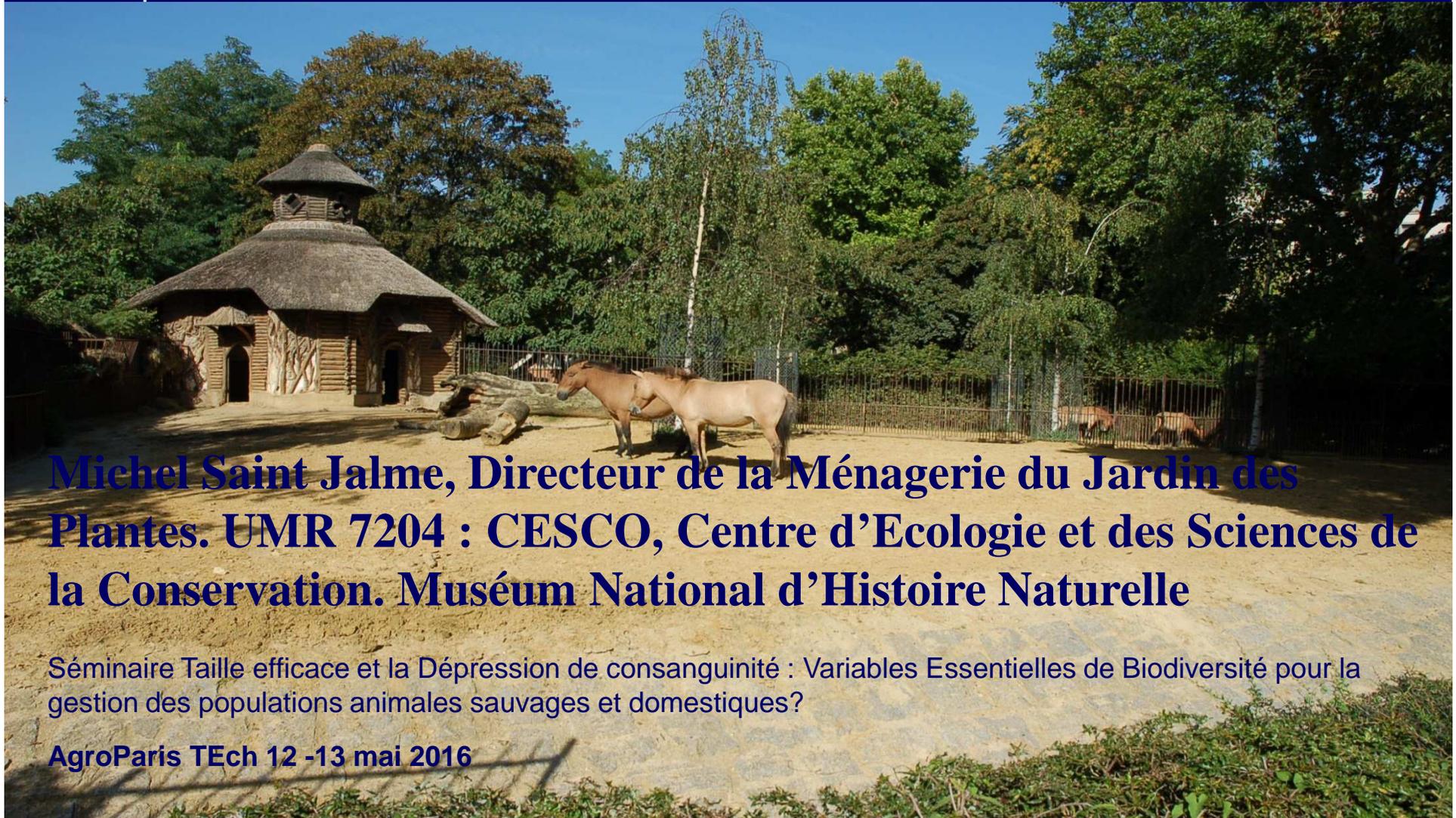


Les élevages conservatoires gestion des populations captives dans les parcs zoologiques



Michel Saint Jalme, Directeur de la Ménagerie du Jardin des Plantes. UMR 7204 : CESCO, Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation. Muséum National d'Histoire Naturelle

Séminaire Taille efficace et la Dépression de consanguinité : Variables Essentielles de Biodiversité pour la gestion des populations animales sauvages et domestiques?

AgroParis TEch 12 -13 mai 2016

Évolution des parcs zoologiques vers des centres de conservation



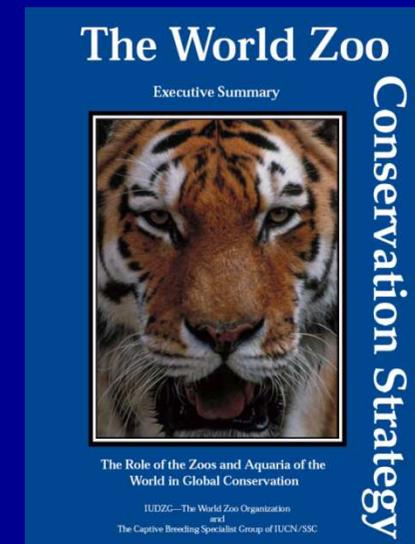
Historique des programmes d'élevage dans les zoos

- 1972 Conférence à Jersey : « Breeding Endangered species in captivity »
 - Reproduire durablement des espèces en captivité car il ne peut plus être question de prélèvements dans le milieu naturel
 - Gérer la place disponible dans les parcs zoologiques en optimisant le nombre d'individus (population minimale viable)
 - Donner la priorité aux espèces menacées d'extinction
- 1973 CITES (réglementation des prélèvements dans la nature)

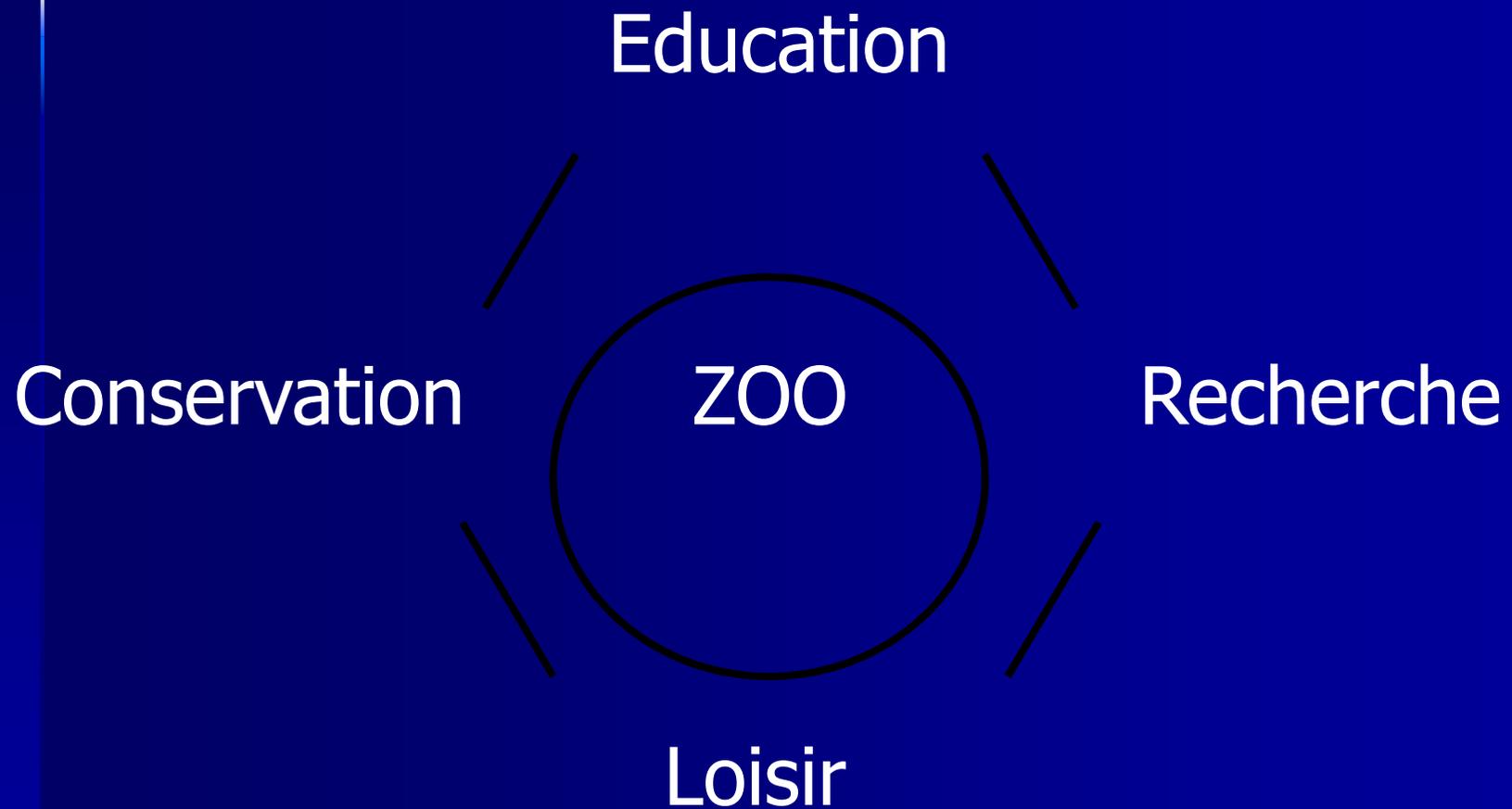
Historique de la Conservation ex-situ

- 1977 *Anthropoid Ape Advisory Panel* UK (gestion des populations captives de singes anthropoïdes)
- 1978 *Joint Management of Species Group.*
- 1982 *Species Survival Plan (SSP)*
- 1983 *Australian Species Management Programmes (ASMP)*
- 1985 *Europ. End. Species Prg. (EEP)*

- 1993 *The World Zoo Cons. Strategy*



Rôle des parcs zoologiques



La conservation ex-situ selon la CDB

La Conservation ex-situ est définie dans la CDB (Convention sur la Diversité Biologique) comme la préservation d'une composante de la diversité biologique en dehors de son habitat naturel

Des menaces difficiles à contrôler : disparition des habitats, changements climatiques, utilisation excessive des ressources, invasion de pathogènes

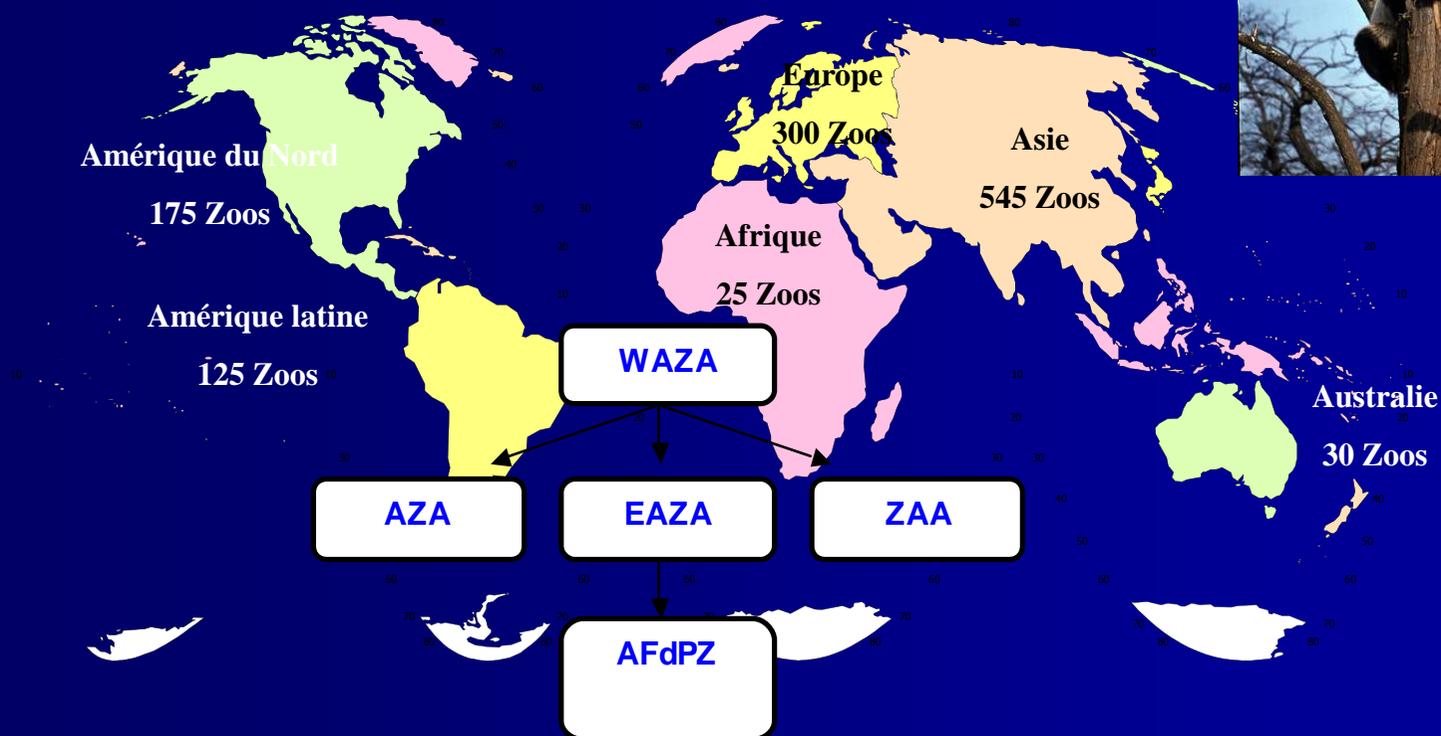
Impossibilité d'assurer la survie de nombreuses espèces sans des mesures alternatives

La conservation ex-situ selon la CDB

- En fonction du statut de conservation de l'espèce concernée, les objectifs de la conservation ex-situ peuvent être fixés à court, moyen ou long terme et inclure des techniques variées :
 - Elevages conservatoires ou de propagation
 - Renforcement ou réintroduction
 - Banques de gènes
 - Recherches appliquées
- Lieux : Les zoos, les jardins et conservatoires botaniques, des instituts de recherche, des ONGs et fondations.

