

E²M²: Ecological and Epidemiological Modeling in Madagascar

So many models! How to choose?!?

Tant de modèles ! Comment choisir?!?

Practical guidelines for model selection

Directives pratiques pour la sélection des modèles

Centre ValBio

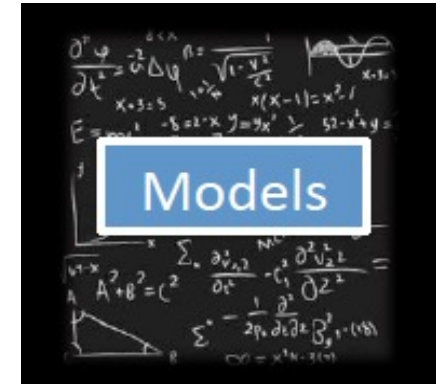
Ranomafana National Park, Madagascar

December 2022



Two broad classes of models

Deux grandes classes de modèles

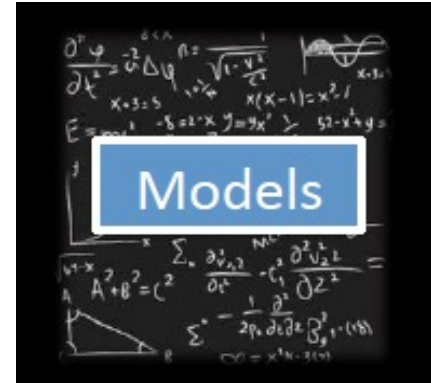


Two broad classes of models

Deux grandes classes de modèles

Statistical
Statistique

Mechanistic
Mécaniste



Two broad classes of models

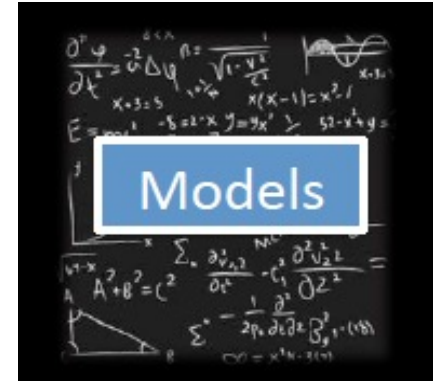
Deux grandes classes de modèles

Statistical
Statistique

Mechanistic
Mécaniste

The choice depends on the research question!

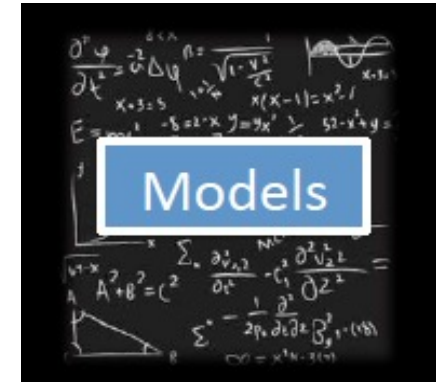
Le choix dépend de la question de recherche !



Two broad classes of models

Deux grandes classes de modèles

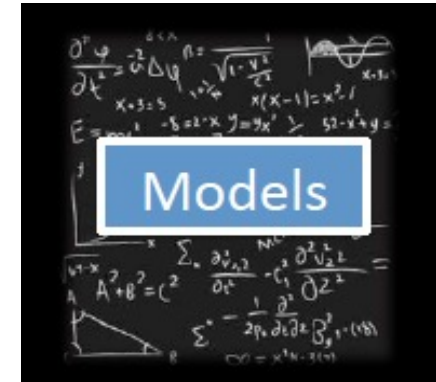
Statistical Statistique	Mechanistic Mécaniste
Correlation Corrélation	Causation Causalité



