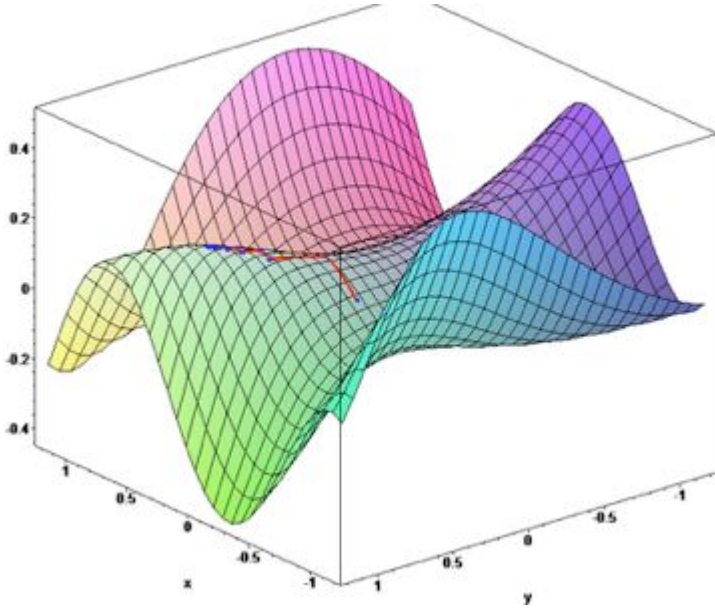


Model Fitting: The Basic Concept

Created by Cara Brook
and Michelle Evans

Presented by Michelle Evans



Model Fitting in Science

1. Define your research question (*Définir votre question de recherche*)
2. Formulate a hypothesis (*Formuler une hypothèse*)
3. Collect Data (*Collection des données*)
4. Construct a model that demonstrates your hypothesis (*Construction d'un modèle qui démontre ton hypothèse*)
5. Assess model fit: assuming our model is true, how likely are we to recover the observed data? (*Evaluation du modèle: si le modèle est vrai, quelle est la probabilité qu'on récupère les données observées?*)
6. Optimize parameters behind the model to result in best model fit (*Optimization des paramètres du modèle pour avoir un modèle bien ajusté*)

Model Fitting in Science

1. Define your research question (*Définir votre question de recherche*)
2. Formulate a hypothesis (*Formuler une hypothèse*)
3. Collect Data (*Collection des données*)
4. Construct a model that demonstrates your hypothesis (*Construction d'un modèle qui démontre ton hypothèse*)
5. Assess model fit: assuming our model is true, how likely are we to recover the observed data? (*Evaluation du modèle: si le modèle est vrai, quelle est la probabilité qu'on récupère les données observées?*)
6. Optimize parameters behind the model to result in best model fit (*Optimization des paramètres du modèle pour avoir un modèle bien ajusté*)

Statistical and Mechanistic

Statistical models are **data-driven**

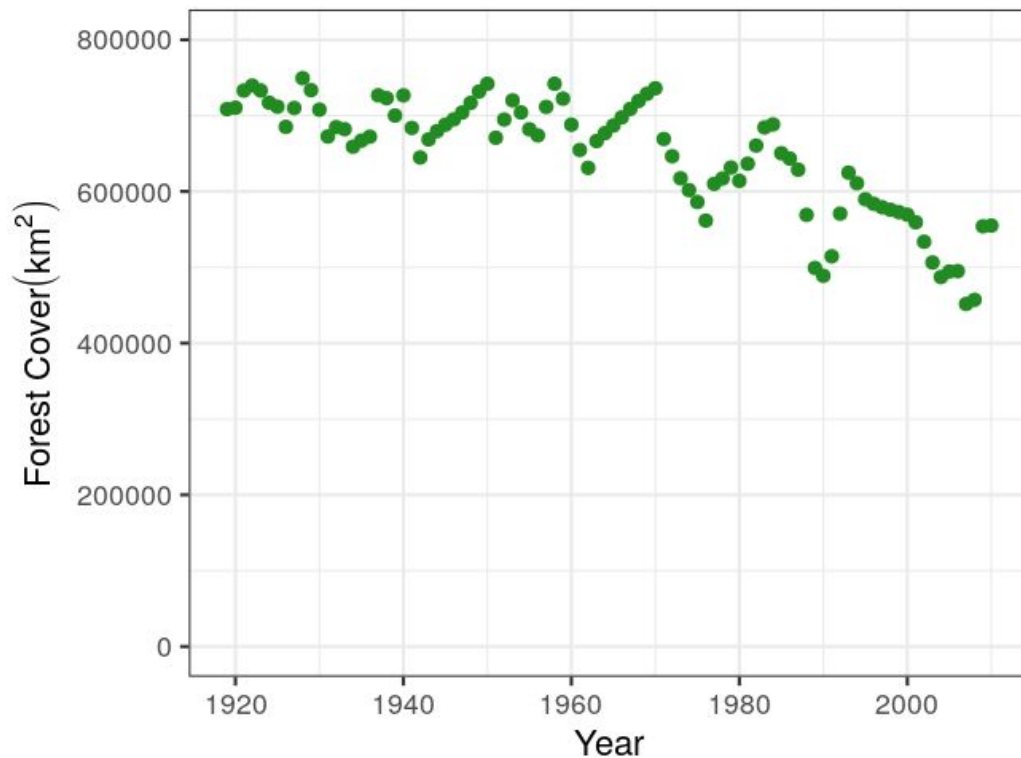
Les modèles statistiques sont basées sur les données

Goal: find patterns and correlations in data

Objectif: révéler des tendances et des corrélations dans les données

What is the trend in Madagascar's forest cover through time?

Quelle est la tendance de la couverture forestière de Madagascar dans le temps?

