

Évolution des populations de Pinsons dans l'Archipel des Galápagos durant la période 1976-1978

TS - Génétique et évolution - TD.5 - Diversification du vivant et évolution de la biodiversité - Fiche 3

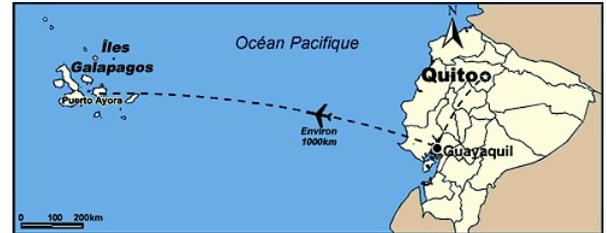
Documents tirés de planet-terre.ens-lyon.fr

Présentation

Document 1- L'archipel des îles Galápagos.

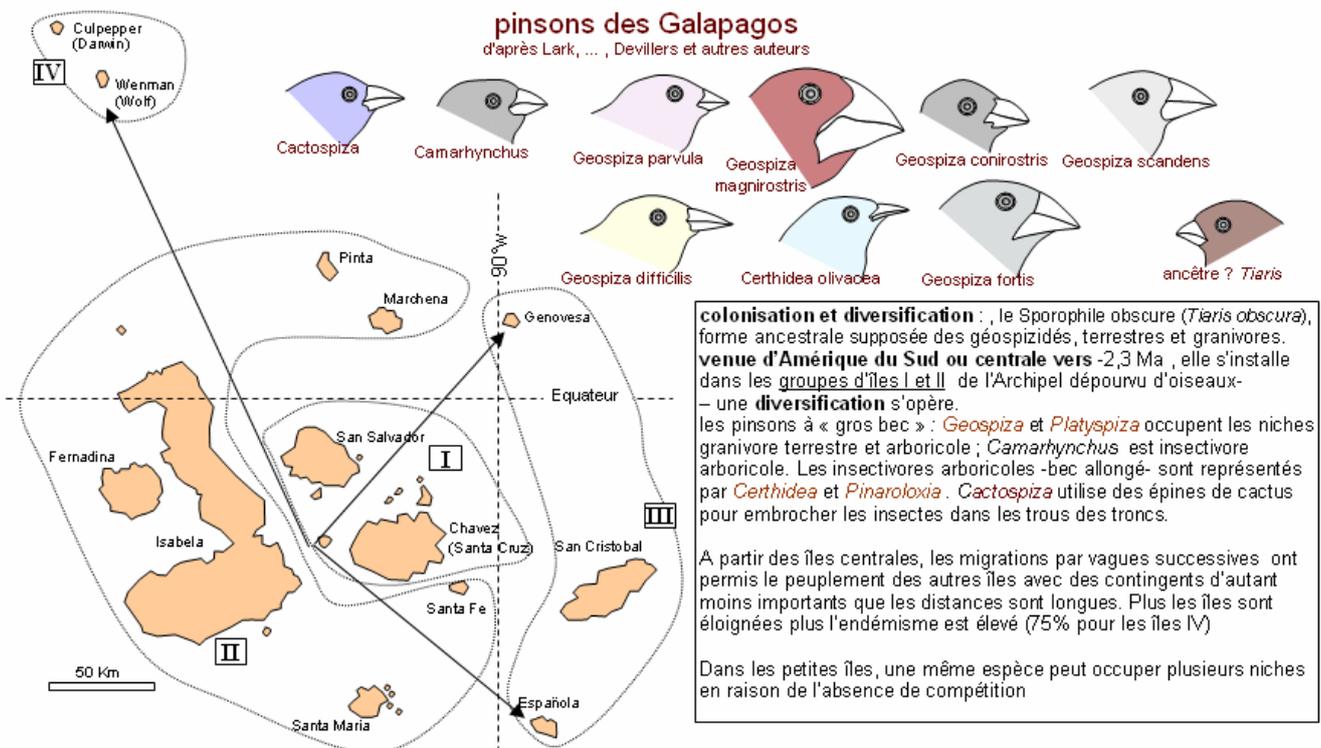
Situé à 1000 Km du continent, l'archipel volcanique des Galápagos, présente un peuplement très particulier, résultat de son éloignement et sa très faible fréquentation au cours de l'histoire.