Two broad classes of models

Deux grandes classes de modèles

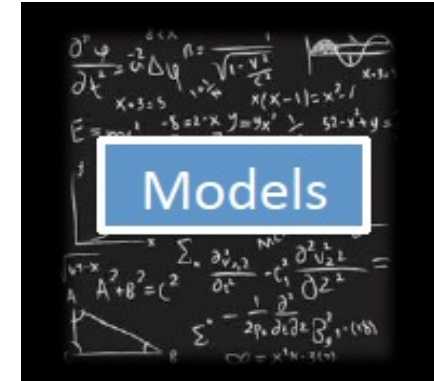
Statistical Statistique	Mechanistic Mécaniste
Correlation Corrélation	Causation Causalité



Two broad classes of models

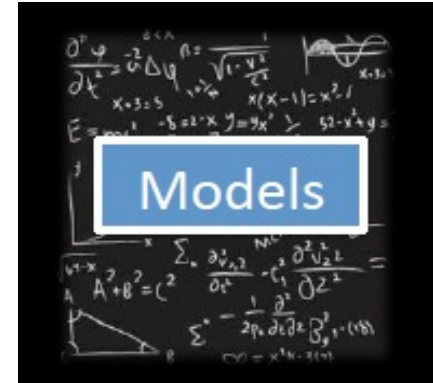
Deux grandes classes de modèles

Statistical Statistique	Mechanistic Mécaniste
Correlation Corrélation	Causation Causalité
Pattern Motif	Process Processus



Two broad classes of models

Deux grandes classes de modèles



Statistical Statistique	Mechanistic Mécaniste
Correlation Corrélation	Causation Causalité
Pattern Motif	Process Processus
What? Que?	How? Comment?

Simple Statistics

(categorical groupings)
(regroupements catégoriels)

Simple Statistics

(categorical groupings)

(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means

différence entre 2 moyennes

Simple Statistics

(categorical groupings)

(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means

différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means

différence entre plusieurs moyens

Simple Statistics

(categorical groupings)

(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means

différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means

différence entre plusieurs moyens

permutation tests

difference between proportions

différence entre les proportions

Simple Statistics

(categorical groupings)

(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means

différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means

différence entre plusieurs moyens

permutation tests

difference between proportions

différence entre les proportions

chi-square

contingency tables

tableaux de contingence

Simple Statistics

(categorical groupings)

(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means

différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means

différence entre plusieurs moyens

permutation tests

difference between proportions

différence entre les proportions

chi-square

contingency tables

tableaux de contingence

Regression

(numerical relationships, multiple predictors)

(relations numériques, prédicteurs multiples)

Simple Statistics

(categorical groupings)
(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means
différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means
différence entre plusieurs moyens

permutation tests

difference between proportions
différence entre les proportions

chi-square

contingency tables
tableaux de contingence

Regression

(numerical relationships, multiple predictors)
(relations numériques, prédicteurs multiples)

	linear	generalized
fixed		
mixed		

Simple Statistics

(categorical groupings)
(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means
différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means
différence entre plusieurs moyens

permutation tests

difference between proportions
différence entre les proportions

chi-square

contingency tables
tableaux de contingence

Regression

(numerical relationships, multiple predictors)
(relations numériques, prédicteurs multiples)

	linear	generalized
fixed	linear regression régression linéaire normal distribution lm()	
mixed		

Simple Statistics

(categorical groupings)
(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means
différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means
différence entre plusieurs moyens

permutation tests

difference between proportions
différence entre les proportions

chi-square

contingency tables
tableaux de contingence

Regression

(numerical relationships, multiple predictors)
(relations numériques, prédicteurs multiples)

	linear	generalized
fixed	linear regression régression linéaire normal distribution lm()	generalized linear regression régression linéaire généralisée non-normal distribution glm()
mixed		

Simple Statistics

(categorical groupings)
(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means
différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means
différence entre plusieurs moyens

permutation tests

difference between proportions
différence entre les proportions

chi-square

contingency tables
tableaux de contingence

Regression

(numerical relationships, multiple predictors)
(relations numériques, prédicteurs multiples)

	linear	generalized
fixed	linear regression régression linéaire normal distribution lm()	generalized linear regression régression linéaire généralisée non-normal distribution glm()
mixed	linear mixed model modèle mixte linéaire normal distribution random effects effets aléatoires lmer()	