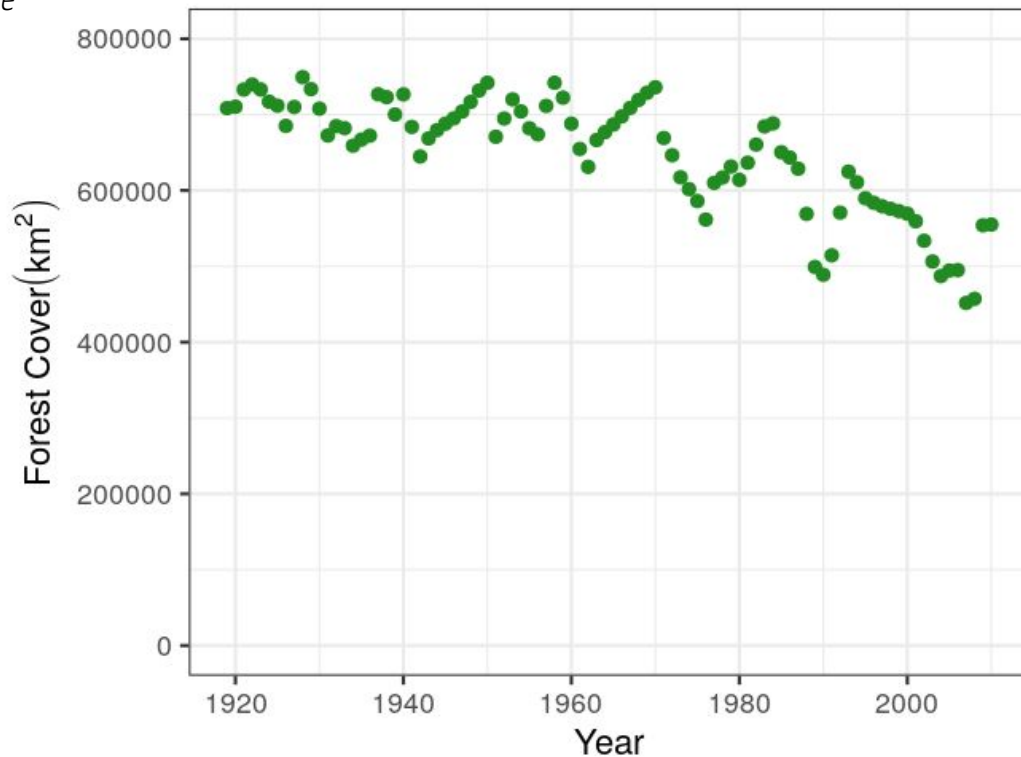


1. Construct a model that represents our hypothesis

Développement d'un modèle qui représente notre hypothèse

What is the trend in Madagascar's
forest cover through **time**?

Quelle est la tendance de la couverture forestière de Madagascar dans le temps?



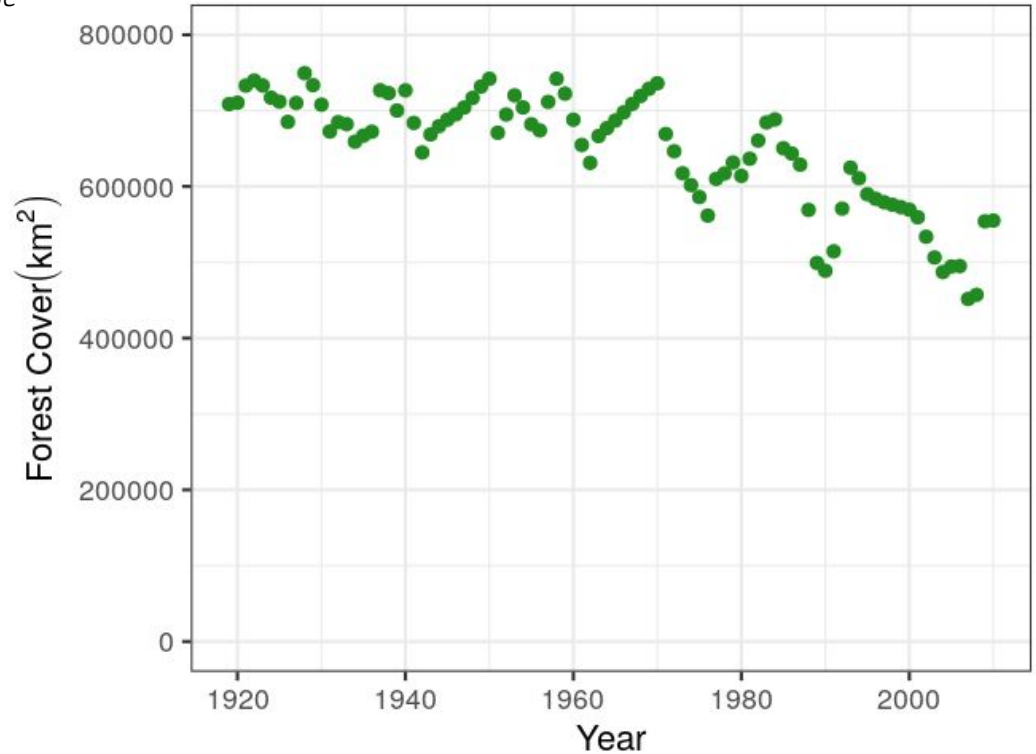
1. Construct a model that represents our hypothesis

Développement d'un modèle qui représente notre hypothèse

What is the trend in Madagascar's
forest cover through **time**?

$$Y = mx + b$$

Linear regression



1. Construct a model that represents our hypothesis

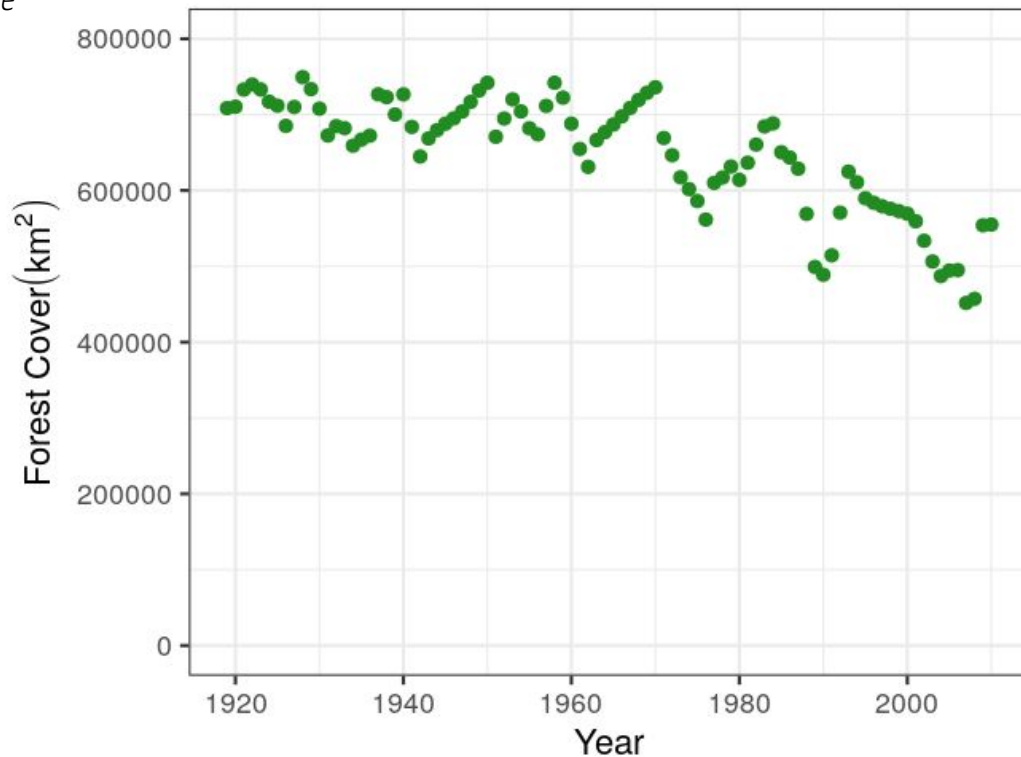
Développement d'un modèle qui représente notre hypothèse

What is the trend in Madagascar's **forest cover** through **time**?