Il est la résultante d'un contexte géographique qui en fait un *laboratoire vivant de l'évolution* et dont la pertinence n'échappa pas à Darwin lors de son escale de 5 semaines en 1835.



Document 2 - Un objet d'étude : la distribution des espèces de Pinsons des îles Galápagos

Un des exemples les plus classiques et sans doute le plus symbolique du travail de Darwin est celui des pinsons des îles Galápagos qui alimentera ses réflexions, notamment concernant l'origine des espèces : la spéciation. En effet, les îles Galápagos abritent treize espèces différentes de pinsons appartenant à quatre genres (*Geospiza*, *Camarhynchus*, *Certhidea*, *Pinaroloxias*), qui se différencient par la taille de leur corps, ainsi que par la forme et la taille de leur bec. Ces trois caractères, et notamment la taille du bec, présentent une grande héritabilité d'une génération à la suivante (entre les parents et leur progéniture), comme l'ont montré certains travaux depuis les années 1980, sur le facteur BMP4 au cours du développement embryonnaire du bec.



îles	niche écologique				
	grand pinson terrestre	moyen pinson terrestre	petit pinson terrestre	mangeur de cactus	sols humides forestiers
îles I et II (grandes îles)	<i>G. magnirostris</i>	<i>G. fortis</i>	<i>G. fuliginosa</i>	<i>G. scandens</i>	<i>G. difficilis</i>
Española	<i>G. conirostris</i> , mangeur de cactus		<i>G. fuliginosa</i>	<i>G. conirostris</i>	
Genovesa	<i>G. magnirostris</i>		<i>G. difficilis</i>	<i>G. conirostris</i>	
Culpepper	<i>G. conirostris</i>			<i>G. difficilis</i>	
Wenman	<i>G. magnirostris</i>			<i>G. difficilis</i>	

Peter et Rosemary Grant ont suivi l'évolution sur trente ans des populations de pinsons sur l'île de Daphne Major et ont pu détecter sur cette période des événements sélectifs importants affectant différenciellement les deux espèces étudiées (*G. fortis* et *G. spinoza*). Ces épisodes de sélection ont pu être mis en évidence par la mesure annuelle de la moyenne de trois paramètres quantifiables et héréditaires chez les pinsons (la taille du corps, la taille et la forme du bec), et ont été corrélés à des variations des conditions environnementales.

Deux importantes sécheresses ont affecté les îles en 1977 et en 2004.

Problématique

En 1977, une très forte sécheresse frappe l'île, il n'y a presque plus de petites graines mais il reste des grosses graines. Un scénario différent se déroule lors de la sécheresse de 2004.

- **Que va-t-il se passer pour la population de pinsons *G. fortis* ?**
- **Sachant que la taille du bec est commandée par le facteur BMP4 qui induit la taille du bec chez l'embryon, expliquer et argumenter les variations de taille du bec des pinsons *Geospiza fortis* pendant les deux périodes de sécheresse 1976 - 1978 et 2004.**
- **En conclusion définir la notion de sélection naturelle.**

À l'aide des documents mis à disposition et des simulations proposer une hypothèse argumentée qui permettrait de résoudre ce problème.

Documents et simulations pour résoudre la problématique

Document 1 - Les données recueillies par l'équipe Peter et Rosemary Grant et la sécheresse de 1977 sur l'île Daphné Major

Depuis une quarantaine d'années, les populations de pinsons des îles Galápagos (genre *Geospiza*) font l'objet d'un suivi poussé notamment sur la petite île de Daphné Major. Dans les années 1970 cette île était principalement occupée par une population de pinsons à becs moyens, de l'espèce *Geospiza fortis*.

Deux phénotypes sont principalement représentés : des *G. fortis* à becs plus petits (en haut), majoritaires, se nourrissant essentiellement de graines de plantes herbacées, et des *G. fortis* à becs plus gros et plus puissants (au-dessous), minoritaires, capables de se nourrir des graines dures d'un arbuste dominant sur l'île.

En 1977 une forte sécheresse a empêché la production de petites graines. Les pinsons à gros becs ont donc mieux survécu, en se nourrissant des graines plus dures. Cet événement de sélection a inversé les proportions de petits becs et de gros becs au sein de la population.

Par la suite de fortes précipitations (notamment en 1983) ont favorisé la production de petites graines tendres. Les pinsons à petits becs ont été avantagés, se sont plus reproduits et sont redevenus majoritaires.