Le Réseau Mondial des Parcs Zoologiques

1200 zoos - 700 millions de visiteurs / an



- WAZA : World Association of Zoo and Aquariums
- AZA : American Association of Zoo and Aquariums
- ZAA : Zoos Aquaria
- EAZA : European Association of Zoos and Aquaria
- AFdPZ : Association Française des Parcs Zoologiques

1985 premiers EEP



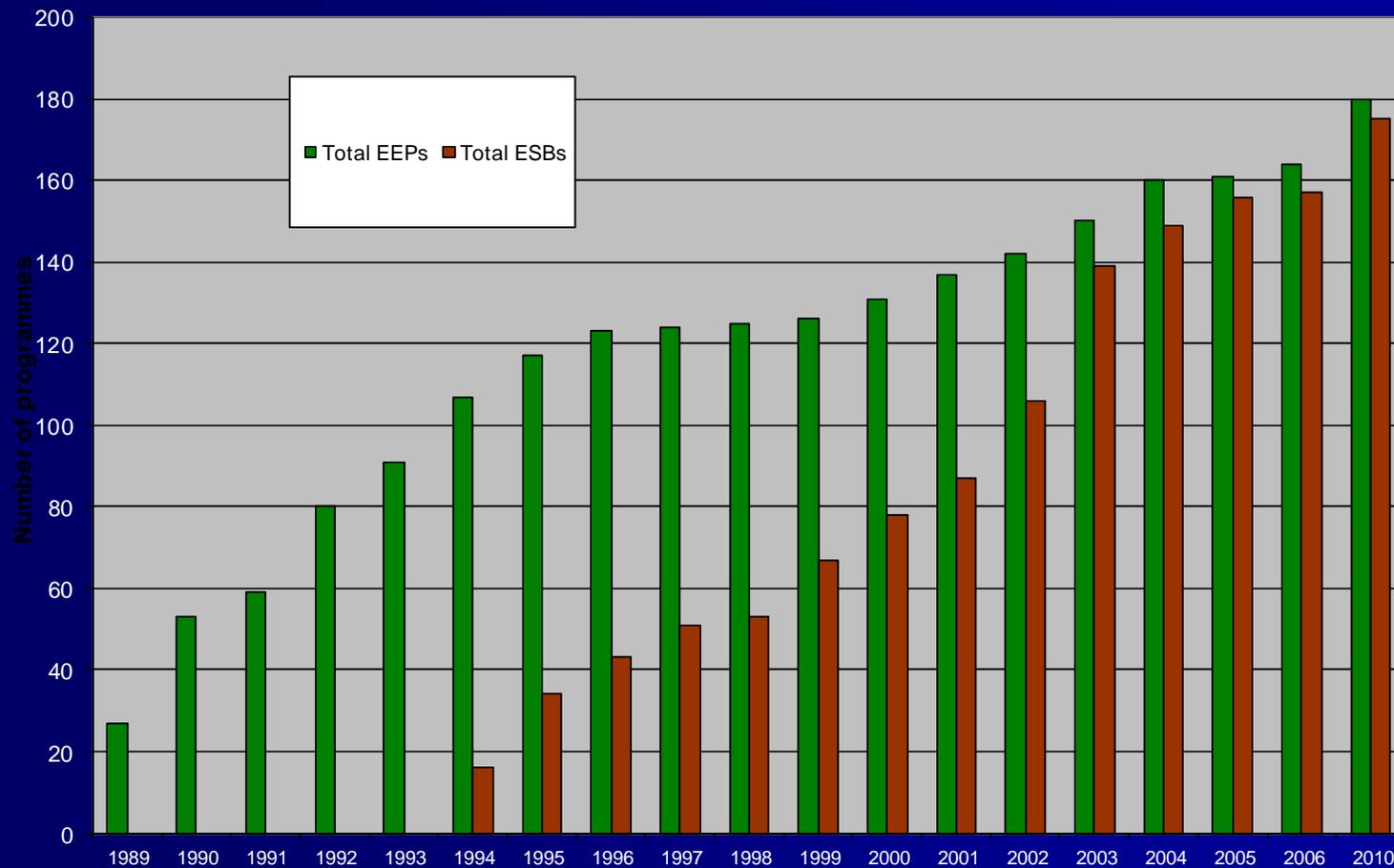
Programmes (26 zoos de 9 pays)

Les 4 premiers EEPs:

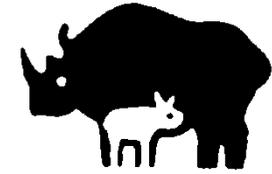
Panda roux, okapi, paon du Congo,
gypaète barbu



Fluctuations du nombre de programmes d'élevage entre 1989 et 2010

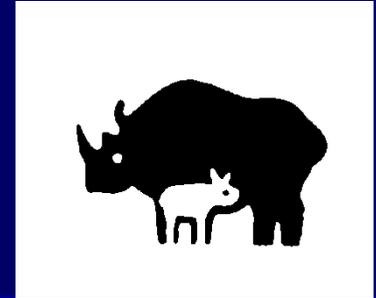


Les programmes coopératifs d'élevage



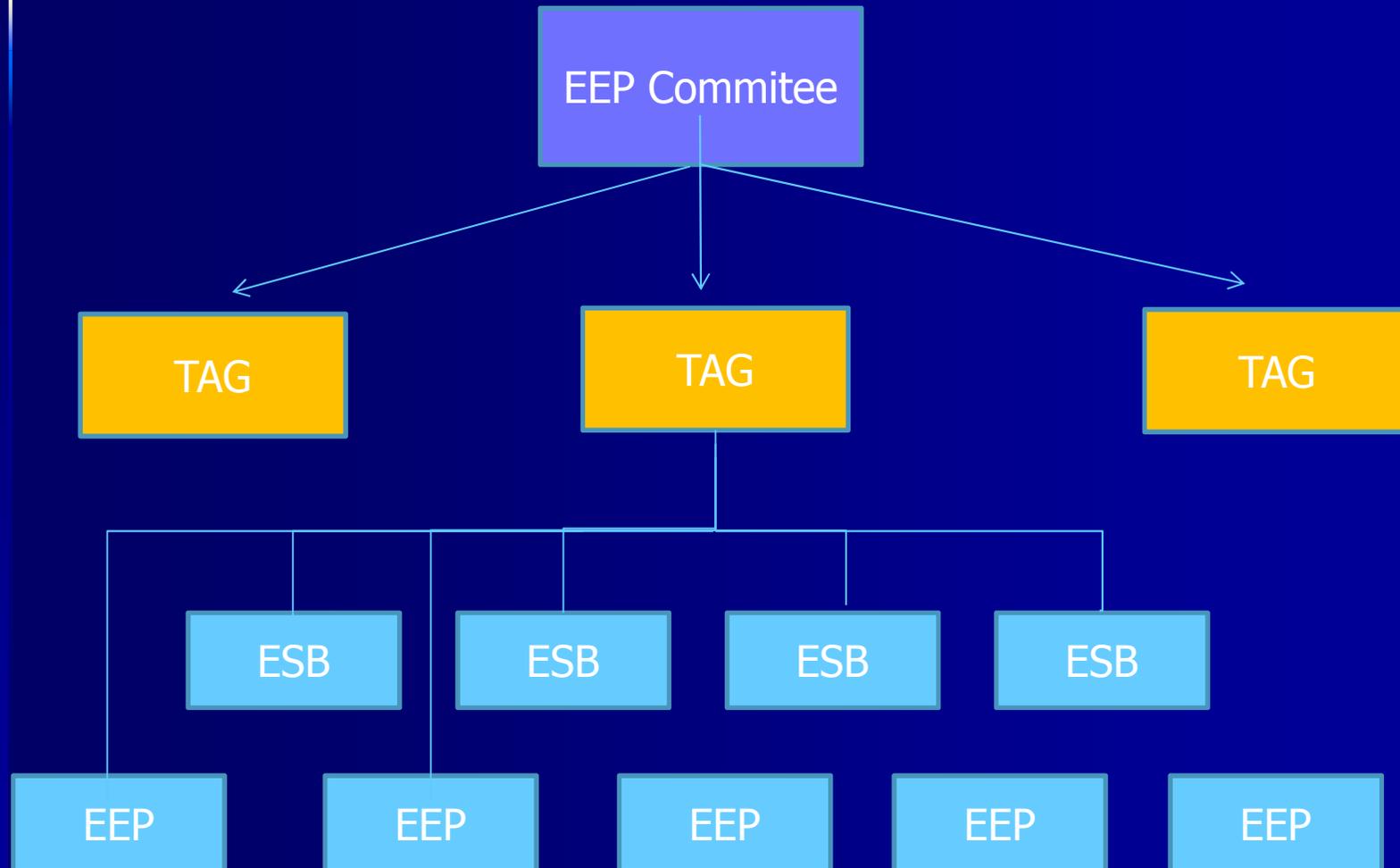
Esprit : Maintenir à long terme les potentialités évolutives des populations animales, en captivité, afin qu'elles puissent un jour se réadapter à leur habitat naturel

Les programmes coopératifs d'élevage



- Maintenir dans les populations captives le maximum de diversité génétique existant dans les populations sauvages
- Objectif: Préserver 90% de la diversité génétique sur une période de 100 ou 200 ans.
- Taille des populations 250-500 individus

Fonctionnement des programmes d'élevage européens



Exemples de TAGs

Terrestrial Invertebrate	BRISTOL	Mark Bushell
Amphibian	CHESTER	Gerardo Garcia
Reptile	PRAHA	Ivan Rehak
Falconiformes	LONDON	Mark Habben
Parrot	HEIDELBERG	Simon Bruslund
Old World Monkey	PAIGNTON	Neil Bemment
Gibbon	TWYCROSS	Charlotte MacDonald
Great Ape	ARNHEM	Tom de Jongh
Bear	RHENEN	Jose Kok
Elephant	LONDON	David Field
Equid	STUTTGART	Ulrike Rademacher
Rhino	BASEL	Friedrike von Houwald
Tapir and Hippo	KOBENHAVN	Bengt Holst
Antelope and Giraffe	LANDAU	Jens-Ove Heckel
Caprinae	KINGUSSIE	Douglas Richardson

Fonctionnement d' un TAG

Composition : Chair, vice-chair(s), all EEP coordinateurs and studbook keepers (ESB) – experts (représentant des SSC de l' UICN, vétérinaires, nutritionnistes, éducateurs, chercheurs)

Objectifs :

- Etablir des objectifs clairs de gestion des populations ;
- Promouvoir un haut niveau de gestion en tenant compte du bien être animal ;
- Etablir des liens entre programmes d' élevage et conservation in-situ ;
- Encourager le développement de programmes de recherche in et ex-situ;
- Développer des programmes d' éducation en Europe et dans les pays d' origine des espèces couvertes par le TAG ;
- Rédiger un RCP afin de définir les espèces prioritaires pour des programmes d' élevage.
- S' assurer que les programmes sont correctement gérés.

Exemple de Plan de collection régional les Callitrichidés

- 47 espèces de callitrichidés
- 20 espèces sont présentes dans les zoos de l' EAZA
- 6 / 20 sont des espèces menacées
- 3 ESB, 8 EEP, 5 Monitoring
- 8 espèces menacées ne sont pas présentes mais pour deux d' entre elles l' EAZA demande un mandat pour débiter un programme d' élevage.
 - *Saguinus leucopus*, Pinché au pieds blancs (EN)
 - *Leontopithecus caissara*, Tamarin lion à face noire (CR)
- 10 des 20 espèces en captivité sont recommandées pour être remplacées dont 4 immédiatement :
 - *Callithrix jacchus*, Ouistiti à toupets blancs
 - *Mico melanurus*, Ouistiti mélanure
 - *Saguinus nigricollis*, Tamarin à manteau noir
 - *Saguinus mystax*, Tamarin à moustache

Fonctionnement des Programmes d'élevage

Studbook keeper

- Etablit le livre généalogique de la population captive
- Inventorie tous les spécimens en captivité
- Inventorie tous les ascendants jusqu' à leurs ancêtres sauvages
- Établit les liens de parenté et la généalogie

Fonctionnement des Programmes d'élevage

le rôle du coordinateur EEP

- Nommé par le comité de coordination ;
- Gère avec le comité d'espèce un programme d'élevage (EEP) ;
- Analyse la structure démographique et génétique de la population captive ;
- Formule les recommandations d'élevage et les directives d'entretien ;
- Prescrit les appariements et les échanges entre zoos ;
- Etabli le plan de gestion à long terme avec la taille cible de la population afin de maintenir des objectifs de DG.