$$Y = mx + b$$

Forest = slope*year + intercept

Linear regression



1. Construct a model that represents our hypothesis

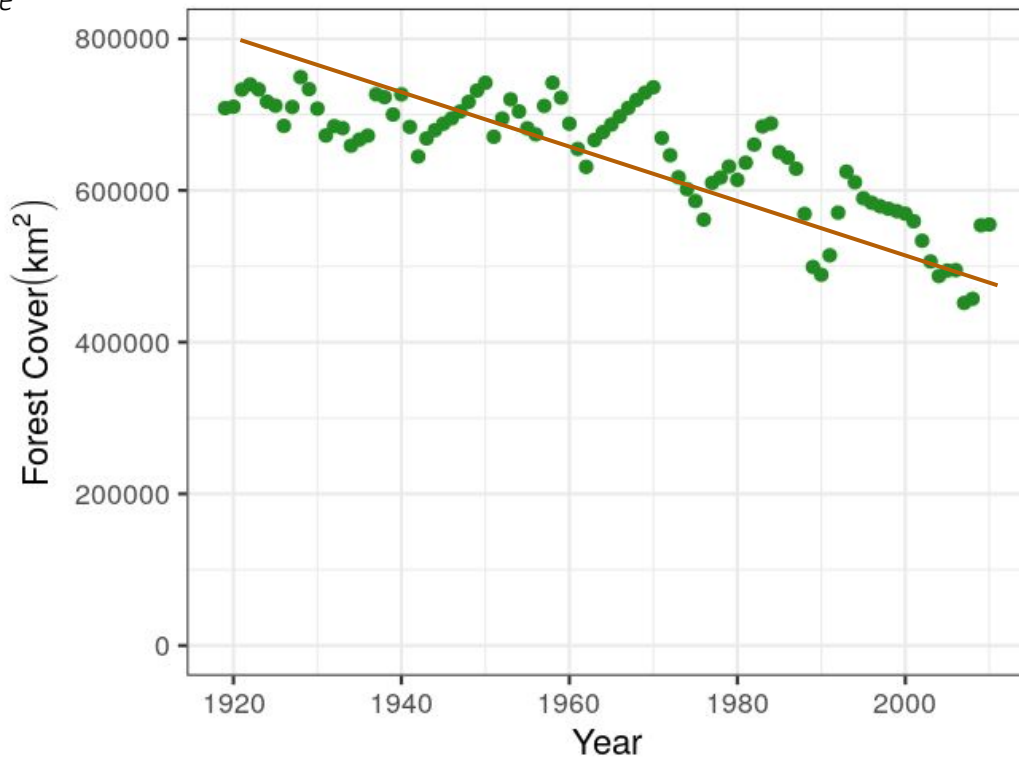
Développement d'un modèle qui représente notre hypothèse

What is the trend in Madagascar's
forest cover through **time**?

$$Y = mx + b$$

Forest = slope*year + intercept

Linear regression



2. Assess model fit

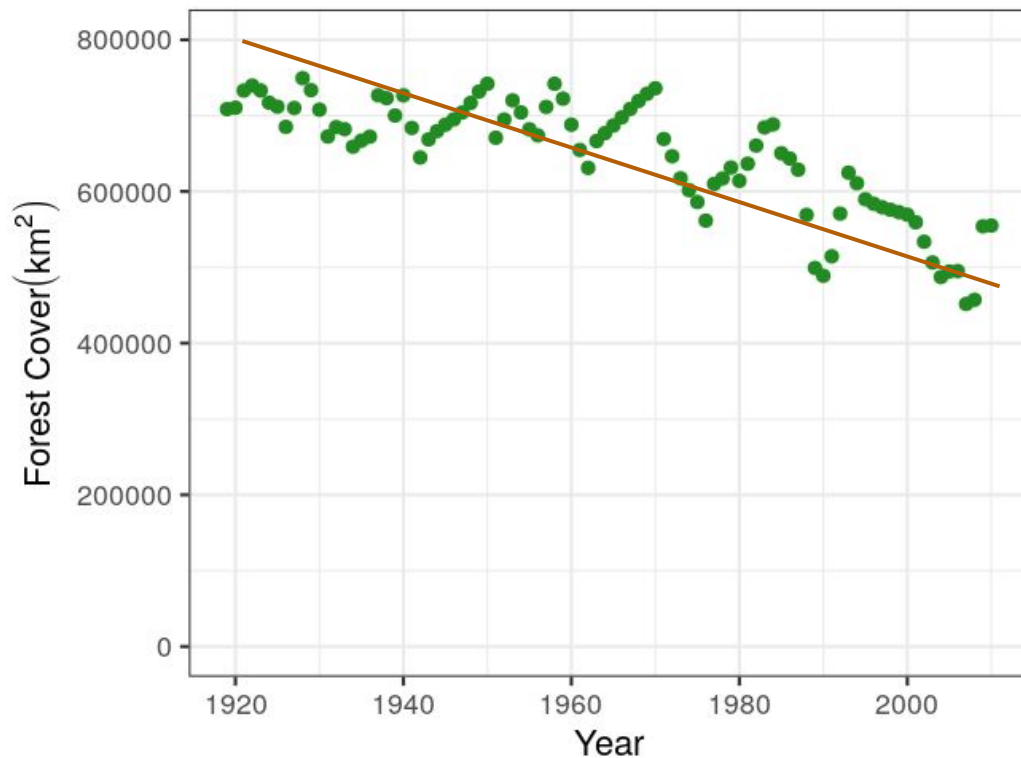
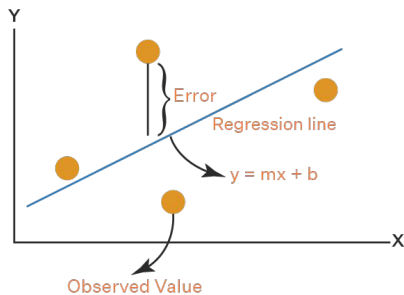
Évaluation du modèle

Given our model ($y = mx + b$), how likely are we to recover the observed data?

Quelle est la probabilité de retrouver les données observées avec notre modèle ($y = mx + b$)?

Least squares = $\sum_i (\text{data}_i - \text{prediction}_i)^2$

Least Square Method



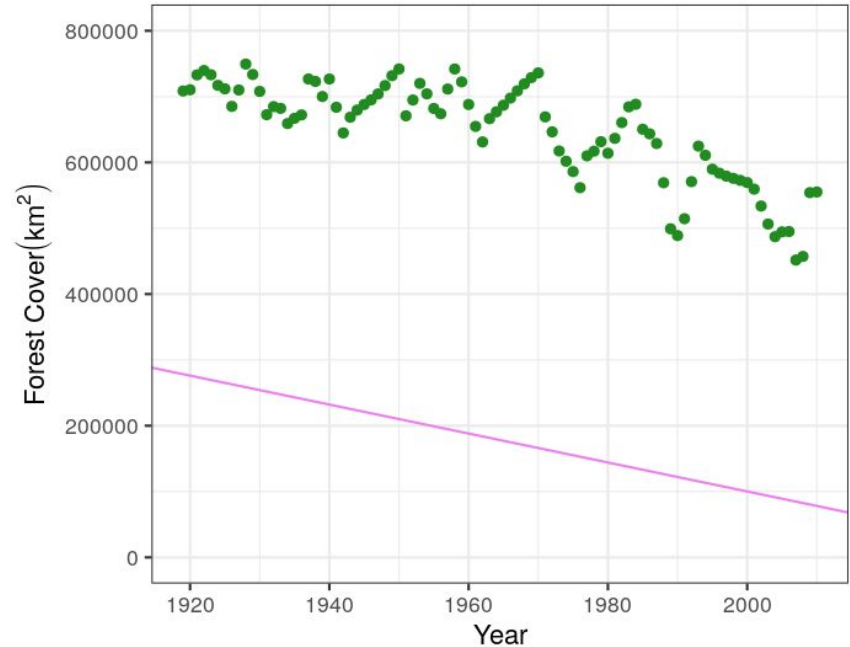
3. Optimize the parameters

Optimisation des paramètres

Optimize slope (m) and intercept (b)