Simple Statistics

(categorical groupings)

(regroupements catégoriels)

t-tests

difference between 2 means
différence entre 2 moyennes

ANOVAs

difference between many means
différence entre plusieurs moyens

permutation tests

difference between proportions
différence entre les proportions

chi-square

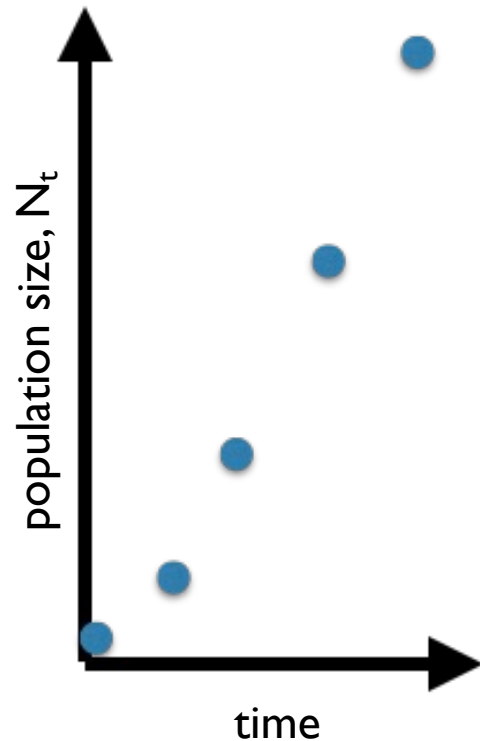
contingency tables
tableaux de contingence

Regression

(numerical relationships, multiple predictors)
(relations numériques, prédicteurs multiples)

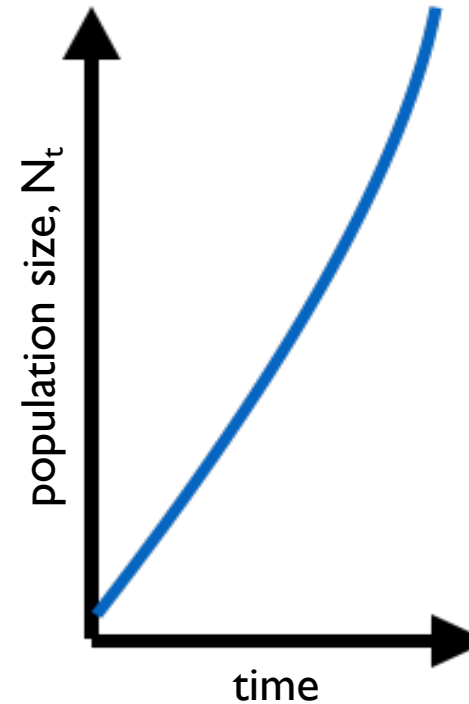
	linear	generalized
fixed	linear regression régression linéaire normal distribution lm()	generalized linear regression régression linéaire généralisée non-normal distribution glm()
mixed	linear mixed model modèle mixte linéaire normal distribution random effects effets aléatoires lmer()	generalized linear mixed model modèle mixte linéaire généralisé non-normal distribution random effects effets aléatoires glmer()

Discrete time
Temps discret



```
for(t in 1:length(time)){  
  model.S[t+1] = model.S[t] - (R0 * model.S[t]/N)*model.I[t]  
  model.I[t+1]= (R0 * model.S[t]/N)*model.I[t]  
}
```