LES EEP fin 2015

- 355 participants de 44 pays européens.
- 41 TAG - 388 programmes
- 195 EEP
- 193 ESB
 - 60 % mammifères
 - 31 % oiseaux



Les outils : Base de donnée centrale ISIS International Species Inventory System (Minneapolis, USA)

Species Holding

Taxonomy IUCN
Pongo pygmaeus/Orangutan **Endangered (EN)**

Show subtaxa separately

Species Holdings shows what each institution says it has, at the moment the user asks ZIMS. So if an institution has reported acquiring an animal from another (receiver-initiated), and the sender has not yet entered their part of the transaction, then at this moment both sender and receiver say they have an animal, so it temporarily shows at both institutions. Overall, this should have a very small effect on the species holdings numbers.

Species holding report for: Pongo pygmaeus / Orangutan

All 136 Institutions, 6 Regions							
	266	360	9	29	0	0	635
Species: Pongo pygmaeus / Orangutan							
All 53 Institutions, 5 Regions							
	53	65	2	5	0	0	120
Institution	Male	Female	Other	Birth (last 12 months)	Group M.	Group F.	Group O.
Region: Asia 12 Institutions, Male: 25, Female: 19, Other: 1							
HYDERABAD / Nehru Zoological Park	1	1	0	0	0	0	2
KANPUR / Kanpur Zoological Park	2	0	0	0	0	0	2
MOTZKIN / Hai Park Kiriat Motzkin	1	0	0	0	0	0	1
SEOUL / Seoul Zoo	2	2	1	1	0	0	5
TAIPING / Zoo Taiping & Night Safari	1	1	0	0	0	0	2
SINGAPORE / Singapore Zoological...	2	1	0	0	0	0	3
COLOMBO / Department of National...	2	0	0	0	0	0	2
TAIPEI / Taipei Zoo	4	7	0	0	0	0	11
BANGKOK / Dusit (Bangkok) Zoolog...	1	1	0	0	0	0	2
CHIANGMAI / Chiangmai Zoological...	1	0	0	0	0	0	1
KHAOKHEOW / Khao Kheow Open ...	7	5	0	2	0	0	12
SONGKHLAZ / Songkhla Zoo	1	1	0	0	0	0	2
Region: Australia (Oceania) 3 Institutions, Male: 1, Female: 4, Other: 0							
MELBOURNE / Melbourne Zoo	0	0	0	0	0	0	0



Logiciels :

ZIMS - 1000 zoos de 87 pays et plus de 2,6 millions d'animaux recensés de plus de 10 000 espèces et sous-espèces

SPARKS = Single Population Analysis and Record Keeping System

Restricted to:

Locations: CLERES /

Stud #	Sex	Hatch Date	Sire	Dam	Location	Date	Local ID	Event	Death-Date	Tag/Band
744		10 May 1994	386	309	CLERES	10 May 1994	C94076	Hatch		94 39707
					SCHEFFER	3 Oct 1994	UNK	Transfer		
744	F	12 May 1994	172	298	CLERES	12 May 1994	C94080	Hatch		94 39724
					HAREHUTCH	23 Feb 1995	UNK	Transfer		
					HENDERSON	1 Mar 1995	UNK	Transfer		
745	F	12 May 1994	172	298	CLERES	12 May 1994	C94081	Hatch		94 39732
					CHABEUIL	13 Dec 1994	UNK	Transfer		
746		12 May 1994		309	CLERES	13 May 1994	C94083	Hatch		94 39723
					ORLEANS	10 May 1995	UNK	Transfer		
747	F	16 May 1994	172	298	CLERES	16 May 1994	C94095	Hatch		94 39730
					HAREHUTCH	23 Feb 1995	UNK	Transfer		
						12 Apr 1999		Death	12 Apr 1999	
748	M	16 May 1994	499	479	CLERES	16 May 1994	C94096	Hatch		94 39727
						Feb 1995	UNK	Transfer		
						Nov 1998		Death	12 Apr 1999	
749	M	16 May 1994	172	298	CLERES			Hatch		94 39713
					HAREHUTCH			Transfer		
750	F	17 May 1994	386	309	CLERES	23 Feb 1995		Hatch		94 39733
								Transfer		
								Death	7 Mar 1997	
751	F	17 May 1994	172	298	HENDERSON	1 Mar 1995		Hatch		94 39726
								Transfer		
752	M	19 May 1994	172	298	CLERES			Hatch		94 39725
					POITIERS	12 Jan 1995	UNK	Transfer		
						~ Jul 1998		Death	~ Jul 1998	

PMx Population Management software

Les analyses génétiques et démographiques sont réalisées à l'aide de PMx, programme développé par l'UICN/SSC Conservation Breeding Specialist Group.

Ballou, J.D., R.C. Lacy, and J.P. Pollak. 2010. PMx: software for demographic and genetic analysis and management of pedigreed populations. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois, USA

Démographie : calcul des paramètres démographiques et des projections de croissance de la population.

Génétique : analyse la diversité génétique retenue au cours des générations, les coefficients de parenté et de consanguinité individuels, et fourni des outils pour gérer les groupes de reproduction.

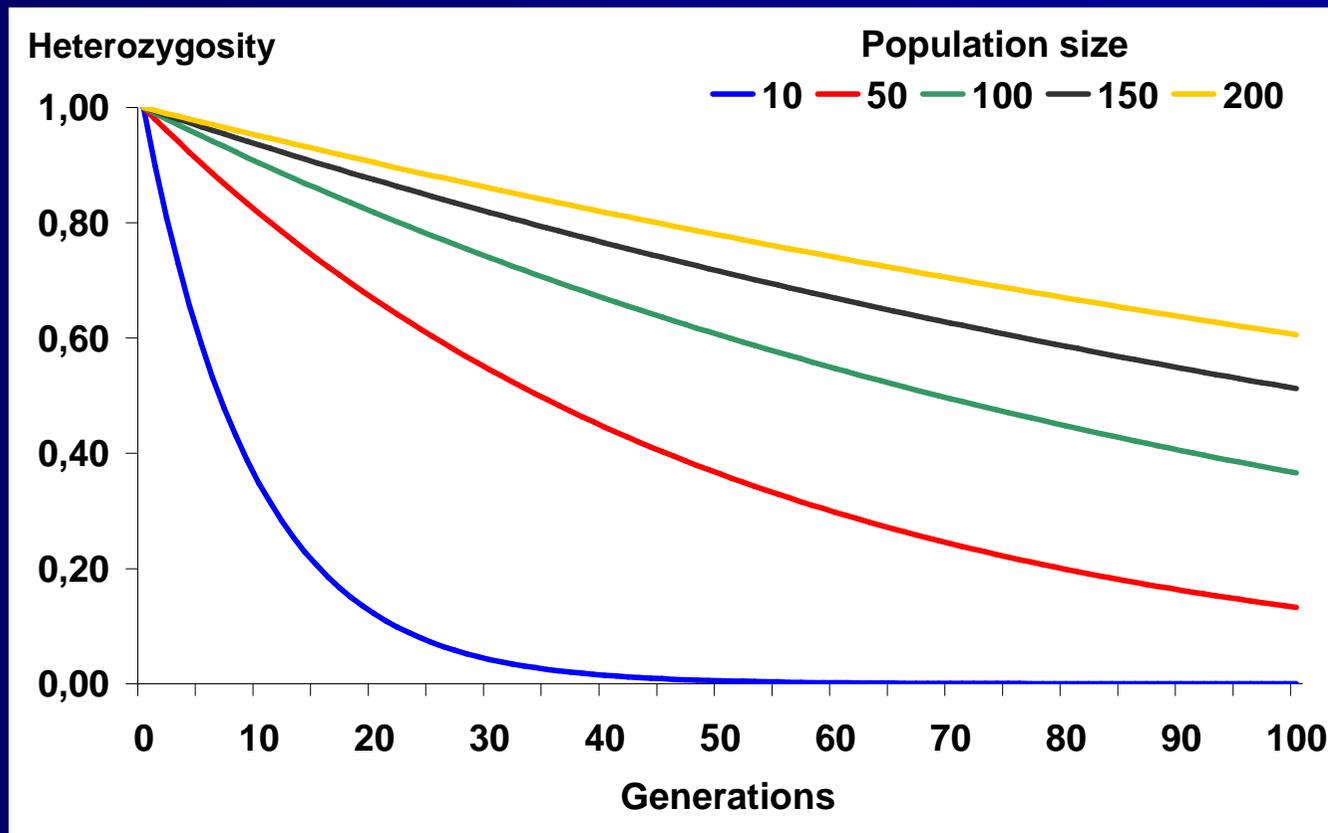
Objectifs (modélisation) : intègre les paramètres démographiques et génétiques dans des modèles afin d'atteindre des objectifs en lien avec l'obtention de populations viables sur des périodes de temps données.

Caractéristiques des petites populations en captivité

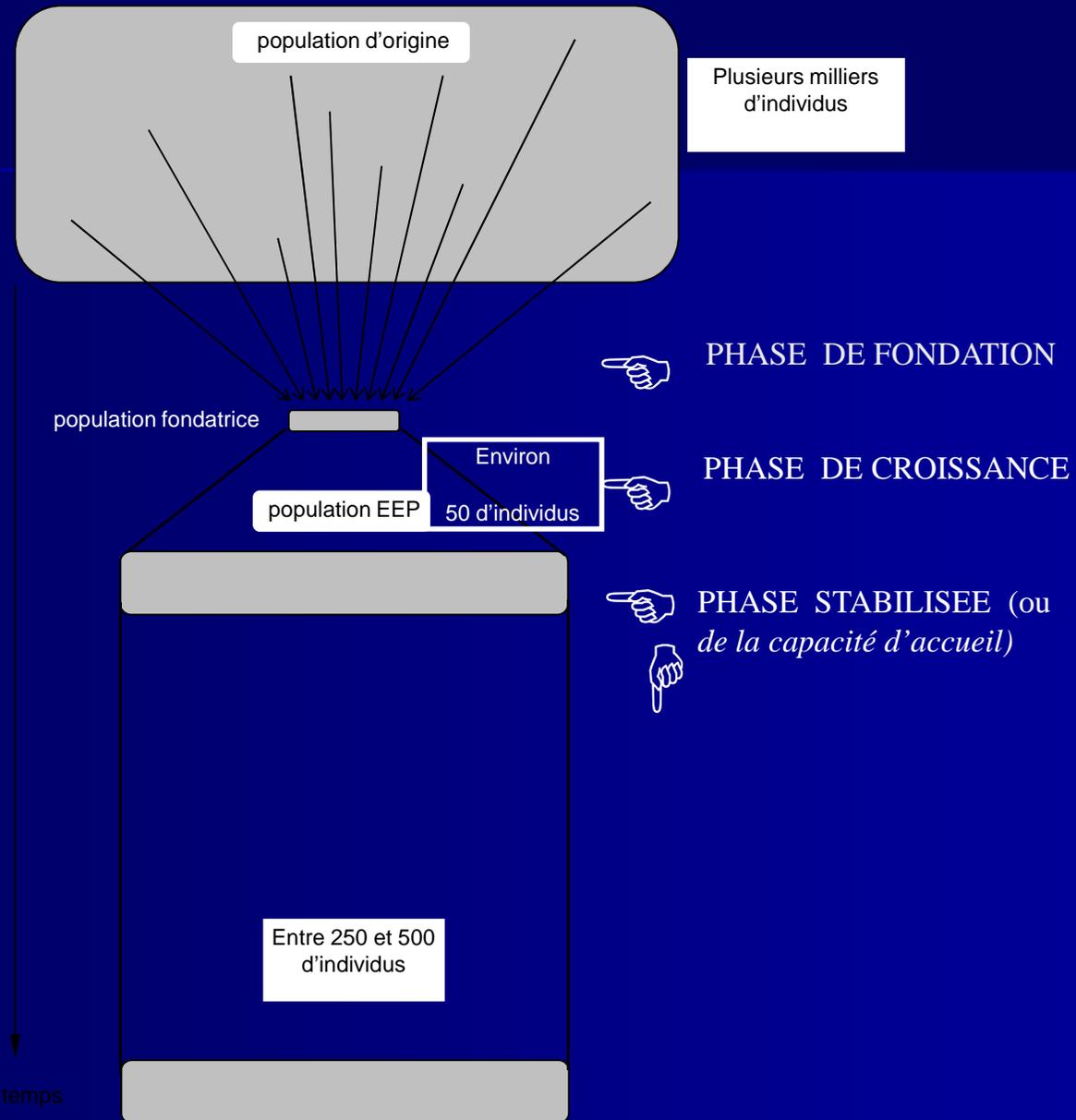
- Quelques dizaines à quelques centaines d'individus seulement : perte de variabilité génétique à la fondation
- Tous les individus ne transmettent pas leurs gènes à la même fréquence aux générations suivantes : risque de dérive
- Dans les petites populations risque de reproduction d'individus apparentés = risques de consanguinité
- Conditions de vie différentes des conditions naturelles = pressions de sélection non-naturelles : risque de sélection

