

Science ouverte et principes FAIR dans un projet de bioinformatique

Comment rendre un projet bioinformatique plus reproductible ?



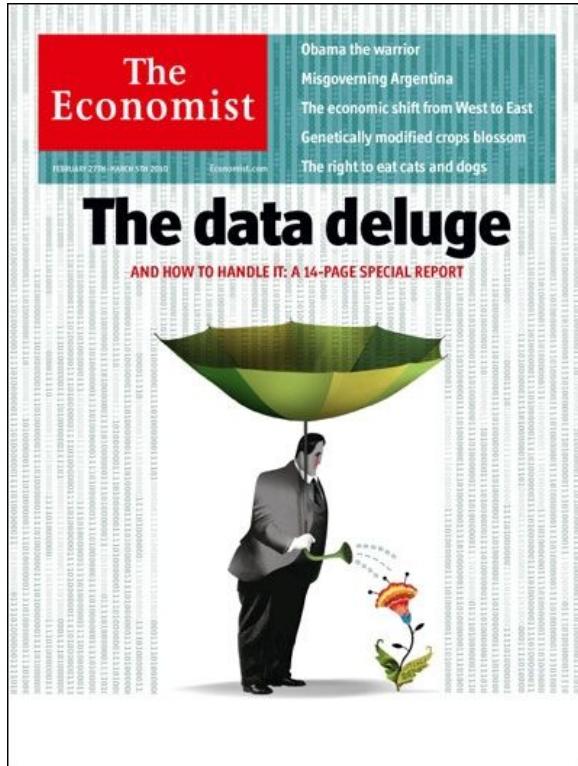
Thomas Denecker & l'équipe formation de l'IFB



Contexte

Contexte

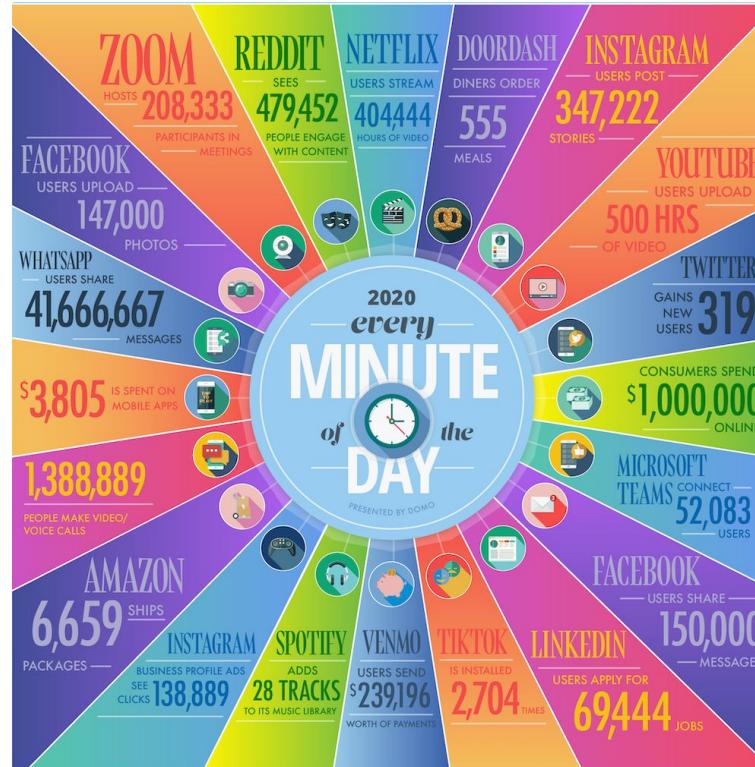
De plus en plus de données



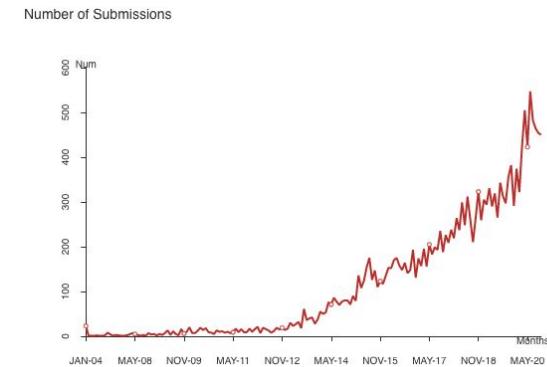
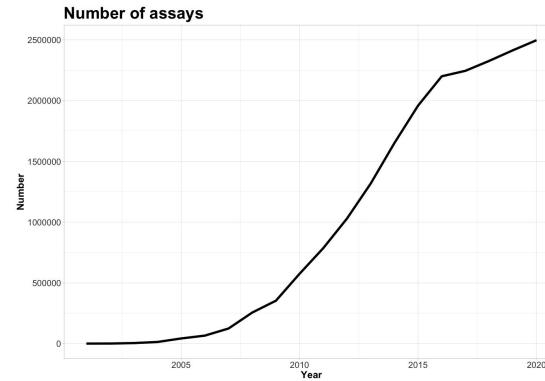
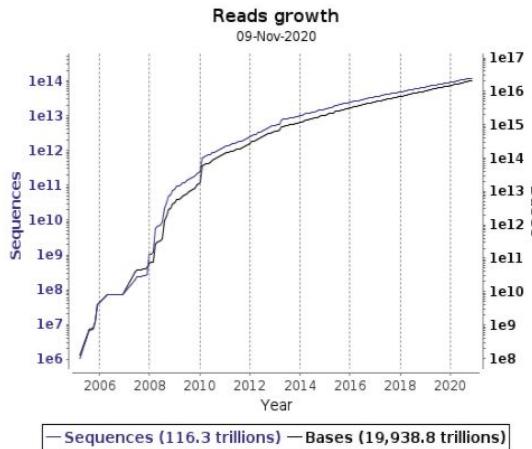
Data is the new oil
Clive Humby