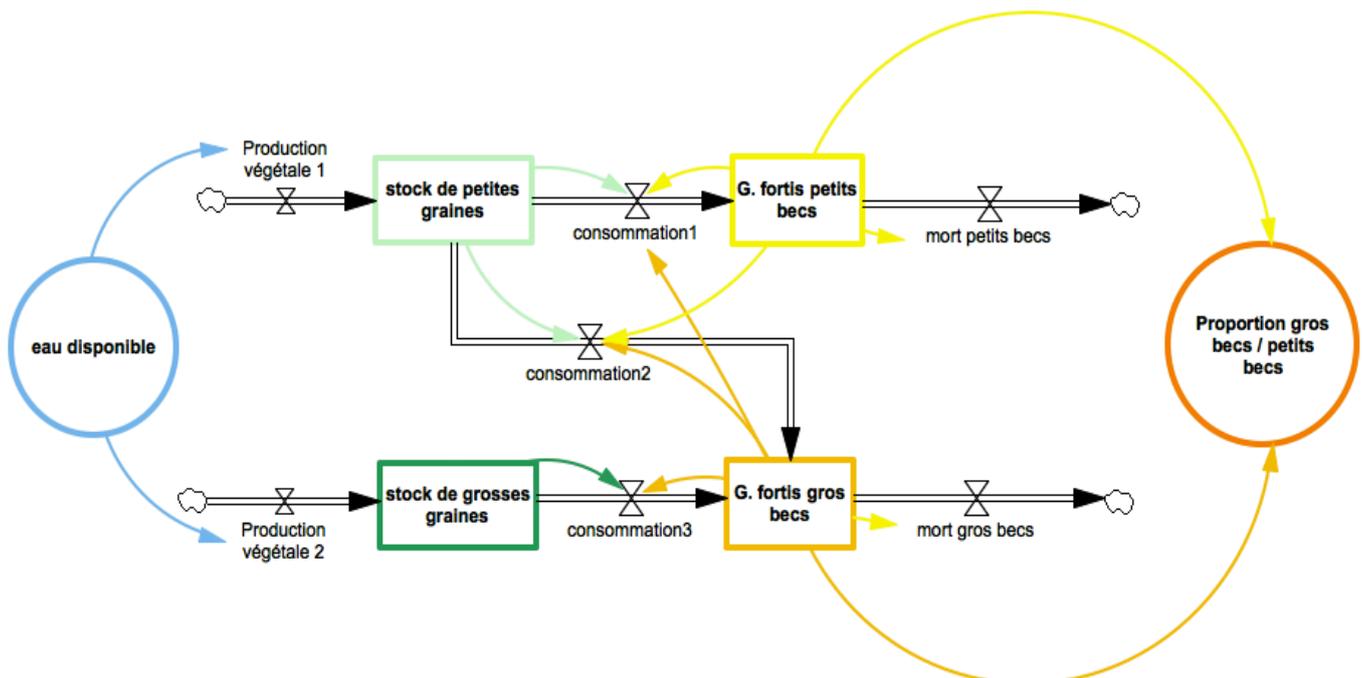


Simulation 2 - Analyse des flux et compréhension à l'aide d'un modèle réalisé avec VenSim

Le forçage du modèle est représenté par la quantité d'eau disponible, qui détermine le niveau de production des ressources alimentaires des pinsons. La variable de sortie est la proportion dans la population de *G. fortis* d'oiseaux à petits becs et d'oiseaux à gros becs.

Protocole

- À l'aide du logiciel Vensim, ouvrir le modèle *PinsonsGalapagos1977.mdl* (évolution sur 5 trimestres)
- Cliquer Le logo SyntheSim en haut de la barre d'outils au milieu.
- En cours de simulation, la quantité d'eau est ajustée à l'aide d'un curseur et toutes les variables sont affichées graphiquement par survol.
- Sur le modèle ci-dessous, noter soigneusement les variations (=, ↗, ↘) des réservoirs et des flux pour trois conditions : humidité normale = 100 %, une sécheresse = 85 %, une sécheresse persistante = 70 % (une couleur par condition).