Les objectifs des programmes d'élevage sont de maintenir un niveau global d'hétérozygotie pendant plusieurs dizaines de génération

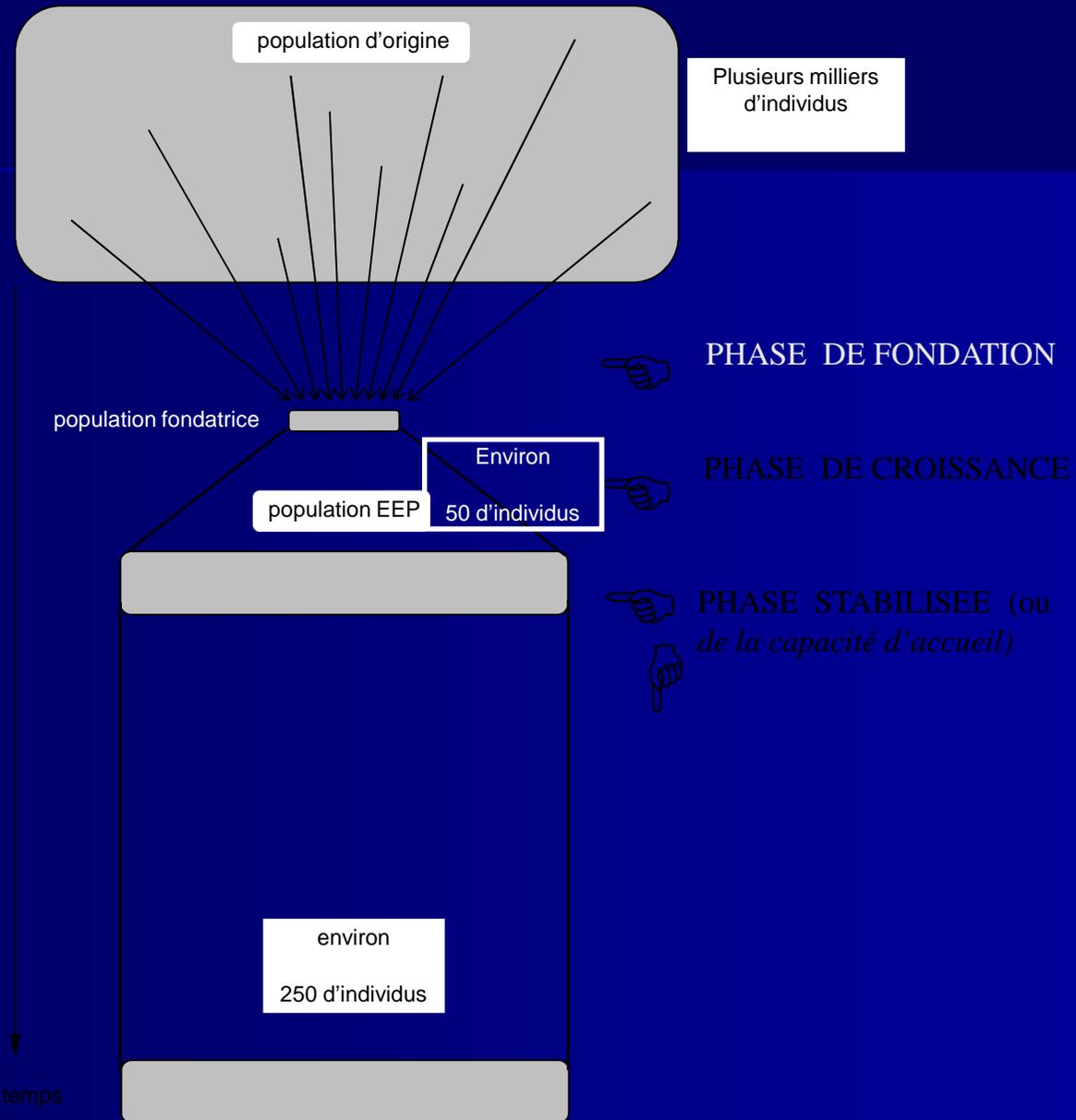
Combien de diversité ? Avec combien d'animaux ? Pour combien de temps ?



Phases théoriques d'une population EEP



Phases théoriques d'une population EEP



Pertes génétiques à la fondation d'une population EEP : Effet fondateur

- L'effet fondateur:
 - perte d'allèles
 - perte d'hétérozygotie

La perte d'allèles à un locus donné est fonction de la taille de la population fondatrice et de la fréquence des allèles du locus dans la population d'origine

Perte d'allèles lors de la fondation

$$m - E = \sum (1 - P_j)^{2N}$$

m: nb d'allèles au locus considéré dans la population originale.

E: nb d'allèles au locus considéré dans la population fondatrice.

P_j: fréquences des allèles au locus considéré.

N: nb de fondateurs

Cas A

$$p_1 = 0,7$$

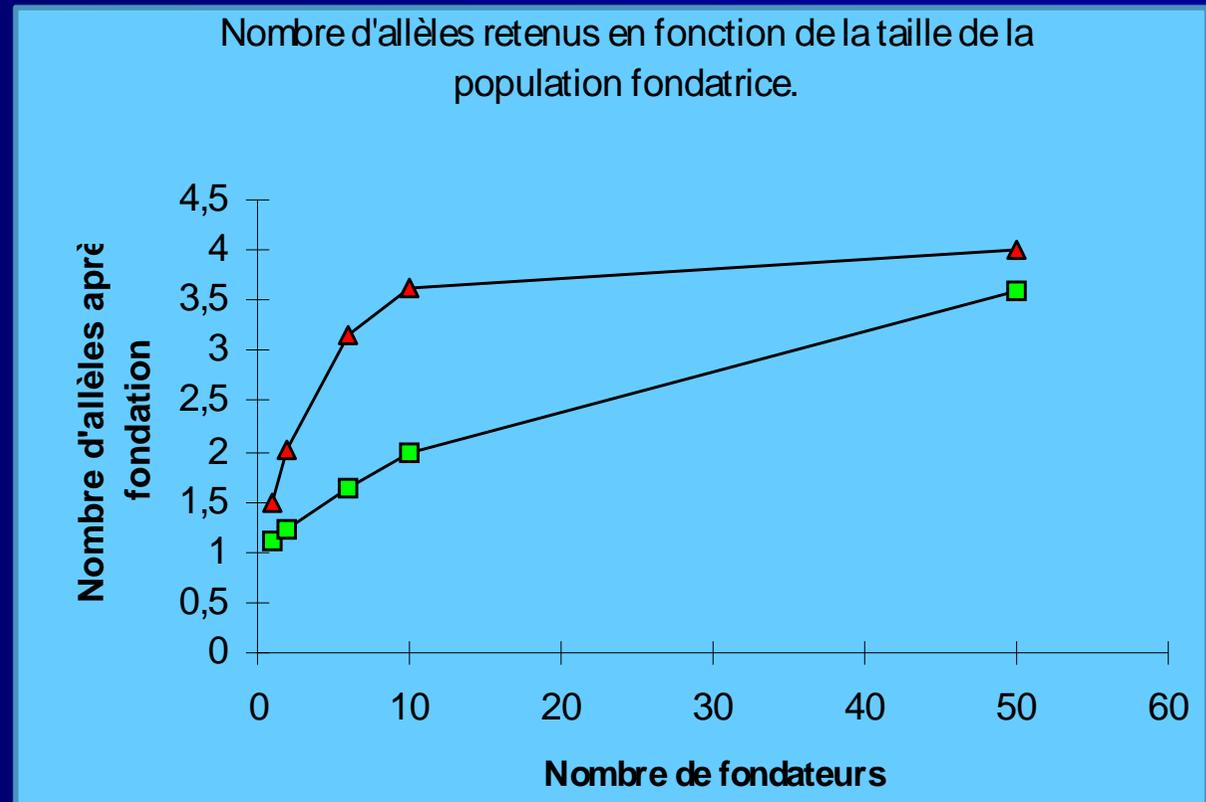
$$p_2 = p_3 = p_4 = 0,1$$

Cas B

$$p_1 = 0,94$$

$$p_2 = p_3 = p_4 = 0,02$$

disparition des
allèles rares



—▲— $p_1=0,7$ $p_{2,3,4}=0,1$ —■— $p_1=0,94$ $p_{2,3,4}=0,2$

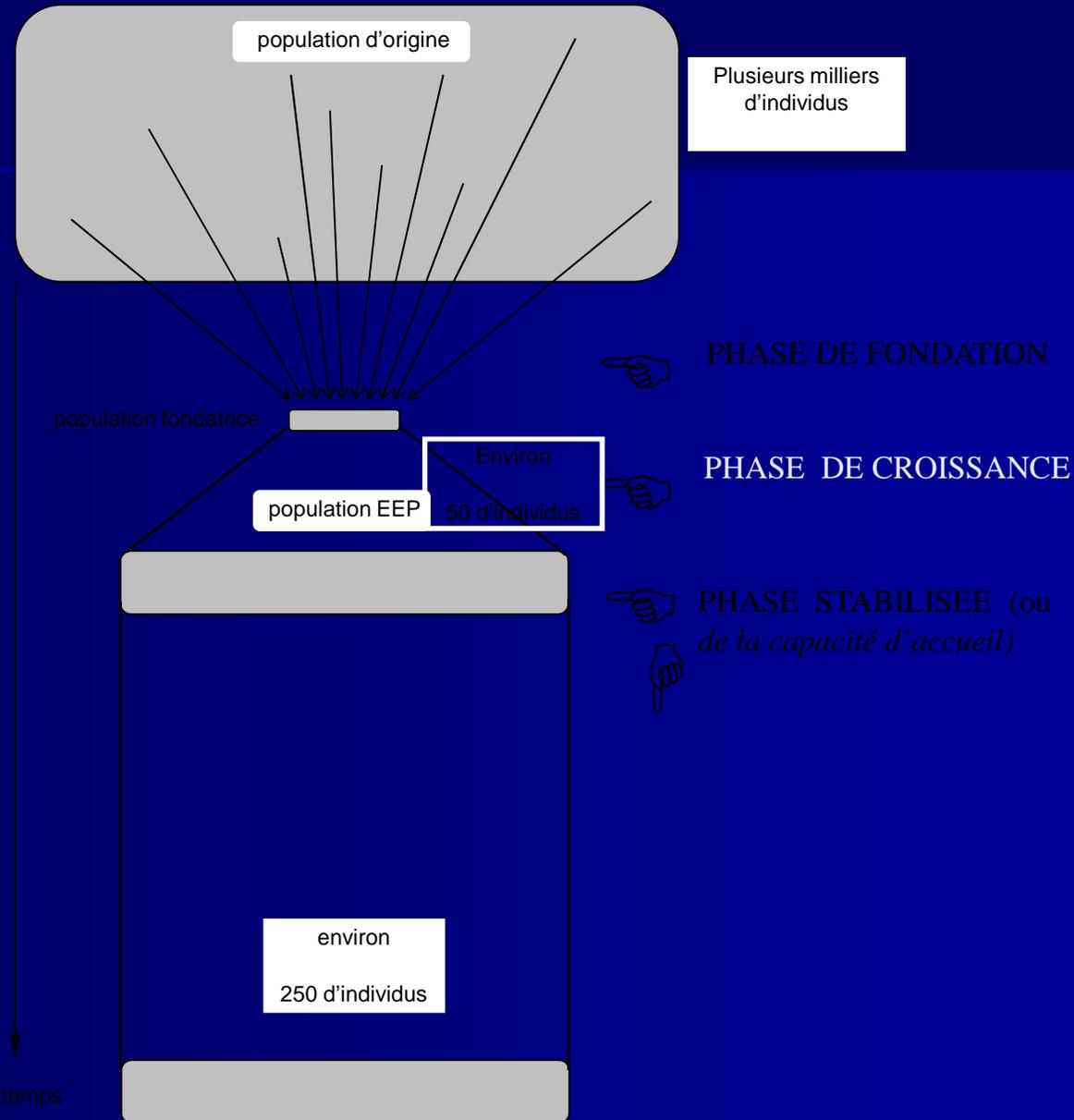
Modification de la fréquence des allèles à la fondation

$$DG_0 = 1 - 1/2N_{wc} \text{ (Nwc représente le nombre de fondateurs)}$$

Prob que si sélectionnés au hasard 2 allèles seront différents à la génération suivante