Continuous time
Temps continu

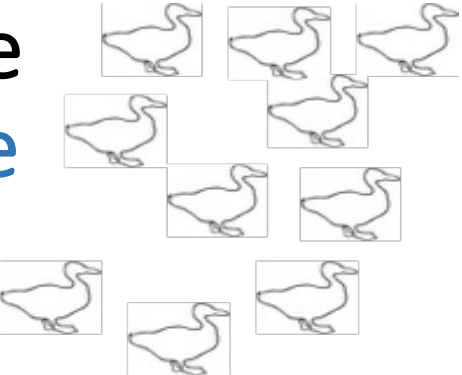


```
Isoda()  
deSolve()
```

Discrete time
Temps discret

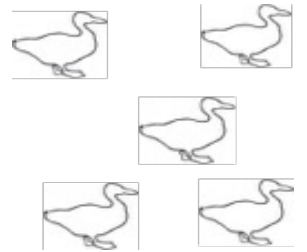
Continuous time
Temps continu

Deterministe
déterministe



probability of death = 0.5

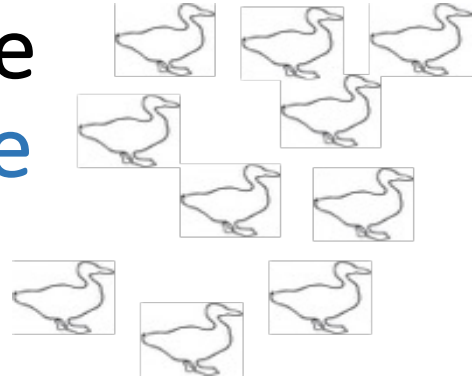
“always the same”
toujours le même



Deterministe
déterministe

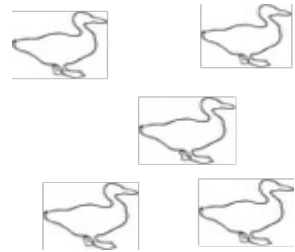


Deterministe
déterministe



probability of death = 0.5

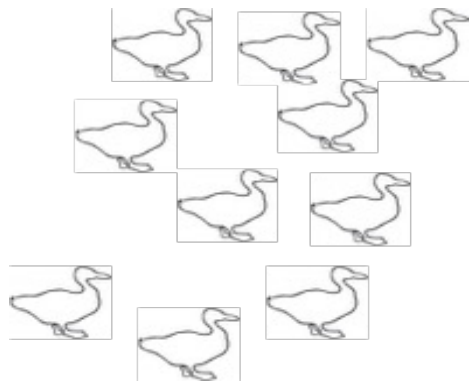
“always the same”
toujours le même



Deterministe
déterministe