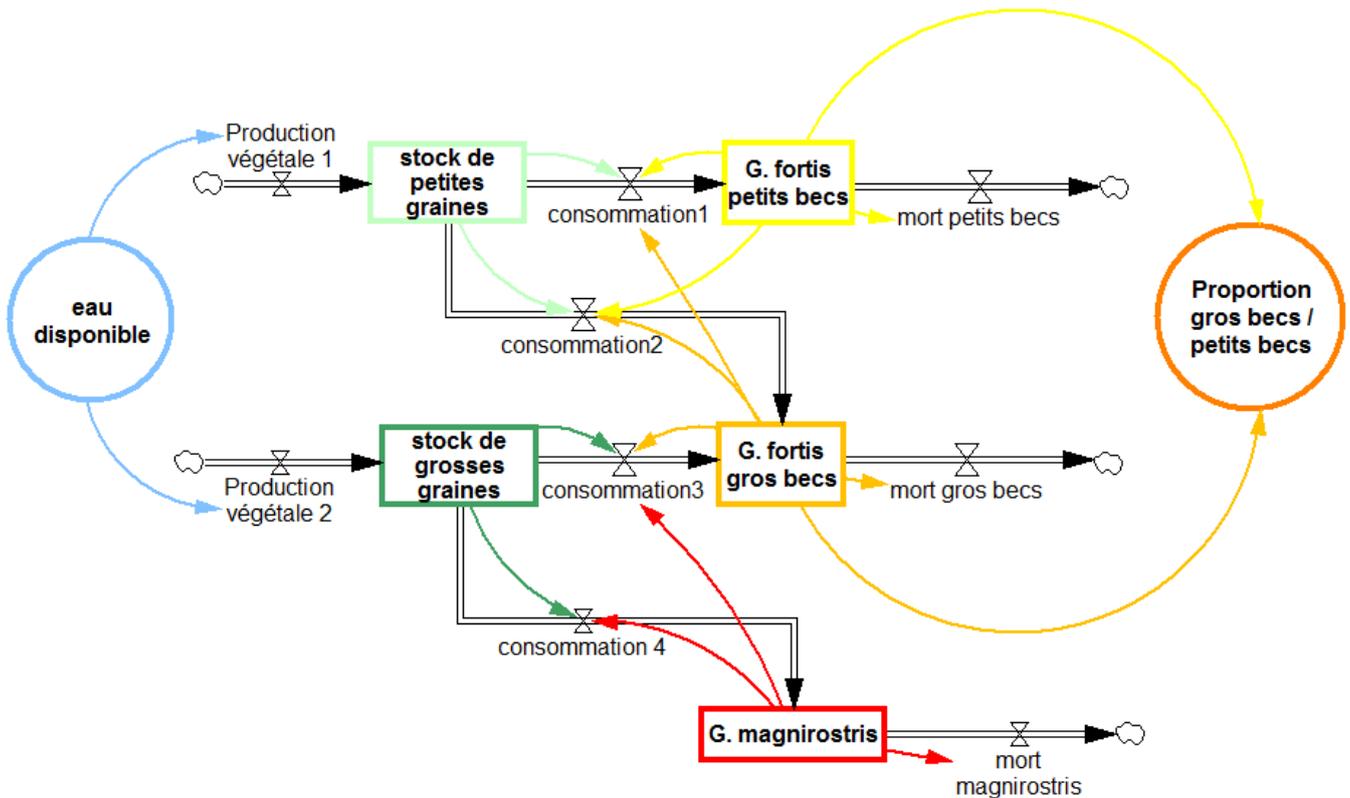
Simulation 3 - La sécheresse de 2004

En 2004 une nouvelle sécheresse a frappé l'île. Mais cette fois-ci, contrairement à 1977, les *G. fortis* à gros becs ont été contre-sélectionnés. En effet entre-temps une nouvelle espèce s'est installée sur l'île : *G. magnirostris* (image ci-contre), plus gros et plus puissant, qui accapare les ressources en graines dures.



Même protocole et mêmes consignes que précédemment.