N	DG Conservée	DG perdue
1	50%	50 %
2	75%	25 %
10	95%	5 %
20	97,5%	2,5 %
50	99%	1 %
100	99,5%	0,5 %
∞	100 %	0

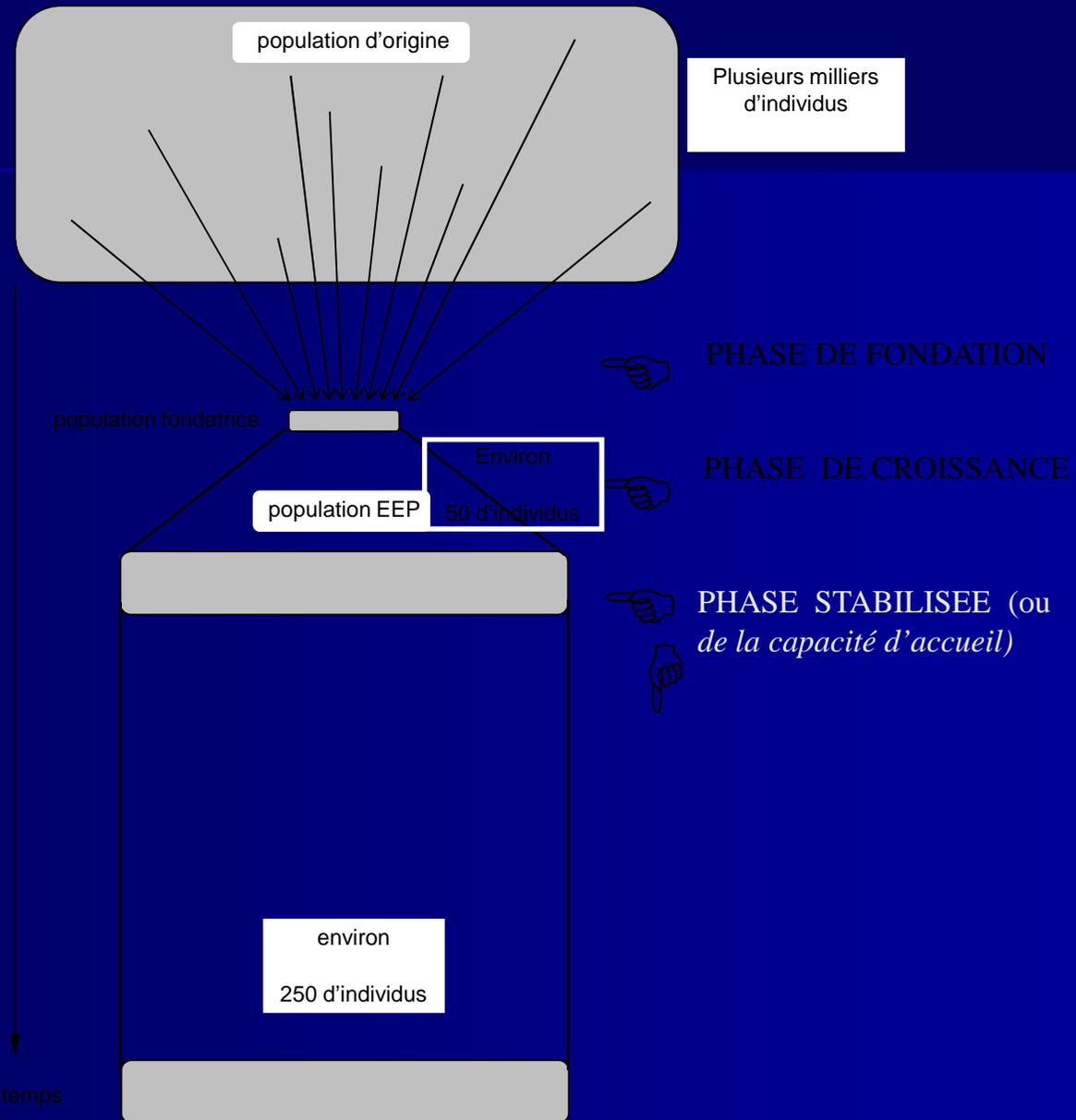
Phases théoriques d'une population EEP



Phase de croissance

- A chaque génération : perte d'allèles et d'hétérozygotie
- La dérive génétique diminue en fonction du taux d'accroissement
- Favoriser une reproduction intense afin de passer de la population fondatrice au stade de la capacité d'accueil en un nombre minimal de générations
- Egaliser la contribution des fondateurs et de limiter la consanguinité

Phases théoriques d'une population EEP



Taille cible de la population

■ Se modélise (PMx)

Dépend :

- du nombre de fondateurs
- du temps de génération
- du taux d'accroissement de la population
- de la dérive génétique
- de la longueur du programme
- de la diversité à retenir.

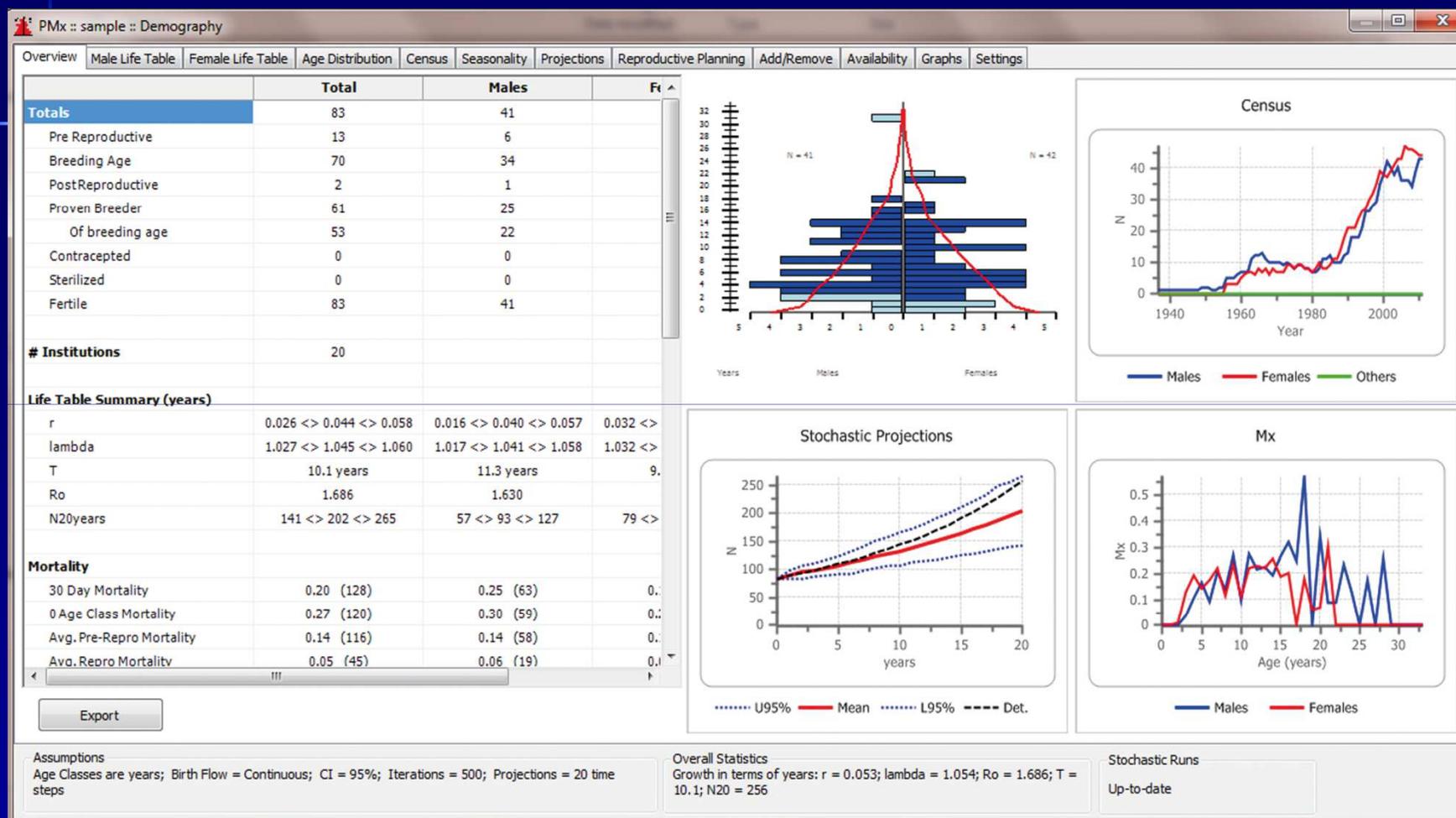
Stratégie de gestion

Objectif du programme : maintenir au long terme une population viable en préservant sa diversité génétique.

3 aspects :

- démographiques
- génétiques
- modélisation :
 - capacité d'accueil
 - Taille cible de la population
 - objectifs de DG à retenir

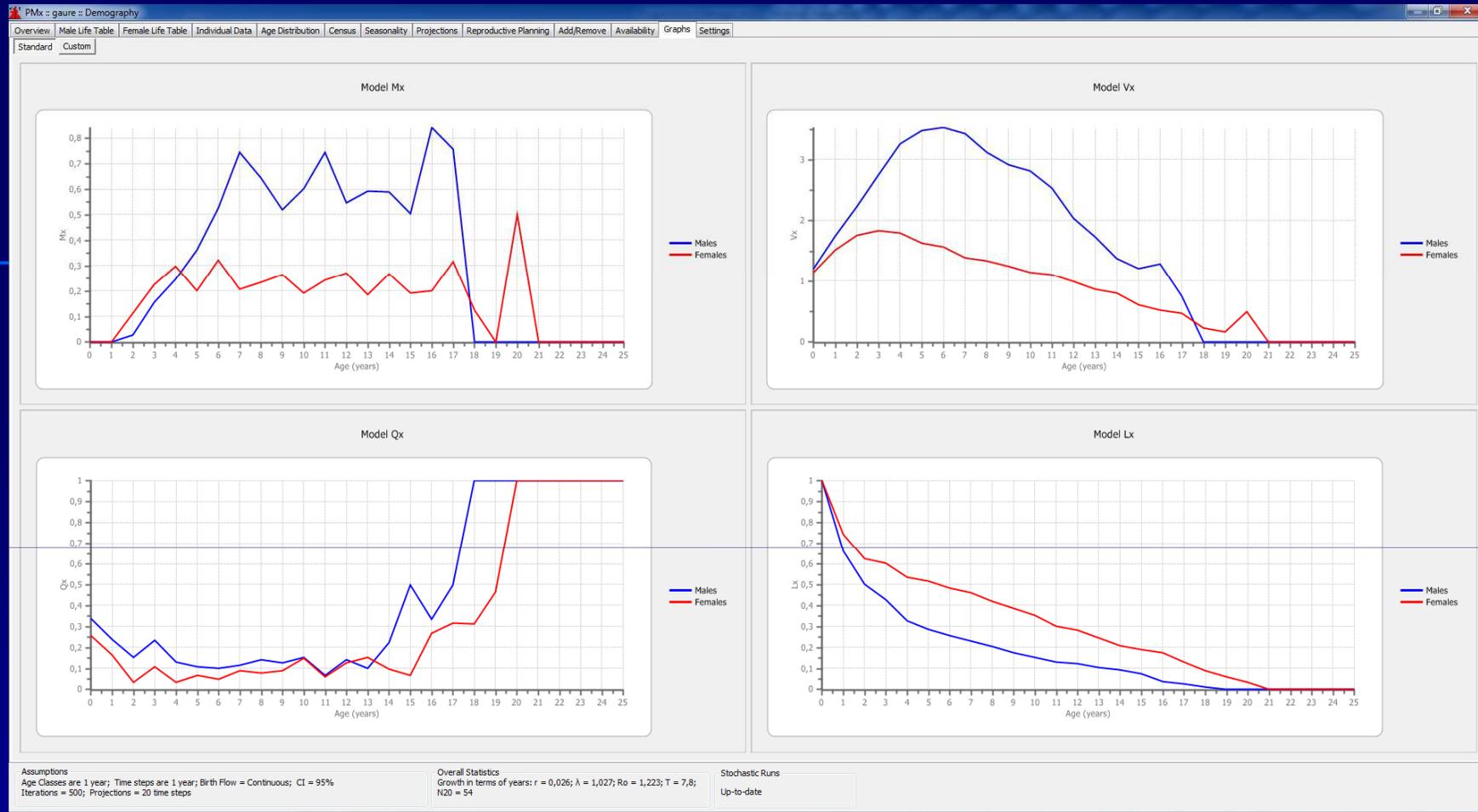
Paramètres démographiques PMx



Lambda : taux moyen de croissance annuel

T : intervalle moyen de générations

Ro : mesure du taux de croissance de la population par intervalles de générations T



Mx : fécondité en fonction de l'âge

Lx : mortalité en fonction de l'âge.

Qx : représente la proportion d'animaux dans chaque classe d'âges qui sont morts.

Vx (Valeur reproductive) : Nombre de futurs descendants que l'on peut espérer d'un individu dans une classe d'âge donnée

Paramètres génétiques

Les fondateurs : égaliser la représentation

- Combien de fondateurs ont contribué à la diversité des gènes de la population actuelle ?
- Quelle proportion du génome de chacun des fondateurs a survécu ?
- Combien de descendants par fondateurs ?