Optimisez la pente (m) and intercept/ ordonnée d'origine (b)

Slope (m)	Intercept (b)
-2200	4.5e6



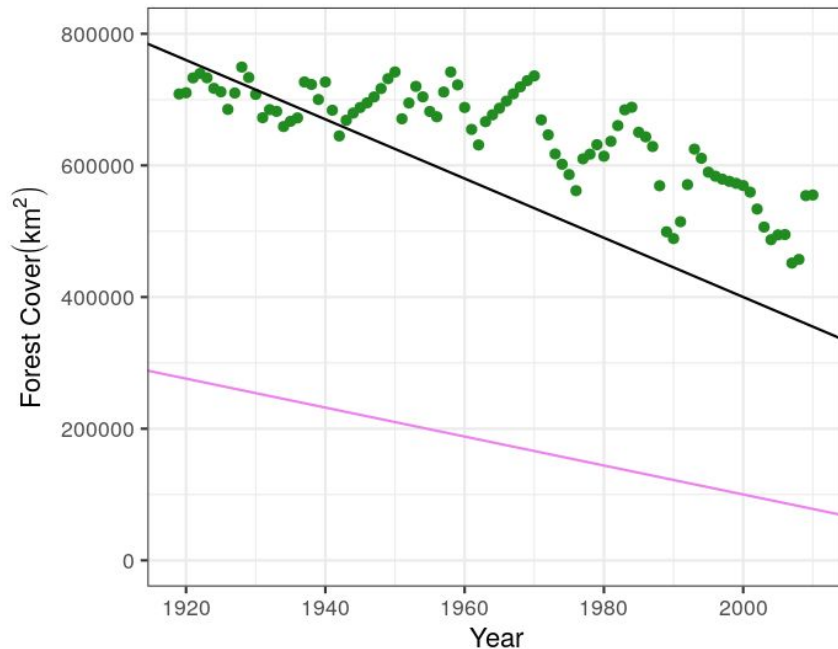
3. Optimize the parameters

Optimisation des paramètres

Optimize slope (m) and intercept (b)

Optimisez la pente (m) and intercept/ ordonnée d'origine (b)

Slope (m)	Intercept (b)
-2200	4.5e6
-4500	9.4e6



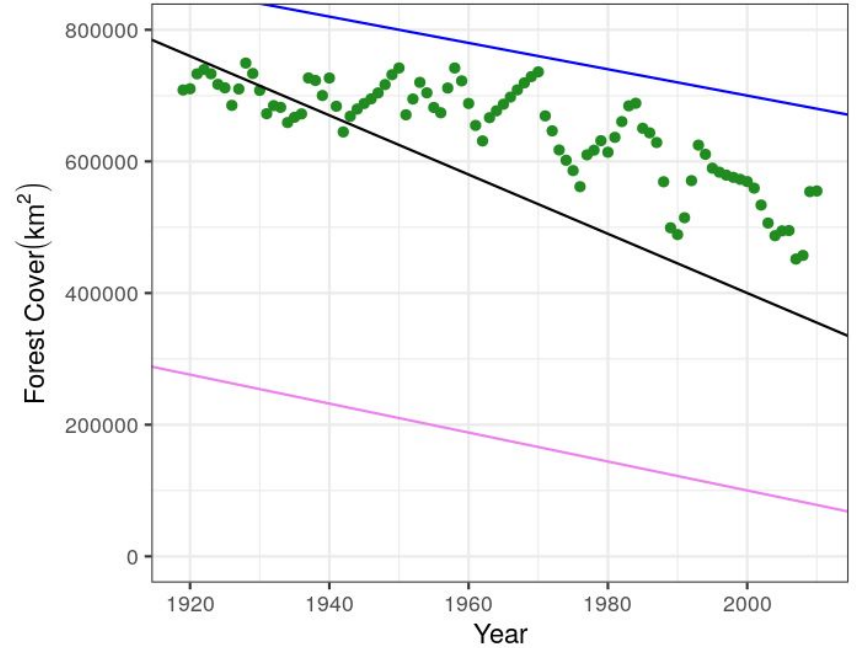
3. Optimize the parameters

Optimisation des paramètres

Optimize slope (m) and intercept (b)

Optimisez la pente (m) and intercept/ ordonnée d'origine (b)

Slope (m)	Intercept (b)
-2200	4.5e6
-4500	9.4e6
-2000	4.7e6



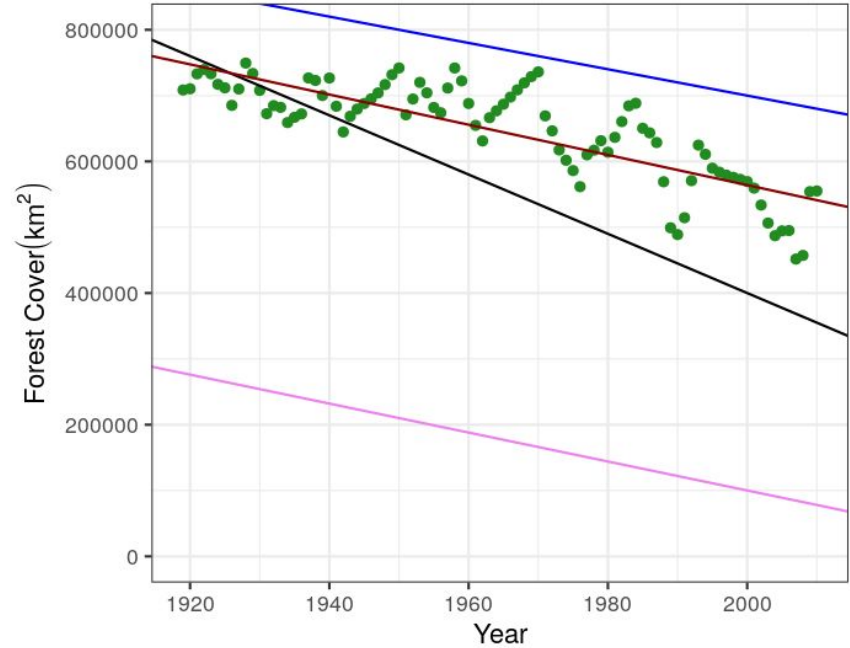
3. Optimize the parameters

Optimisation des paramètres

Optimize slope (m) and intercept (b)

Optimisez la pente (m) and intercept/ ordonnée d'origine (b)

Slope (m)	Intercept (b)
-2200	4.5e6
-4500	9.4e6
-2000	4.7e6
-2293	5.2e6



What do we learn from this model?

Qu'est ce qu'on apprend avec ce modèle?