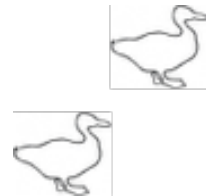


Stochastic
stochastique



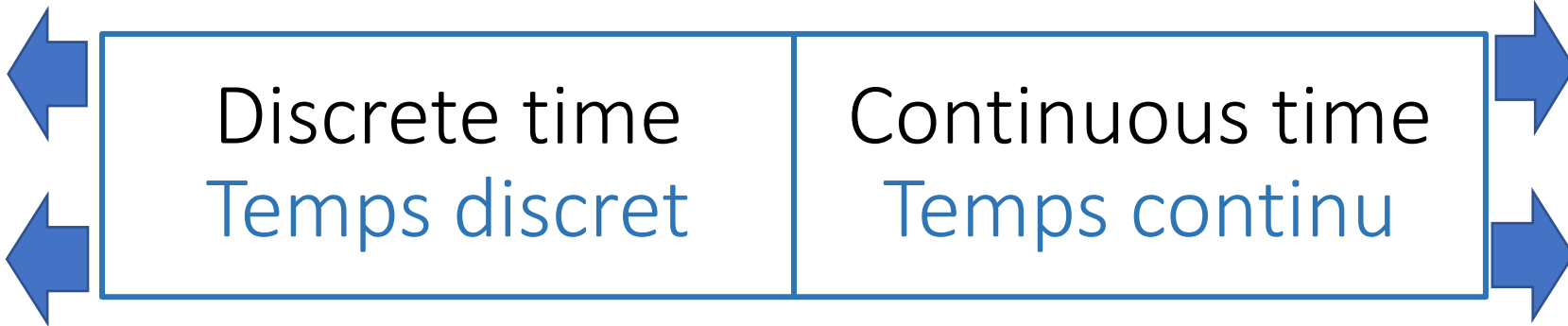
probability of death = 0.5

“up to chance”
au hasard



Stochastic
stochastique

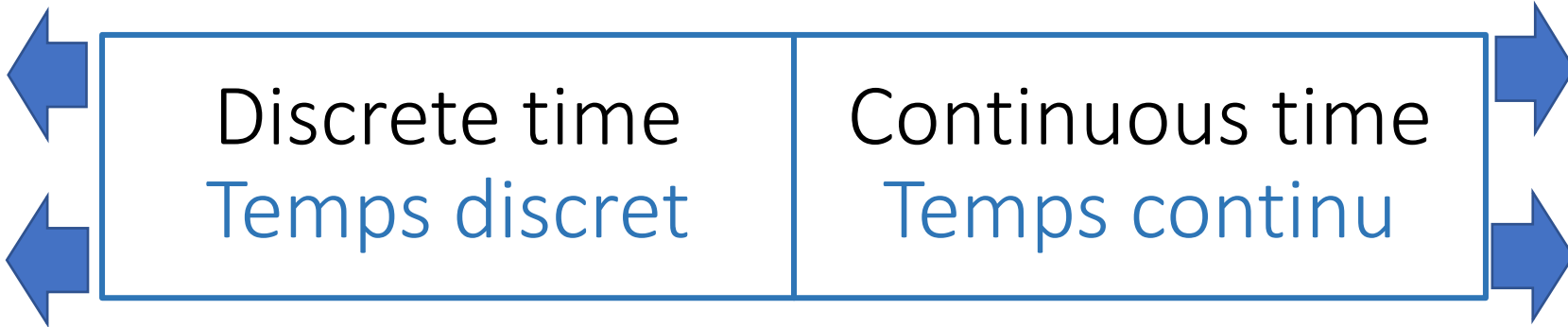
Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique



Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique

Many types
beaucoup de types

Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique

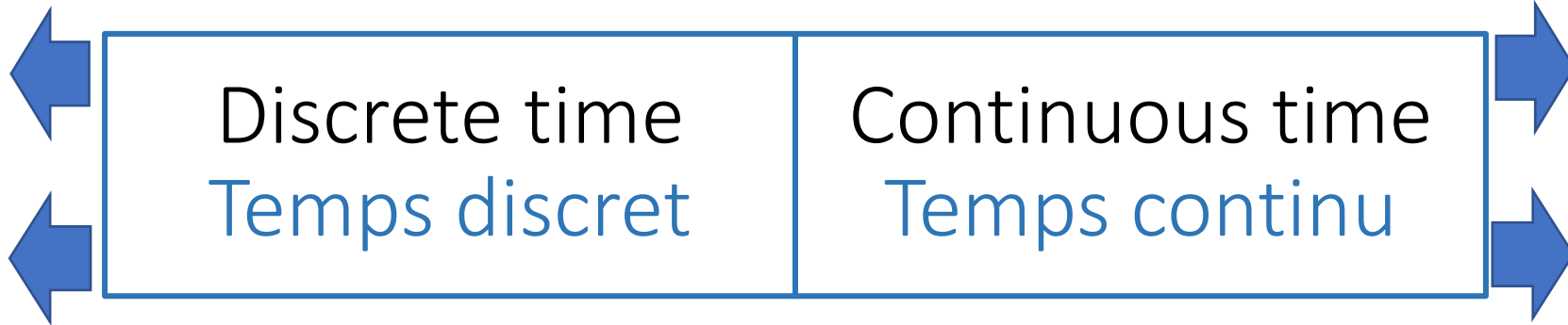


Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique

Many types
beaucoup de types

population (Leslie/Lefkovitch)

Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique



Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique

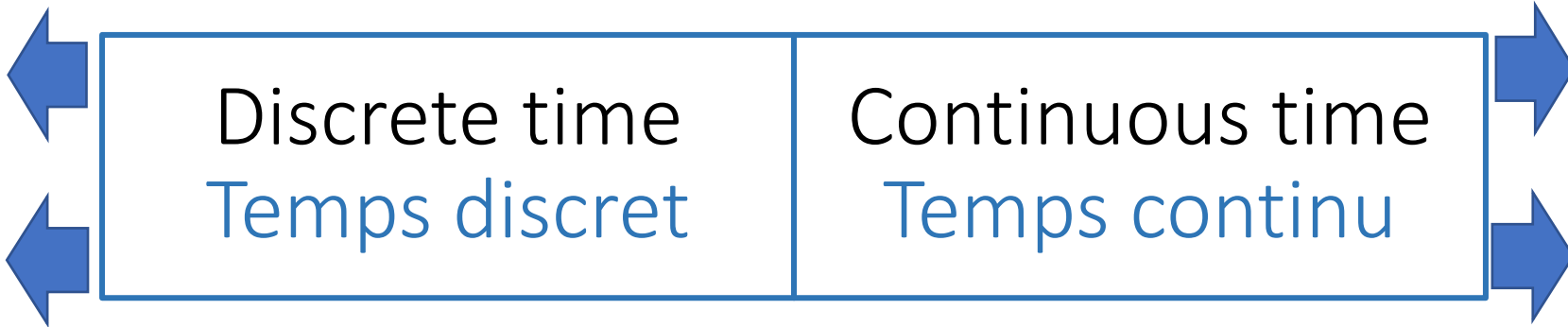
Many types
beaucoup de types

population (Leslie/Lefkovitch)

predator-prey
chasseur-chassé

Mechanistic

Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique



Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique

Many types
beaucoup de types

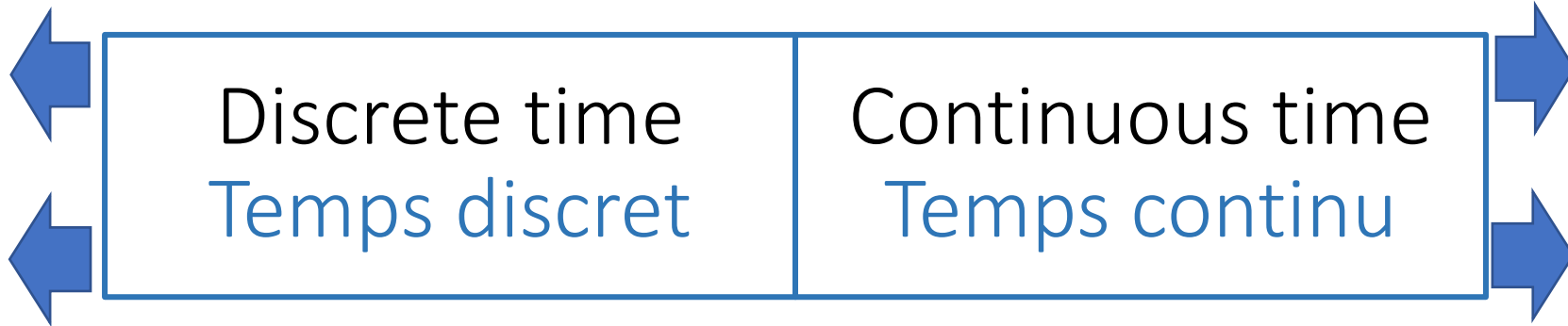
population (Leslie/Lefkovitch)

predator-prey
chasseur-chassé

SIR

Mechanistic

Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique



Deterministe
déterministe
Stochastic
stochastique

Many types
beaucoup de types

population (Leslie/Lefkovitch)

predator-prey
chasseur-chassé

SIR

metapopulation

Mechanistic

Which model? Quel model?

- Christian wants to compare the average lengths of snakes in different national parks in Madagascar.
- Christian veut comparer les longueurs moyennes des serpents dans différents parcs nationaux de Madagascar.

Which model? Quel model?

- Christian wants to compare the average lengths of snakes in different national parks in Madagascar.
- Christian veut comparer les longueurs moyennes des serpents dans différents parcs nationaux de Madagascar.
- ANOVA

Which model? Quel model?