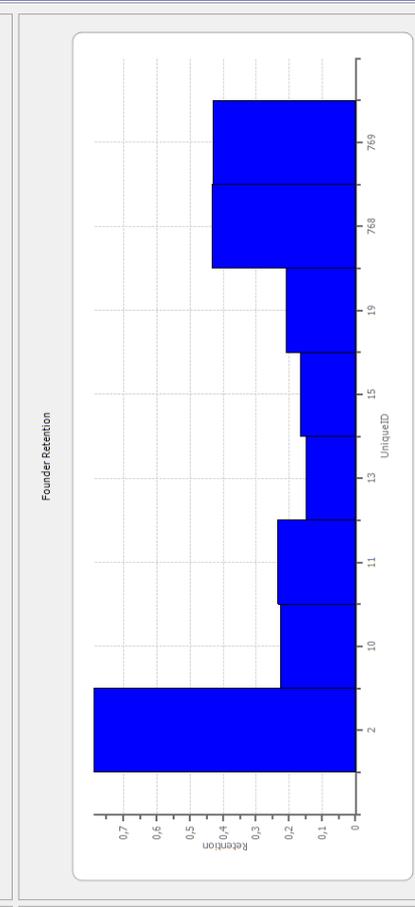
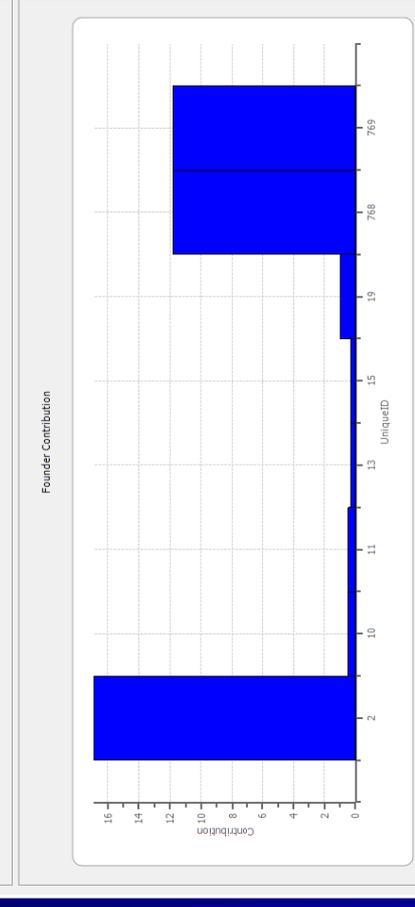
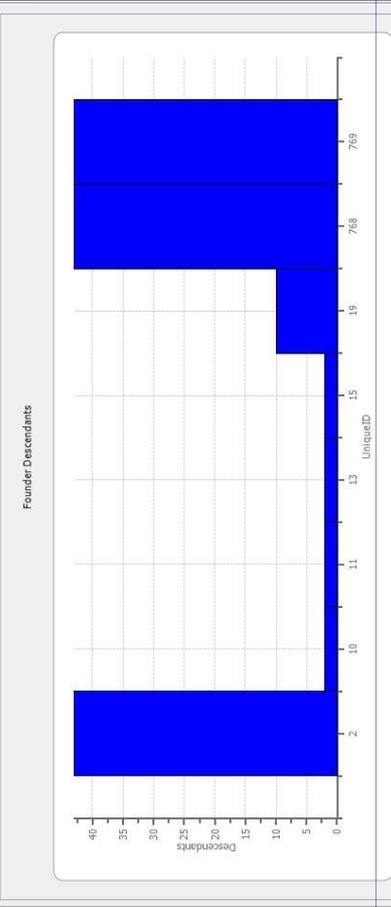
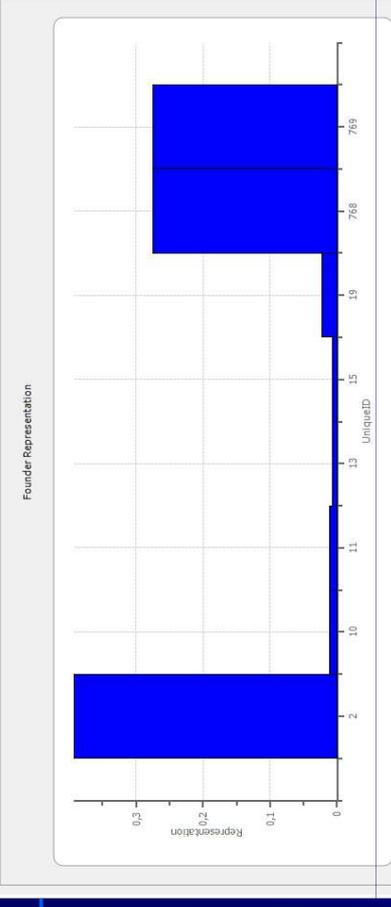
UniqueID	Sex	Age	Alive	Representation	Contribution	Allele Retention	Potential Retention	Descendants
2	Female	23	False	0,3924	16,8711	0,7800	0,7800	43,0
10	Male	13	False	0,0109	0,4688	0,2190	0,2190	2,0
11	Female	20	False	0,0109	0,4688	0,2305	0,2305	2,0
13	Male	10	False	0,0069	0,2969	0,1560	0,1560	2,0
15	Female	14	False	0,0069	0,2969	0,1605	0,1605	2,0
19	Male	9	False	0,0233	1,0000	0,2065	0,2065	10,0
768	Male	8	False	0,2744	11,7988	0,4375	0,4375	43,0
769	Female	13	False	0,2744	11,7988	0,4260	0,4260	43,0

Paramètres génétiques : Les fondateurs

- **Contribution** : Nombre de copies du génome des fondateurs présents chez les descendants vivants (enfants 0,5; petits enfants 0,25...)
- **Représentation** : pourcentage de matériel génétique chez les descendants qui provient de chaque fondateur

$$F_A = \frac{\sum \text{Contributions du fondateur A (exemple:50\%+25\%+12,5\%...)}{\text{Nombre de descendants vivants}}$$

- **Rétention** : c'est la proportion des gènes d'un fondateur qui a survécu jusqu'à la population actuelle. Si un fondateur a obtenu deux descendants, il a passé 75% de son matériel génétique à la génération suivante. Rétention = 0.75. Si un individu n'a qu'un descendant et que ce descendant n'a qu'un jeune, la rétention ne sera plus que de 0.25.
- Prise en compte des bottlenecks : Calcul par « gene drop simulation ».
- \sum des rétentions individuelles = FGS (Founder Genome Survival)



Assumptions:
 Do Not Include Founders; Unknown Weight = 0.00

Dynamic Population Variables
 GD = 0.5646; GV = 0.5504; MK = 0.4354; % Known = 100.0%; N = 43.0

[Change](#)

Analyse de la structure génétique d'une population de Gaure (PMx)

Founders	8
Potential (additional)	0
Living Animals	43
Living Descendants	43,00
% Ancestry Known	100%
Gene Diversity	
Based on Kinship Matrix	0,5646
Based on Gene Drop	0,5630
Potential	0,8089
Gene Value	0,5504
Population Mean Kinship	0,4354
Founder Genome Equivalents	
Based on Kinship Matrix	1,15
Based on Gene Drop	1,14
Founder Genome Surviving	2,62
Mean Inbreeding	0,4581
Mean Ne	6,04
Current Ne	13,75
Based on Breeding Males:	5,0
Based on Breeding Fem:	11,0
Ne/N	0,3198

Les mesures de diversité génétique

En gestion génétique des populations de zoo, la diversité génétique concernée est la proportion d'hétérozygotie de la population source qui s'est maintenue dans la population actuelle.

La GDt peut être calculée à partir de la fréquence allélique générée par une simulation de «gene drop » à partir de la formule suivante :

$$GDt = 1 - \sum_{i=1}^{2Nf} q_i^2$$

Nf = nombre de fondateurs; q_i = fréquence de l'allèle i dans la population actuelle

Elle peut également être calculée directement à partir de la FGE

$$GDt = 1 - \frac{1}{2 FGE}$$

Founder Genome Equivalent (FGE)

Founder Genome Equivalent (FGE) : c'est la diversité génétique ramenée en terme concret au nombre équivalent d'individus sauvages qui contiennent la même proportion de diversité génétique que la population captive actuelle.

Notion introduite par Lacy (1989,1995) pour illustrer les effets combinés d'un déséquilibre de la contribution des fondateurs et de la dérive génétique sur la diversité génétique de la population

$$FGE = \frac{1}{\sum_{i=1}^{Nf} \left(\frac{p_i}{r_i} \right)}$$

Nf = nombre de fondateurs

p_i est la contribution du fondateur i

r_i est la rétention des gènes du fondateur i

La taille efficace : Ne

Le concept de Ne est basé sur les caractéristiques génétiques d'une population idéale dont les individus ne subissent pas de sélection, de mutations ou de migration et dans laquelle tous les individus se reproduisent et ont une probabilité égale de contribuer à la génération suivante.

Accès des individus à la reproduction

- Immatures
- Vieux
- Adultes non reproducteurs

Sex-ratio des reproducteurs : $Ne = 4 \frac{Nm \times Nf}{Nm + Nf}$

Déséquilibre de la taille des familles : $Ne = \frac{4N - 4}{Vk + 2}$

Fluctuations interannuelles de N : $\frac{1}{Ne} = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{N1} + \frac{1}{N2} + \frac{1}{N3} + \frac{1}{N4} + \dots + \frac{1}{Nt} \right)$

Reproduction entre générations

MK : Mean Kinship Value

La plupart de ces équations précédentes sont résolues par l'utilisation des valeurs moyennes de parenté (Mean Kinship) pour sélectionner les partenaires optimaux et maintenir une taille de population stable compatible avec la capacité d'accueil des parcs zoologiques

$$m_{ki} = \frac{\sum_{j=1}^N k_{ij}}{N}$$

k_{ij} = coefficient de parenté entre i et j
 N = nombre d'animaux vivants dans la population

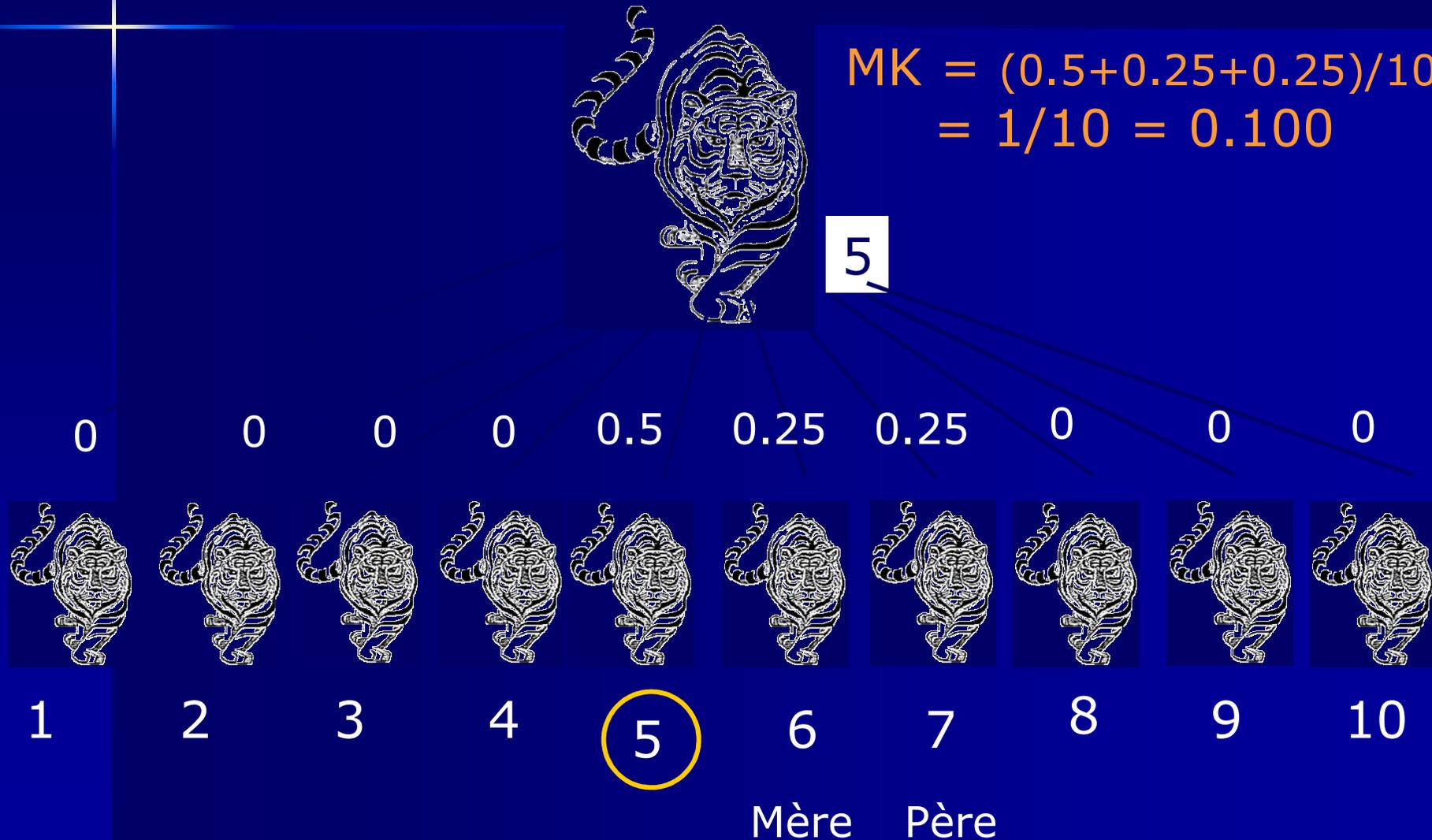
k_{ij} = kinship coefficient : Probabilité que deux allèles pris au hasard chez deux individus soient identiques dans la descendance; c'est aussi le coefficient de consanguinité d'un descendant de ij

Minimiser MK = Maximaliser la diversité génétique retenue

$$GDt = 1 - \overline{mk}$$

MK : Mean Kinship Value

Le Mk d'un individu est la moyenne des coefficients de parenté entre un individu et l'ensemble des individus vivants de la population, lui-même compris.