Model :

$$y = mx + b$$

$$\text{Forest} = m * \text{year} + b$$

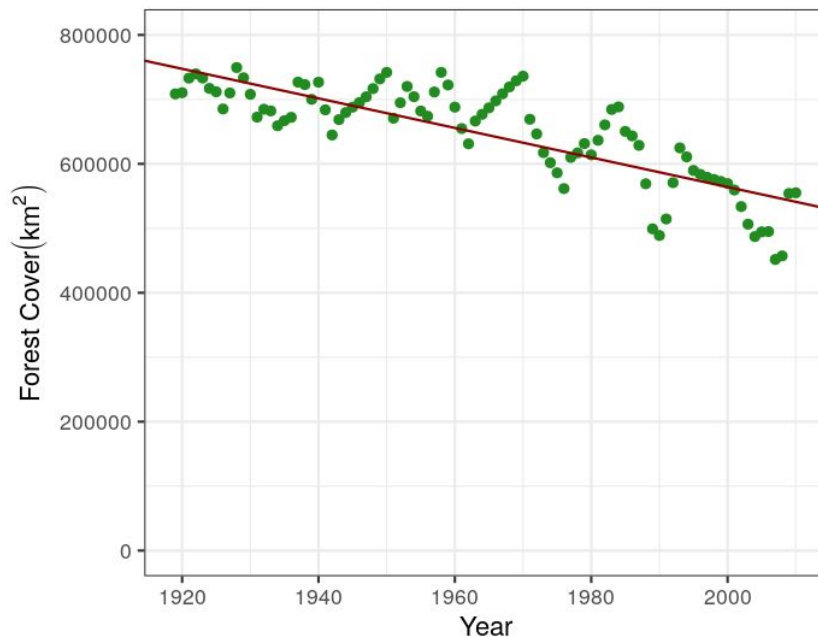
Parameters:

$$m = -2293$$

$$b = 5,200,000$$

The slope (m) is negative, so there is a **negative relationship** between time and forest cover.

La pente (m) est négative, alors il existe une association négative entre le temps et la couverture forestière.



What do we learn from this model?

Qu'est ce qu'on apprend avec ce modèle?

Model :

$$y = mx + b$$

$$\text{Forest} = m * \text{year} + b$$

Parameters:

$$m = -2293$$

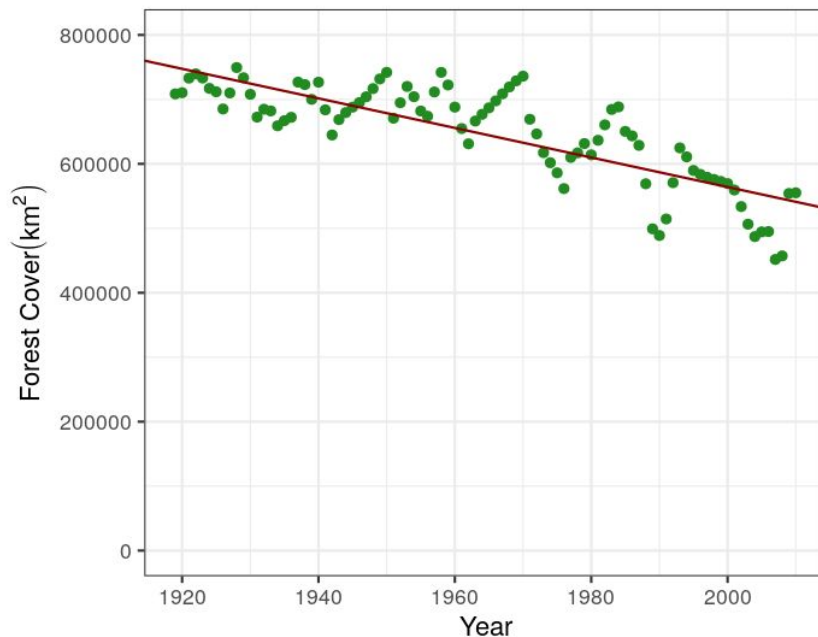
$$b = 5,200,000$$

The slope (m) is negative, so there is a **negative relationship** between time and forest cover.

La pente (m) est négative, alors il existe une association négative entre le temps et la couverture forestière.

This model does not explain **causation**.

Ce modèle n'explique pas la causalité.



Mechanistic modeling is **process-driven**

La modélisation mécanistique est basée sur les processus

We want to understand what happened,
when it happened, and why it happened

Nous voulons comprendre ce qui s'est passé, quand et pourquoi

Build a model that uses explicit **processes**
to recover the same outcomes
("populations") as our data

Construire un modèle qui utilise des processus explicites pour obtenir les mêmes résultats ("populations") que nos données

Mechanistic modeling is **process-driven**

La modélisation mécanistique est basée sur les processus

We want to understand what happened,
when it happened, and why it happened

Nous voulons comprendre ce qui s'est passé, quand et pourquoi

Build a model that uses explicit **processes**
to recover the same outcomes
("populations") as our data

Construire un modèle qui utilise des processus explicites pour obtenir les mêmes résultats ("populations") que nos données

What are the populations in our data?

Quelles sont les populations dans notre système?

Mechanistic modeling is **process-driven**

La modélisation mécanistique est basée sur les processus

We want to understand what happened,
when it happened, and why it happened

Build a model that uses explicit **processes**
to recover the same outcomes
 (“**populations**”) as our data

What are the populations in our data?

Quelles sont les populations dans notre système?

Mechanistic modeling is **process-driven**

La modélisation mécanistique est basée sur les processus

We want to understand what happened,
when it happened, and why it happened

Build a model that uses explicit **processes**
to recover the same outcomes
 (“**populations**”) as our data

What are the populations in our data?

Quelles sont les populations dans notre système?



Forest



Savanna

Mechanistic modeling is **process-driven**

La modélisation mécanistique est basée sur les processus

We want to understand what happened,
when it happened, and why it happened

Build a model that uses explicit **processes**
to recover the same outcomes
("populations") as our data

What are the populations in our data?

Quelles sont les populations dans notre système?

What processes are in our data?

Quels sont les processus?



Forest



Savanna

Mechanistic modeling is **process-driven**

La modélisation mécanistique est basée sur les processus

We want to understand what happened,
when it happened, and why it happened

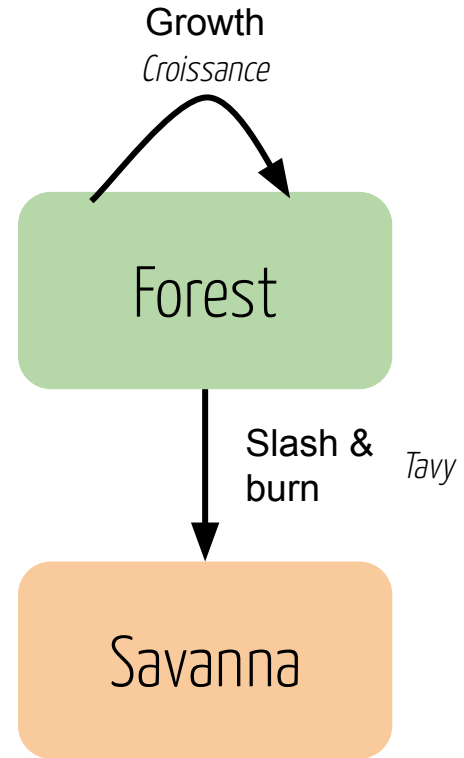
Build a model that uses explicit **processes**
to recover the same outcomes
("populations") as our data

What are the populations in our data?