- Tanjona wants to estimate the population growth rate of beetles at Centre ValBio based on census data collected once a year from 1994-2022.
- Tanjona souhaite estimer le taux de croissance de la population de coléoptères au Centre ValBio sur la base des données de recensement collectées une fois par an de 1994 à 2022.

Which model? Quel model?

- Tanjona wants to estimate the population growth rate of beetles at Centre ValBio based on census data collected once a year from 1994-2022.
- Tanjona souhaite estimer le taux de croissance de la population de coléoptères au Centre ValBio sur la base des données de recensement collectées une fois par an de 1994 à 2022.
- mechanistic model
- discrete time

Which model? Quel model?

- Andres wants to measure the survival of tagged lemurs in Ranomafana which are recaptured every year from 2011-2022.
- Andres veut mesurer la survie des lémuriens marqués à Ranomafana qui sont recapturés chaque année de 2011 à 2022.

Which model? Quel model?

- Andres wants to measure the survival of tagged lemurs in Ranomafana which are recaptured every year from 2011-2022.
- Andres veut mesurer la survie des lémuriens marqués à Ranomafana qui sont recapturés chaque année de 2011 à 2022.
- generalized linear mixed model
- `glmer()`

Which model? Quel model?

- Fenosoa wants to compare the average DBH at which mistletoe grows on trees in Ranomafana vs. Marojejy National Parks.
- Fenosoa veut comparer le DHP moyen auquel le gui pousse sur les arbres à Ranomafana par rapport aux parcs nationaux de Marojejy.

Which model? Quel model?

- Fenosoa wants to compare the average DBH at which mistletoe grows on trees in Ranomafana vs. Marojejy National Parks.
- Fenosoa veut comparer le DHP moyen auquel le gui pousse sur les arbres à Ranomafana par rapport aux parcs nationaux de Marojejy.
- t-test

Which model? Quel model?

- Mirana wants to estimate the rate of waning immunity in kids following TB vaccination in Antananarivo.
- Mirana veut estimer le taux de déclin de l'immunité chez les enfants après la vaccination contre la tuberculose à Antananarivo.

Which model? Quel model?

- Mirana wants to estimate the rate of waning immunity in kids following TB vaccination in Antananarivo.
- Mirana veut estimer le taux de déclin de l'immunité chez les enfants après la vaccination contre la tuberculose à Antananarivo.
- mechanistic model
- continuous time

Which model? Quel model?

- Nuzha wants to simulate the impacts of climate change on chytrid prevalence in mantella frogs.
- Nuzha veut simuler les impacts du changement climatique sur la prévalence du chytride chez les grenouilles mantella.

Which model? Quel model?

- Nuzha wants to simulate the impacts of climate change on chytrid prevalence in mantella frogs.
- Nuzha veut simuler les impacts du changement climatique sur la prévalence du chytride chez les grenouilles mantella.
- mechanistic model
- continuous time

Which model? Quel model?

- Miray wants to study risk factors for HPV seropositivity at 4 hospitals in 2 cities in Madagascar.
- Miray veut étudier les facteurs de risque de séropositivité HPV dans 4 hôpitaux de 2 villes de Madagascar.

Which model? Quel model?

- Miray wants to study risk factors for HPV seropositivity at 4 hospitals in 2 cities in Madagascar.
- Miray veut étudier les facteurs de risque de séropositivité HPV dans 4 hôpitaux de 2 villes de Madagascar.
- generalized linear mixed model
- glmer()

Which model? Quel model?

- Pierro wants to study the density of coral cover at 3 depths in and out of MPAs in the Toliara region.
- Pierro veut étudier la densité de la couverture corallienne à 3 profondeurs à l'intérieur et à l'extérieur des AMP de la région de Toliara.

Which model? Quel model?

- Pierro wants to study the density of coral cover at 3 depths in and out of MPAs in the Toliara region.
- Pierro veut étudier la densité de la couverture corallienne à 3 profondeurs à l'intérieur et à l'extérieur des AMP de la région de Toliara.
- linear mixed model
- lmer()