Kinship matrix

UniqueID		818	851	922	1106	1118	1143
	Location	DORTMUND	BERLINZOO	TALLIN	BERLINZOO	BERLINZOO	TERRA NAT
818	DORTMUND	0,7227	0,5146	0,0535	0,5146	0,5703	0,5146
851	BERLINZOO	0,5146	0,7363	0,0553	0,5840	0,5146	0,5840
922	TALLIN	0,0535	0,0553	0,6895	0,0553	0,0535	0,0553
1106	BERLINZOO	0,5146	0,5840	0,0553	0,7363	0,5146	0,5840
1118	BERLINZOO	0,5703	0,5146	0,0535	0,5146	0,7227	0,5146
1143	TERRA NAT	0,5146	0,5840	0,0553	0,5840	0,5146	0,7363
1158	MUNSTER	0,4463	0,4102	0,0487	0,4102	0,4463	0,4102
1184	THOIRY	0,2661	0,2556	0,0403	0,2556	0,2661	0,2556
1189	WHIPSNADÉ	0,2773	0,2656	0,0410	0,2656	0,2773	0,2656
1279	OBTERRE	0,2661	0,2556	0,0403	0,2556	0,2661	0,2556
1336	BERLINZOO	0,5127	0,5474	0,0542	0,5474	0,5889	0,5474
1347	TALLIN	0,0802	0,0829	0,5112	0,0829	0,0802	0,0829
1382	OBTERRE	0,4739	0,5708	0,0547	0,5327	0,4739	0,5327
1384	TERRA NAT	0,5295	0,6230	0,0554	0,5850	0,5295	0,6611

Couples potentiels basés sur le MST (Mate suitability index)

Males V	Location	BERLINZO								
		DORTMUND	BERLINZOO	TALLIN	BERLINZOO	MUNSTER	WHIPSSNADE	O	TALLIN	OBTERRE
T1451	WHIPSSNADE	4	4	2	4	4	6	4	2	4
T1455	BERLINZOO	-	-	4-		4	4-		4-	
T1456	NESLES	4	4	2	6	4	4	5	2	4
T1457	BERLINZOO	-	-	4-		4	4-		4-	
T1459	PARIS JP	4	4	2	6	4	4	5	2	4
T1461	BERLINZOO	-	-	4-		4	4-		4	6
T1465	WHIPSSNADE	4	4	2	4	4	6	4	2	4
T1466	DORTMUND	-	-	4-		4	4-		4	6
T1467	PARIS JP	4	4	2	6	4	4	5	2	4
T1468	BERLINZOO	-	-	4-		4	4-		4-	
T1469	BERLINZOO	-	-	4-		4	4-		4	6
T1471	BERLINZOO	-	-	4-		4	4-		4-	
T1473	WHIPSSNADE	4	4	2	4	4	6	4	2	4

Le MSI est un score composite qui intègre 4 composantes :

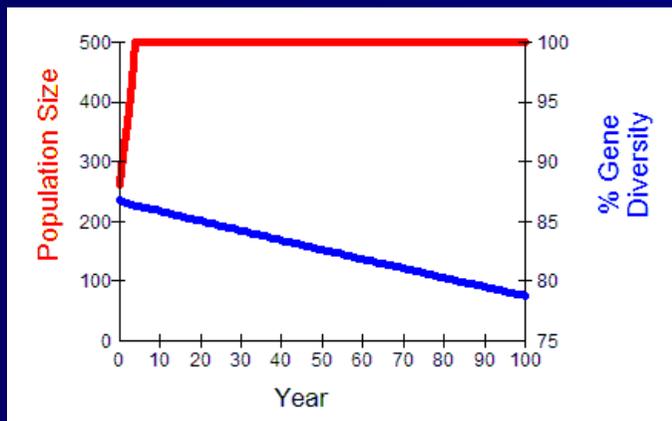
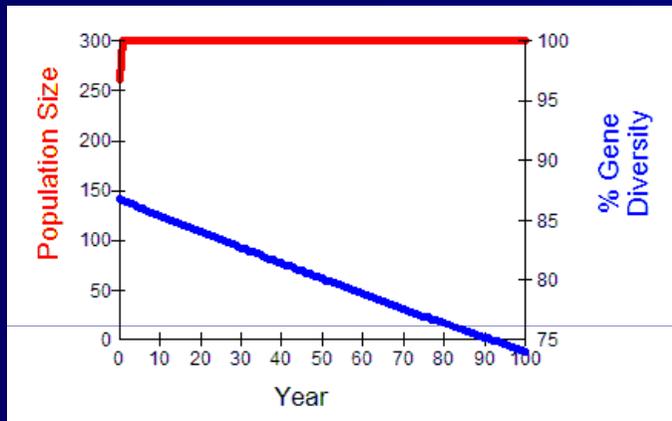
- Coefficient de consanguinité (F)
- delta GD (dGD) : variation dans la GD produite si un descendant naît de l'appariement
- Différences dans la valeur de MK (diffMK)
- Pourcentage d'ancêtres connus

- 1 = très bénéfique (génétiquement) pour une population
- 2 = modérément bénéfique
- 3 = légèrement bénéfique
- 4 = légèrement préjudiciable
- 5 = préjudiciable (impératifs démographiques)
- 6 = très préjudiciable (uniquement démographie prise en compte)
- "-" = extrêmement préjudiciable

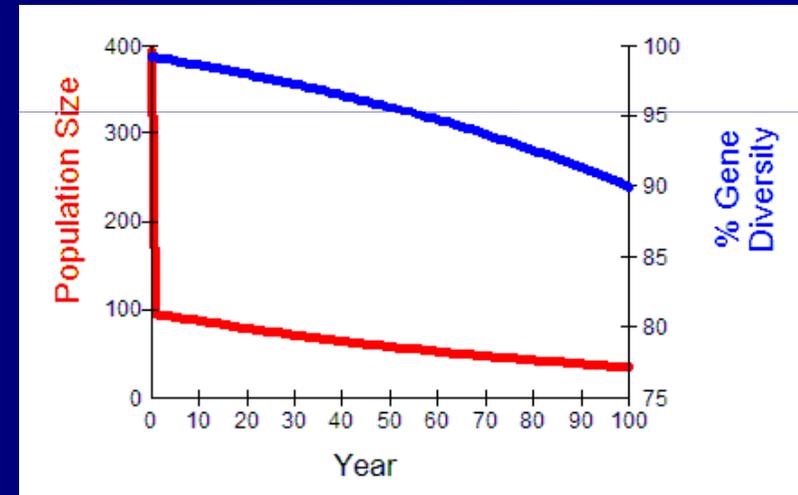
Modéliser l'évolution de la population au long terme

- Calculer la taille cible de la population pour maintenir la diversité génétique voulue sur 100 ou 200 ans
- Dépend:
 - **du nombre de fondateurs**
 - **De la taille de la population**
 - **du temps de génération**
 - **Du pourcentage de diversité génétique que l'on souhaite garder**
- Choisir une taille de population compatible avec les installations disponibles ex situ

Modéliser l'évolution de la population au long terme

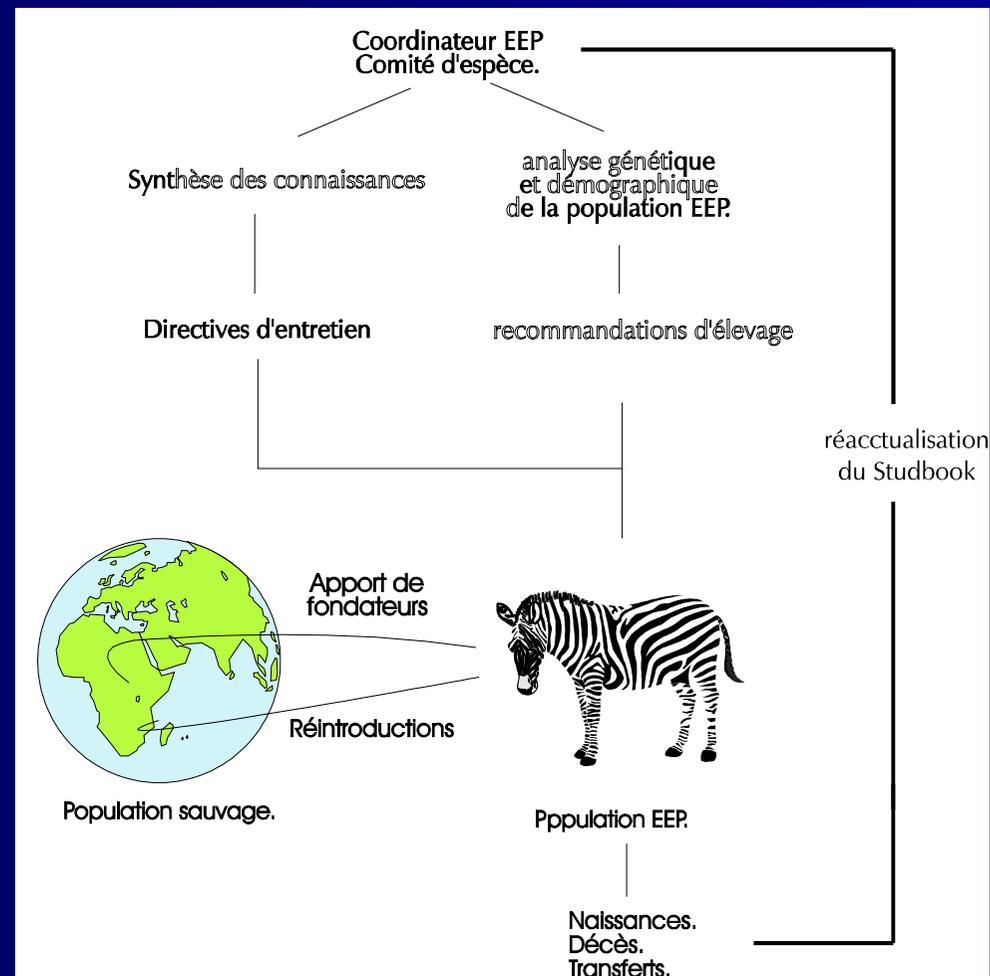


Faisan du Vietnam



Orangs-Outans de Bornéo

Cycle annuel de fonctionnement d'un EEP



Problèmes de gestion

- Surplus d' élevage
- Polygamie et sex-ratio
- Groupes de mâles
- Euthanasie et stérilisation
- Problèmes législatifs
- Problèmes sanitaire

EEP des Orangs-Outans

Budapest, 25 Septembre, 2014



Clemens Becker
EEP coordinator



Organisation de l' EEP Orang-outan

**Coordinateur, European studbook
keeper:**

Clemens Becker, Karlsruhe Zoo / Germany

International Studbook keeper:

Megan Elder, St. Paul, Minnesota

Coopérations internationale

Megan Elder, International Studbook Keeper

World Association of Zoos & Aquariums (WAZA)

Lori Perkins, Coordinator

North American Species Survival Plan (SSP)

Amanda Embury, Coordinator & Studbook Keeper

Australasian Species Management Programme (ASMP)