Quelles sont les populations dans notre système?

What processes are in our data?

Quels sont les processus?



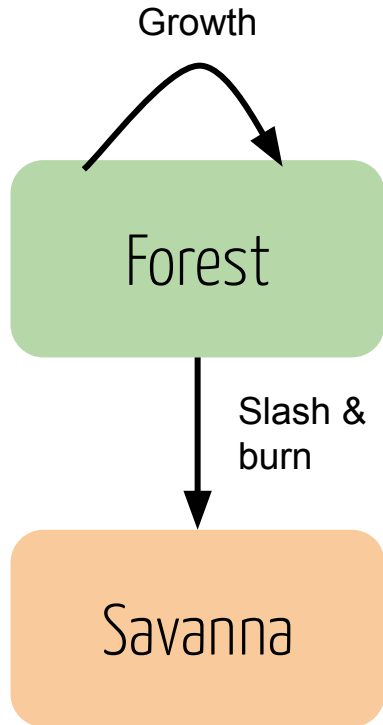
Model Fitting in Science

1. Define your research question (*Définir votre question de recherche*)
2. Formulate a hypothesis (*Formuler une hypothèse*)
3. Collect Data (*Collection des données*)
4. Construct a model that demonstrates your hypothesis (*Construction d'un modèle qui démontre ton hypothèse*)
5. Assess model fit: assuming our model is true, how likely are we to recover the observed data? (*Evaluation du modèle: si le modèle est vrai, quelle est la probabilité qu'on récupère les données observées?*)
6. Optimize parameters behind the model to result in best model fit (*Optimization des paramètres du modèle pour avoir un modèle bien ajusté*)

Statistical and Mechanistic

1. Construct a model

Développement d'un modèle



Régénération forestière

Perte du forêt due à tavy

Forest regrowth

Forest lost to S&B

$$\frac{dF}{dt} = rF \frac{K - N}{K} - \gamma FS$$

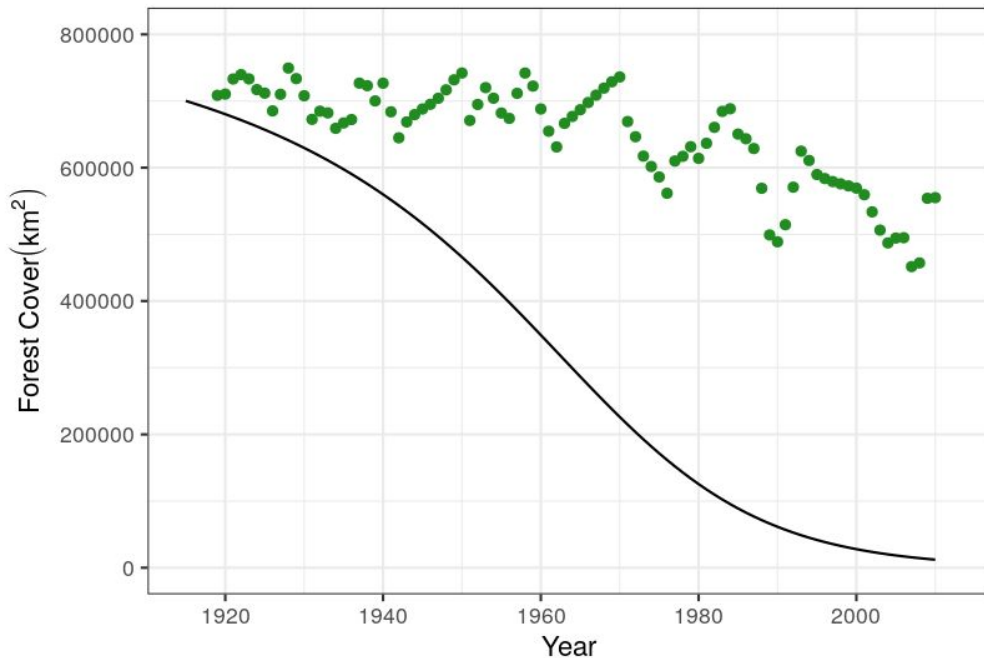
$$\frac{dS}{dt} = \gamma FS \frac{K - N}{K}$$

Savanna gained
by S&B

*Augmentation de la
savane due à tavy*

2. Assess model fit

Évaluation du modèle



Our model predicts forest would decline faster than the data do

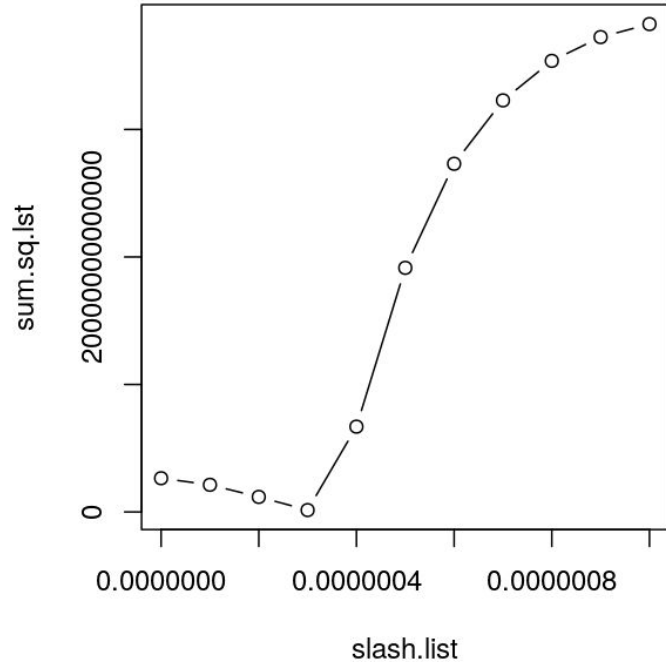
Notre modèle prévoit une réduction de la couverture forestière plus rapide que les données

What does this suggest about our guess for the slash and burn rate?

Qu'est-ce que cela suggère à propos de notre estimation du taux du tavy ?

3. Optimize the model

Optimisation des paramètres

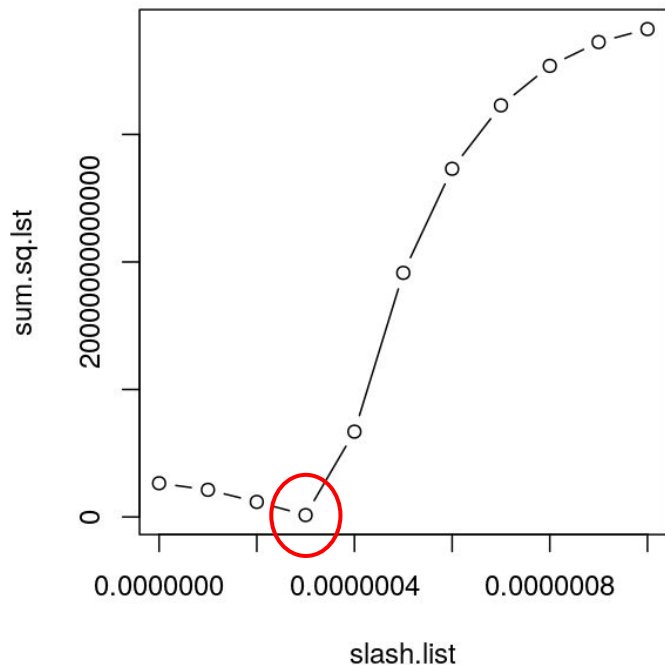


Identify the value for the slash and burn rate that minimizes the sum of least squares