Le fichier à ouvrir est *PinsonsGalapagos2004.mdl*

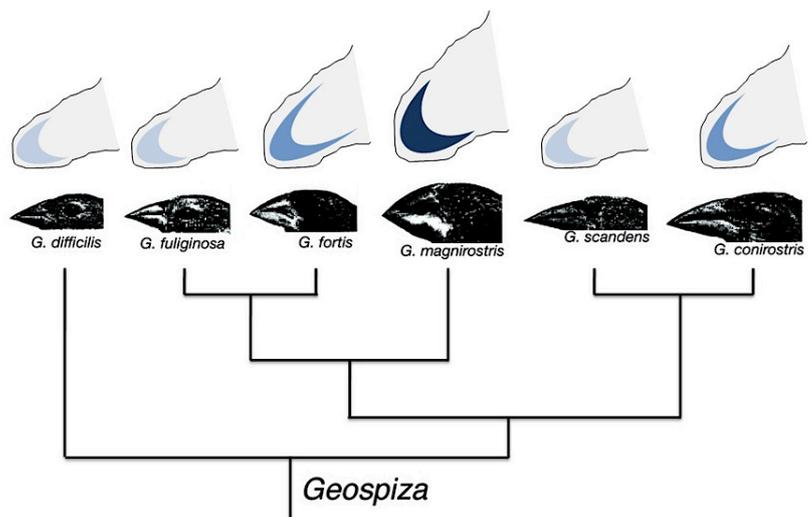


Document 4 - Le facteur BMP4

Droits réservés - © 2008 Florent Campo-Paysaa

Chez les différentes espèces de pinsons, les becs de grande taille ont été corrélés à une expression forte et précoce du facteur BMP4 (en bleu) dans le mésenchyme présomptif du bec (en gris), durant le développement.

Adapté de Grant et Grant, 2002.

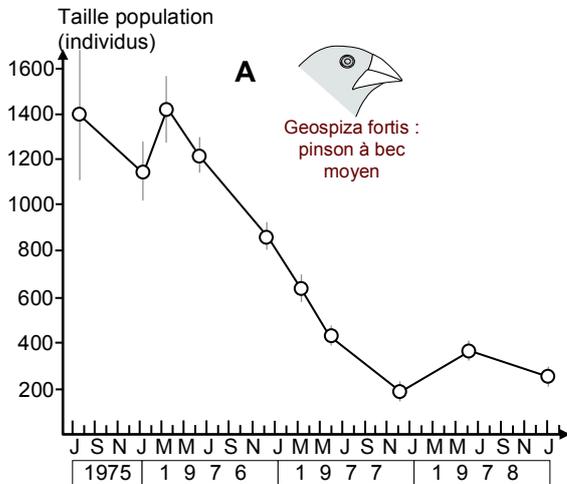
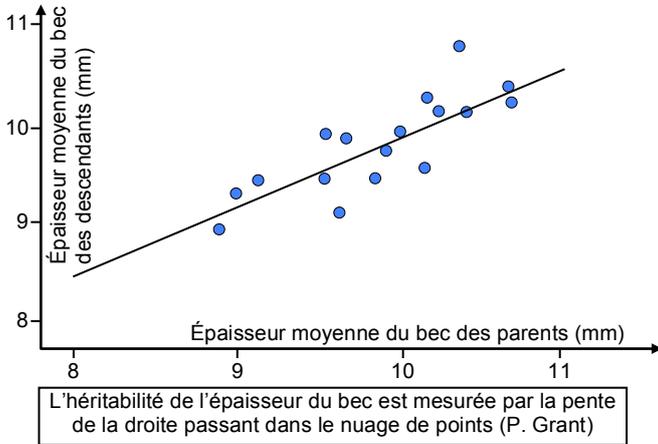


Annexe concernant la période de sécheresse de 1977

Résultats des recherches sur l'évolution de la population des pinsons de l'archipel des Galápagos durant la période 1976 - 1978

Les graphiques d'après Peter Grant in *Pour la Science* dossier hors série janvier 1997

Cette espèce vit dans l'archipel des Galápagos. Les petits naissent entre janvier et avril. Un an plus tard, les femelles ont leur première couvée. Ces pinsons vivent 15 ans et se nourrissent de graines extraites de fruits secs, qu'ils écrasent avec leur bec.



Durant la sécheresse de 1976-78 sur l'île de Daphne Major dans l'Archipel des Galapagos, la taille de la population des pinsons (*Geospiza fortis*) a diminuée (**Graph A**) du fait de la diminution de disponibilité des graines (**Graph B**), Durant ce temps la taille et la dureté des graines a augmenté (**Graph C**), ce qui entraîne l'augmentation de taille des pinsons (**Graph D**), car de plus gros oiseaux peuvent mieux saisir les graines

http://www.mun.ca/biolog/y/scarr/Natural_Selection_on_Geospiza.html

(Données de P.Boag et P.Grant-1981- Ile Daphne major de l'archipel)