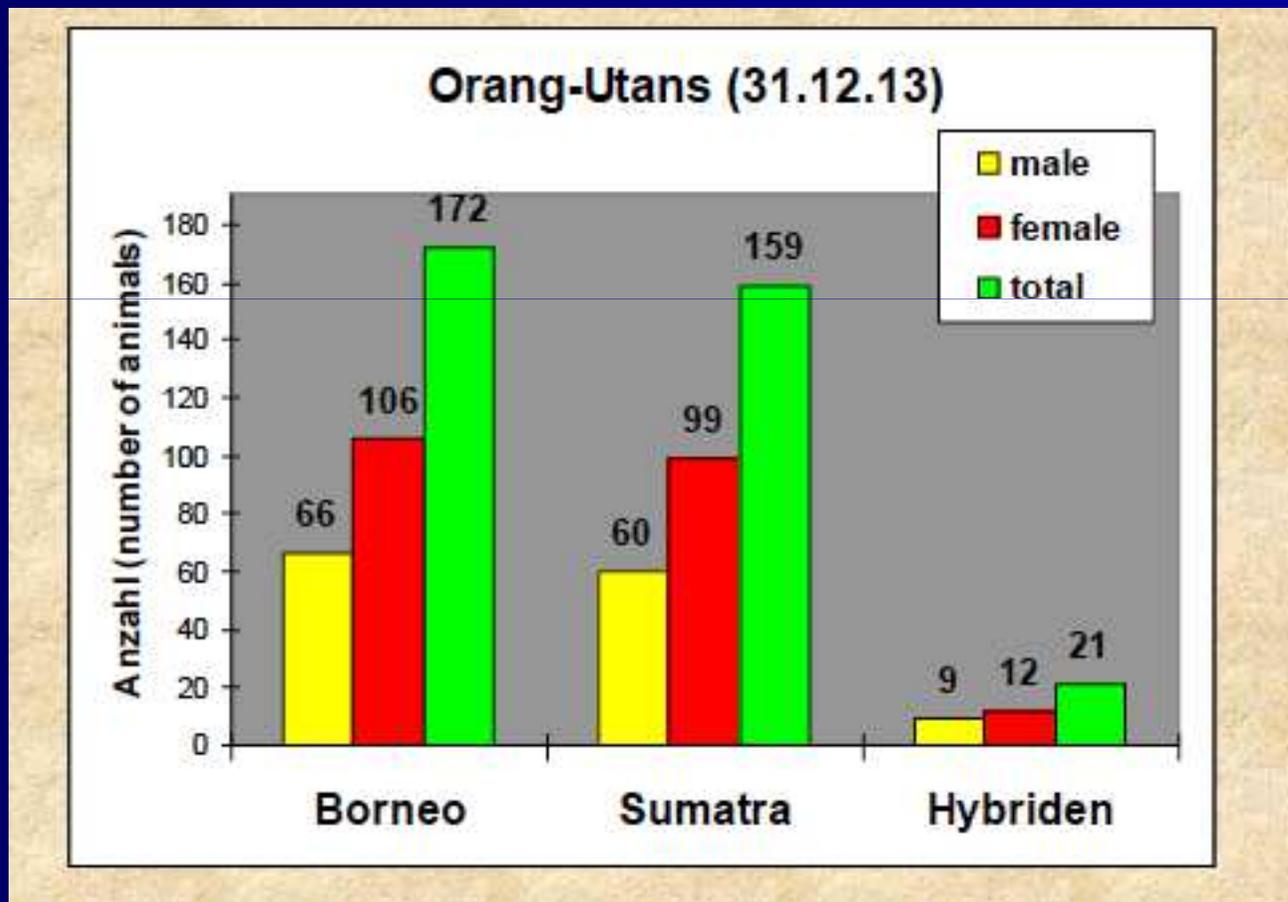
Population captive dans le monde

1063 orangs-outans dans 227 institutions



501 Bornéo, 318 Sumatra, 148 hybrides, 96 unknown

Population EEP



31.12.2013: 352 (135,217) orangs-outans dans 69 institutions

Aspects génétiques Orangs-outans de Bornéo

- **Taux de croissance de la population = 0 (stable)**
- **98,06 % GD (2012: 98,03 %)**
- **99,00 % potentielle GD (2012: 99,01 %)**
- **66 fondateurs (2012: 65)**
- **71 fondateurs potentiels (2012: 71)**
- **25,78 FGE (2012: 25,39)**
- **0,0065 F moyen (2012: 0,0067)**
- **0,0194 MK moyen (2012: 0,0197)**

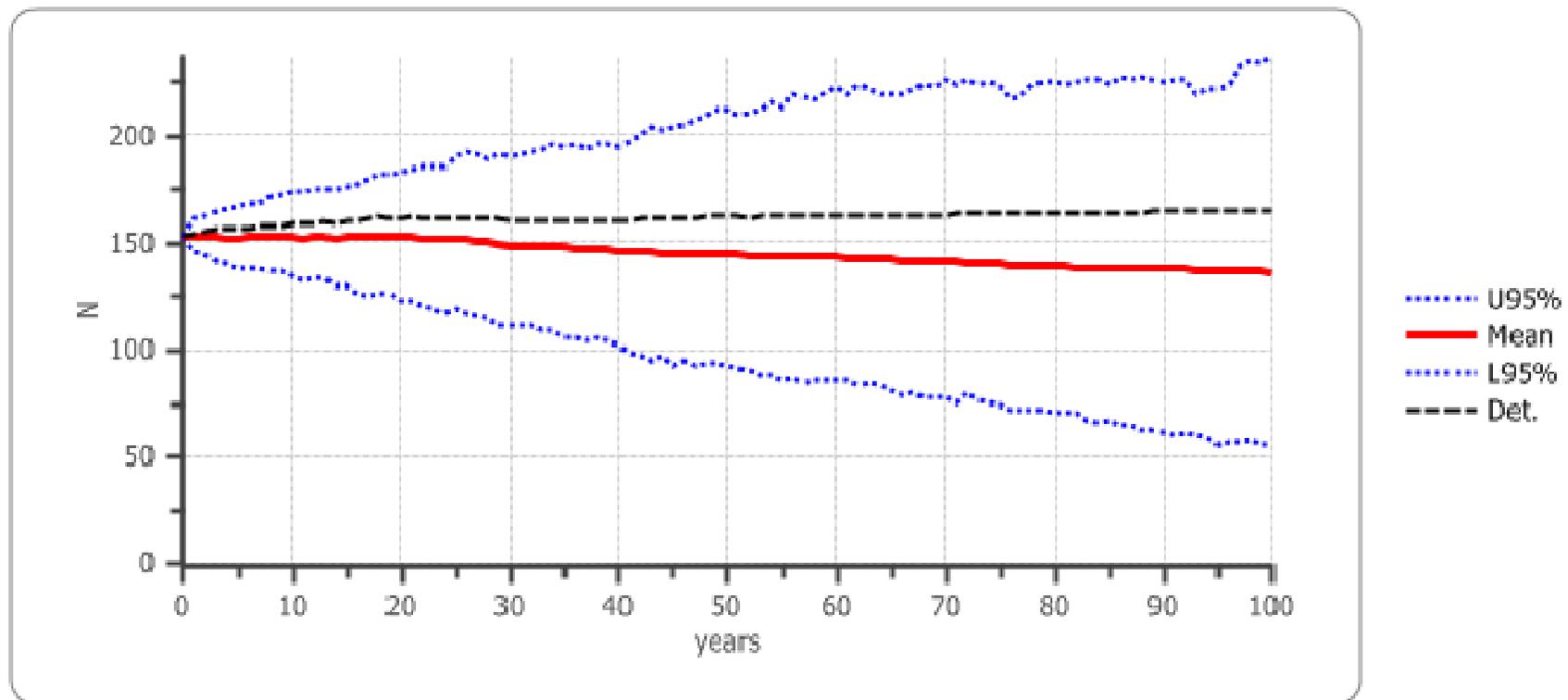
Aspects génétiques

Orangs – outans de Sumatra

- Légère dégradation des paramètres génétiques
- 97,72 % GD (2012: 97,80 %)
- 98,46 % GD potentielle (2012: 98,55 %)
- 54 fondateurs (2012: 58)
- 54 fondateurs potentiels (2012: 58)
- 21,9 FGE (2012: 22,71)
- 0,0166 F moyen (2012: 0,0160)
- 0,0228 MK moyen (2012: 0,0220)

Projection de la taille de population à 100 ans

Stochastic Projections



Résultats et conclusions

- La politique de gestion des populations ne doit pas être basée uniquement sur les caractéristiques génétiques.
- Il est nécessaire de tenir compte des paramètres suivants :
 - politique de collaboration entre les institutions
 - gestion des espaces disponibles
 - structure des familles et gestion des naissances
 - conditions de santé
 - problèmes comportementaux : sympathie et antipathie dominances, agressivité, stabilité des groupes sociaux

Conclusions : Il faut maintenir en priorité les paramètres de dynamique des populations qu'il ne faut pas laisser décroître même s'il existe des problèmes de place ou d'espace.

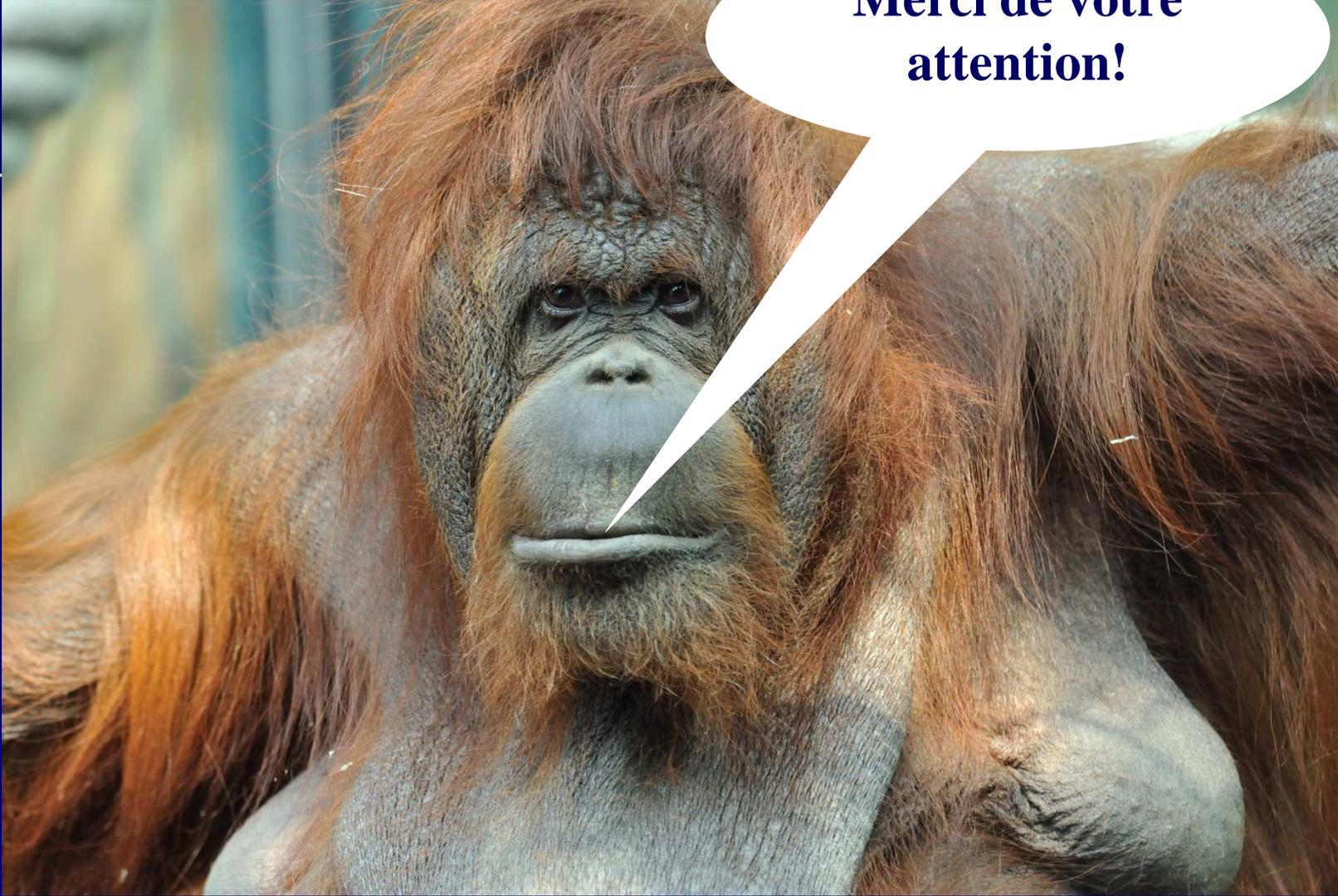
Quels rôles pour les EEP ?

- L'élevage en captivité des espèces les plus directement menacées peut prévenir leur extinction immédiate.
- Les EEP favorisent l'information du public.
- Les populations EEP peuvent faire l'objet de recherches scientifiques au bénéfice des populations sauvages.
- Par une gestion interactive des populations sauvages et captives, les EEP peuvent soutenir les effectifs in-situ à travers des programmes de réintroduction.

Et dans 200 ans ?

Si pas d'amélioration, concevoir une action à plus long terme:

- Capacité d'accueil des zoos 1000 espèces.
- Réintroductions rarement envisageables
- Intégration des biotechnologies.

A close-up photograph of an orangutan's face, showing its characteristic reddish-brown fur and dark, wrinkled skin. The orangutan has a neutral expression. A white speech bubble with a black outline is positioned in the upper right quadrant of the image, containing the text 'Merci de votre attention!'. The background is a blurred indoor setting.

**Merci de votre
attention!**