Identification d'un valeur pour le taux du tavy qui minimise le 'sum of least squares'

3. Optimize the model

Optimisation des paramètres



Identify the value for the slash and burn rate that minimizes the sum of least squares

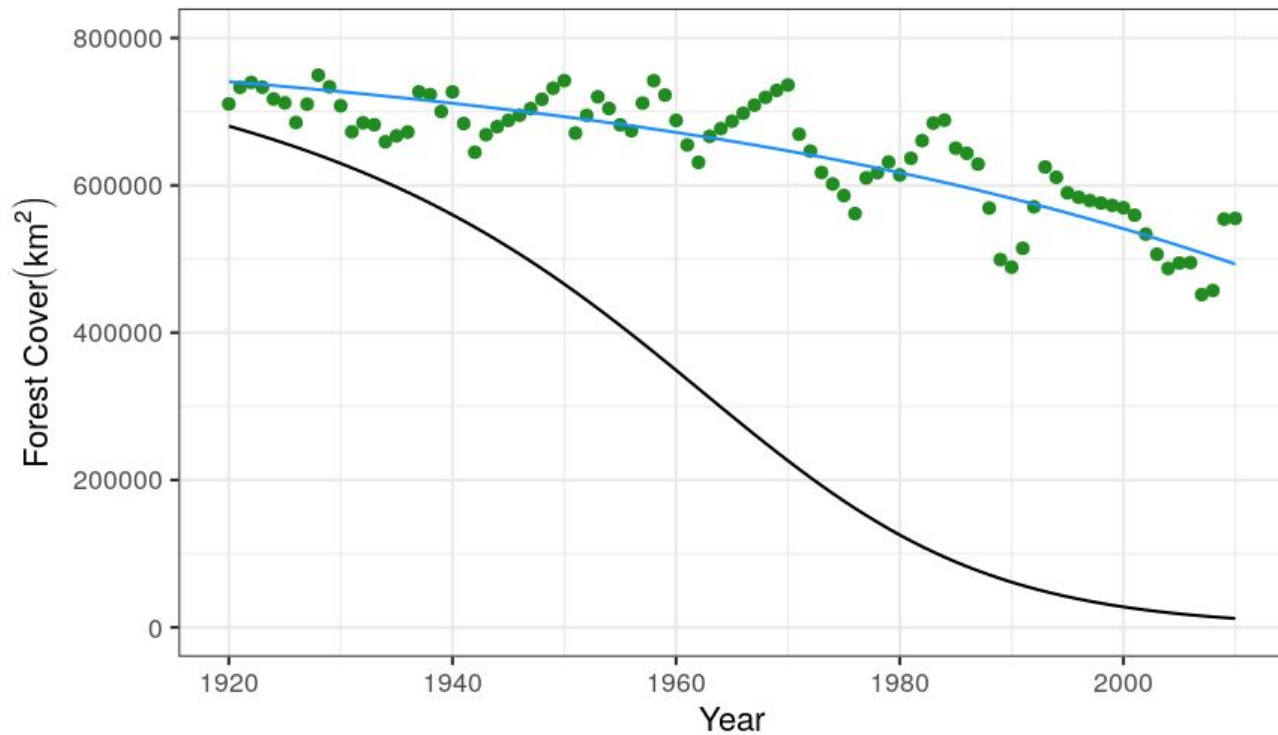
Identification d'un valeur pour le taux du tavy qui minimise le 'sum of least squares'

Fit the model with this optimized value...

Ajuster le modèle avec cette valeur optimisée...

Does this optimal value result in a model that better matches the data?

Est-ce que cette valeur optimale (en bleu) mieux explique les données?



Whether fitting statistical or mechanistic models:

Dans les développements des modèles statistiques ou mécanistique:

Statistical: identify patterns and correlations in data

Mechanistic: understand the processes (what, when, why) that resulted in the data

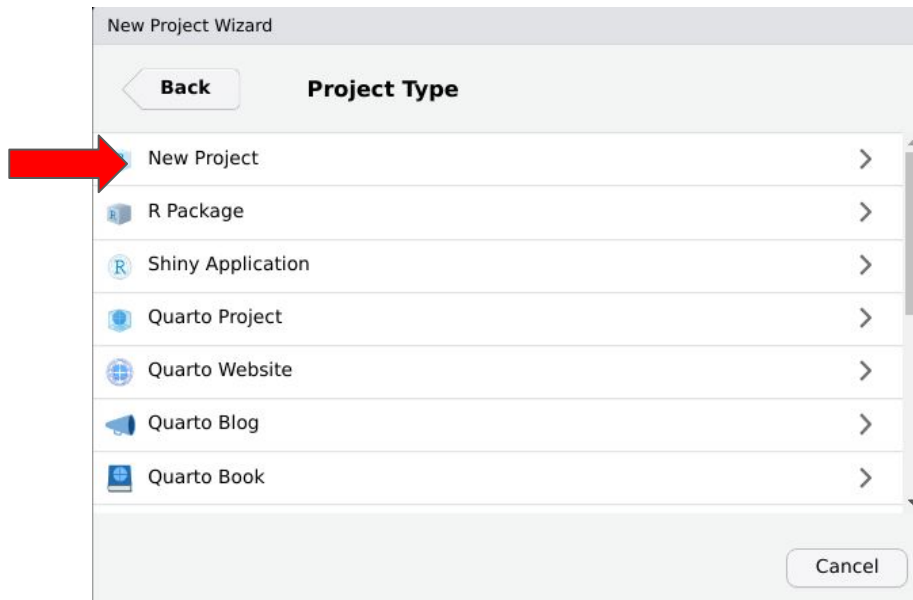
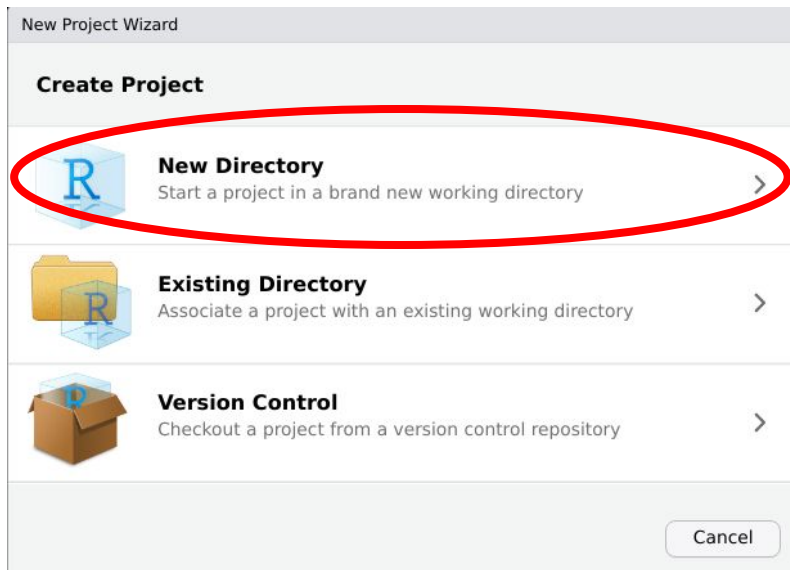
Three steps

1. Construct a model that fits your hypothesis
Développer un modèle pour votre hypothèse
2. Assess model fit to the data
Évaluez comment le modèle reproduit les données
3. Optimize parameters in the model that result in the best model fit
Optimisez les paramètres dans le modèles pour avoir le meilleur "model fit" (version du modèle)

R Practice!

