS MEJ., SPEAKMAN JR., DURANT SM., BENNET NC., MARKS NJ., SCANTLEBURY M. (2013). Cheetahs, *Acinonyx jubatus*, balance turn capacity with pace when chasing prey. *Biology Letters* **9**, 20130620
- ZIAIE H. (1996). *A field guide to the mammals of Iran*, Iranian Department of the Environment, Tehran.

LE GUÉPARD ASIATIQUE, *ACINONYX JUBATUS VENATICUS*, SON HISTOIRE ET SA CONSERVATION

POTIN Manon

Résumé

Le guépard asiatique, *Acinonyx jubatus venaticus*, est une sous-espèce de guépard originaire d'Asie Centrale. On estime qu'elle s'est séparée des sous-espèces africaines il y a 32 000 à 67 000 ans. Malgré leur très faible distinction morphologique, les guépards asiatiques et leurs cousins africains sont donc génétiquement différents. Après une longue histoire commune avec l'homme, pendant laquelle il était dressé à la chasse et à la compagnie, le guépard d'Asie a finalement vu sa population décroître progressivement, jusqu'à figurer parmi les sous-espèces les plus menacées d'extinction à l'heure actuelle. Autrefois présent de la péninsule arabique jusqu'en Inde, il ne se retrouve plus aujourd'hui qu'en Iran et sa population semble compter moins de 70 individus. Pendant la seconde moitié du XX^{ème} siècle, l'accélération de la disparition du guépard asiatique de la majeure partie de son aire de distribution initiale a provoqué un début de prise de conscience chez les acteurs iraniens et internationaux de la conservation de la biodiversité. Des mesures de protection de la sous-espèce ont été initiées en Iran et se sont intensifiées depuis 2001, grâce à l'implication de l'UNDP, du gouvernement iranien et de diverses ONG comme l'*Iranian Cheetah Society*. Les recherches menées depuis lors sur ce félin ont permis de préciser sa démographie et son aire de distribution actuelle, ainsi que les facteurs menaçant sa survie. Ces facteurs sont majoritairement d'origine humaine : destruction de l'habitat du guépard et de ses proies par des plans de développement et par le surpâturage des troupeaux domestiques, braconnage, *etc.* ; c'est pourquoi la conservation du guépard asiatique passe aujourd'hui par un encadrement du développement des activités humaines et par l'éducation et l'implication de la population dans ce projet. Les mesures mises en place jusqu'ici ont permis d'améliorer nos connaissances du statut et de l'écologie du guépard asiatique, tout en communiquant largement, aux niveaux national et international, sur le défi de sa conservation. La partie est toutefois loin d'être gagnée, et la survie de cette variété de guépard demeurera fortement compromise tant que la coordination, des acteurs nationaux notamment, ne se sera pas améliorée.

Mots clés : CONSERVATION DE L'ESPECE / DEMOGRAPHIE / HABITAT / ECOLOGIE / PROTECTION DES ANIMAUX / ANIMAUX SAUVAGES / FELIDE / ACINONYX JUBATUS VENATICUS / GUÉPARD / IRAN / SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Dr Alain FONTBONNE

Assesseur : Dr Pascal ARNÉ

THE ASIATIC CHEETAH, *ACINONYX JUBATUS VENATICUS*, ITS HISTORY AND ITS CONSERVATION

POTIN Manon

Summary

The Asiatic cheetah, or *Acinonyx jubatus venaticus*, is a cheetah subspecies from Central Asia, which is believed to have stemmed from the African subspecies 32 000 to 67 000 years ago. Although they have very few morphological differences, the Asiatic cheetah and its African cousin are genetically distinct. For a long period of time, humans trained them to hunt and treated them as pets. But in the end, the Asiatic cheetah population gradually decreased, to finally become one of the most threatened subspecies to date. They initially expanded from the Arabian Peninsula to India. However, they are now only found in Iran and their population seems to be less than 70 individuals. During the second half of the 20th century, Asiatic cheetahs became increasingly scarce in their original habitat. Since then Iranian and international stakeholders of biodiversity conservation have become increasingly aware of the issue. Measures to protect the subspecies were initiated in Iran and have intensified since 2001, thanks to the involvement of the UNDP, the Iranian government and several NGOs, such as the Iranian Cheetah Society. Research conducted ever since on this feline has allowed scientists to clarify its demography and its current range, as well as the factors that are threatening its survival. Most of these factors have a human origin: the destruction of the cheetahs' and their preys' habitat by development projects and overgrazing domestic herds, poaching, etc.; that is why today the preservation of Asiatic cheetahs requires controlling the development of human activities, but also informing and actively involving local people in the project. The measures that have been taken so far have helped to improve the data on the status and ecology of the Asiatic cheetah, to communicate widely on the challenge raised by its conservation, both on a national and international level. Yet the game will not be easily won, and the survival of this variety of cheetahs will remain strongly compromised, unless coordination, especially between national players, improves.

Key words: SPECIE CONSERVATION / DEMOGRAPHY / HABITAT / ECOLOGY / PROTECTION OF ANIMALS / WILD ANIMALS / FELID / ACINONYX JUBATUS VENATICUS / CHEETAH / IRAN / BIBLIOGRAPHICAL SUMMARY

Jury:

President: Pr.

Director: Dr Alain FONTBONNE

Assessor: Dr Pascal ARNÉ