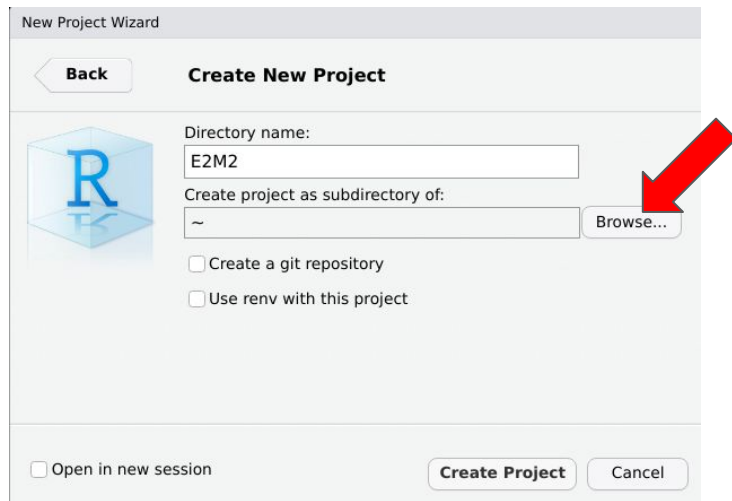
Create a new R Project

File > New Project...



Create a new R Project

Working directory = RProject directory



New Project Wizard

Back Create New Project

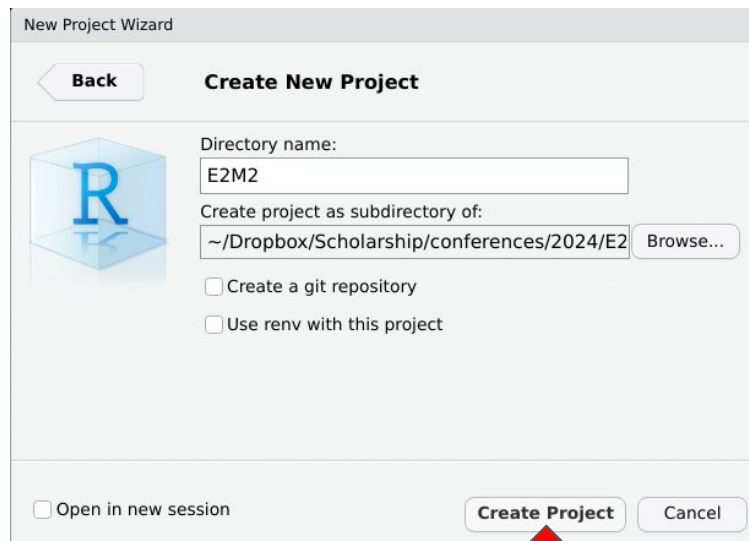
Directory name:
E2M2

Create project as subdirectory of:
~ Browse...

Create a git repository
 Use renv with this project

Open in new session

Create Project Cancel



New Project Wizard

Back Create New Project

Directory name:
E2M2

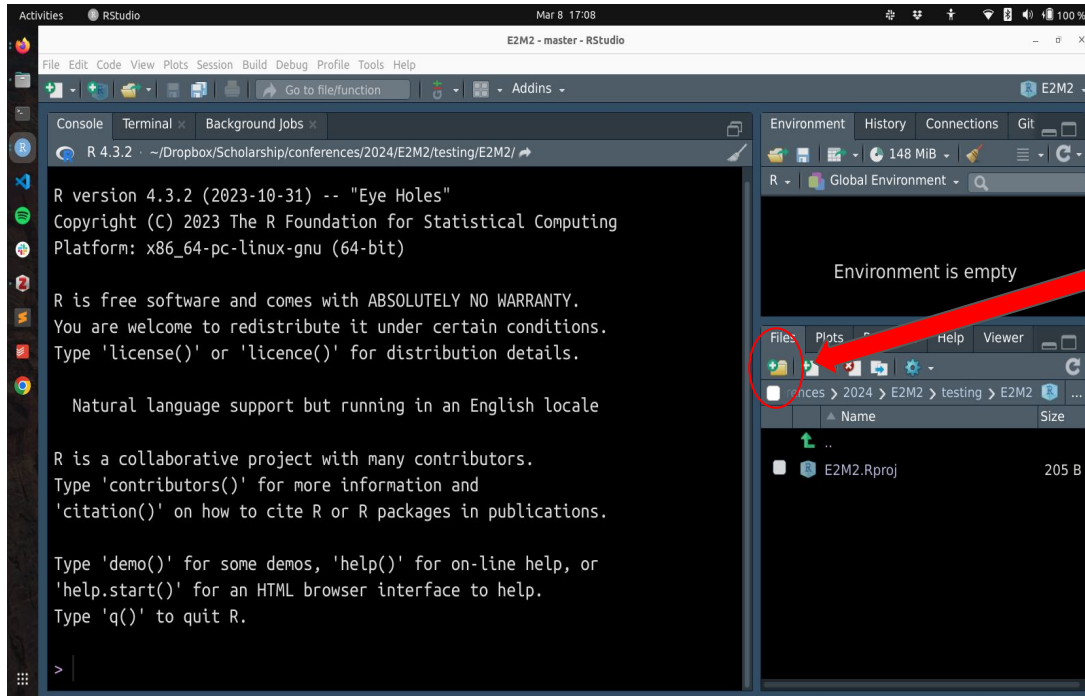
Create project as subdirectory of:
~/Dropbox/Scholarship/conferences/2024/E2 Browse...

Create a git repository
 Use renv with this project

Open in new session

Create Project Cancel

Create a folder structure



Create three folders

1. scripts
2. data
3. results

Open the qmd document for the exercises today

The screenshot shows a file explorer window with the following menu items: Files, Plots, Packages, Help, Viewer, and Presentation. The toolbar includes icons for New Folder, New Blank File, Delete, Rename, and More. The breadcrumb path is: opbox > Scholarship > conferences > 2024 > E2M2 > model-fitting > model-fitting-Rcode-2024. The file list is as follows:

	Name	Size	Modified
	..		
<input type="checkbox"/>	.Rhistory	17.7 KB	Mar 12, 2024, 12:04 PM
<input type="checkbox"/>	data		
<input type="checkbox"/>	fire-model-fitting-completed_files		
<input type="checkbox"/>	fire-model-fitting-completed.html	67.9 KB	Mar 12, 2024, 11:31 AM
<input type="checkbox"/>	fire-model-fitting-completed.qmd	15.4 KB	Mar 12, 2024, 11:31 AM
<input type="checkbox"/>	fire-model-fitting-tutorial.qmd	15.8 KB	Mar 12, 2024, 12:02 PM
<input type="checkbox"/>	model-fitting-2022.Rproj	205 B	Mar 12, 2024, 8:44 PM