Data is the new oil? No: Data is the new soil.
David McCandless

Quelques chiffres au quotidien



Data deluge en biologie



Data deluge en biologie

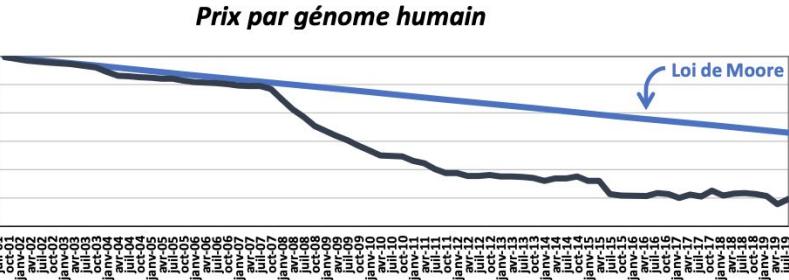
Type de données	Base de données	Volumes de données
Mesures de l'expression des gènes	ArrayExpress	74244 experiments 2520206 assays 60.39 TB of archived data
Mesures de l'expression des gènes	GEO	4 342 761 échantillons
Structure 3D des protéines	PDB	177009 Structures
Séquence nucléotidiques	GenBank	226 241 476 séquences et 776 291 211 106 bases
Données d'identification ou de quantification des protéines	Pride	543 205 140 spectres de masse
Séquence nucléotidiques (COVID-19)	GISAID (EpiCoV)	1 177 402 virus

MAJ : Avril 2021

Contexte

Comment ?

Cout



Prix par génome humain



Vitesse

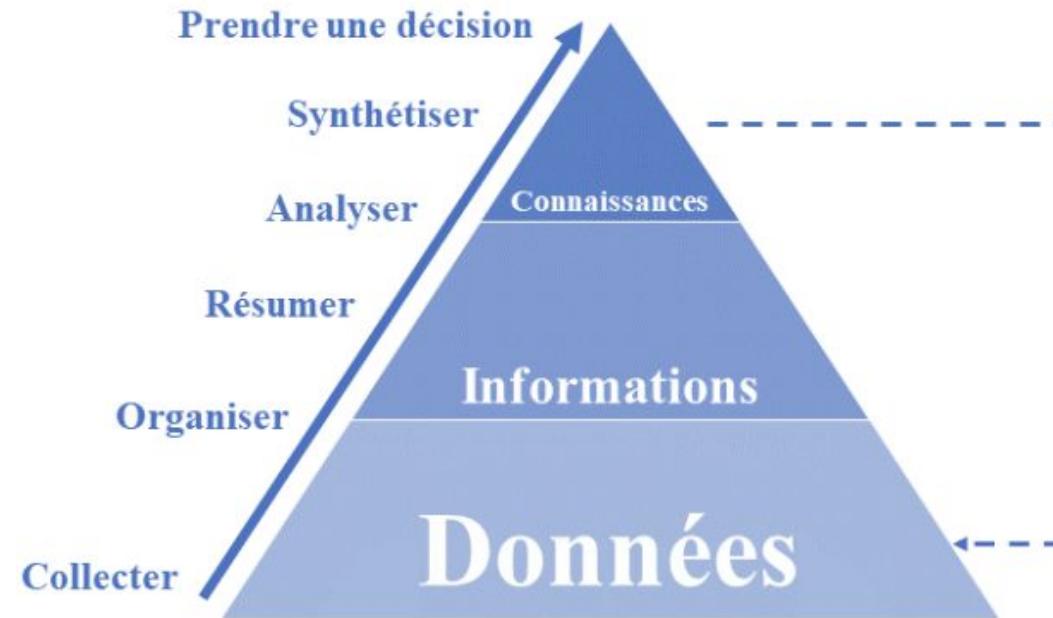
Dans les années 90

4 ans pour le premier milliard de nucléotides du génome humain

Aujourd'hui

Le génome complet en moins de 24h

Pourquoi ? Créeer de la connaissance !



Pourquoi générer toujours plus de données ?

Pourquoi ne pas simplement pas exploiter les données déjà disponibles ?

- La description des données est encore trop souvent incomplète ;
- Les données ne sont pas facilement récupérables ;
- Il n'y a souvent pas de contrôle systématique des erreurs par des experts ;
- Les données ne sont pas générées exactement de la façon souhaitée ;
- Une question de confiance.

Plus il y a de données, mieux c'est !



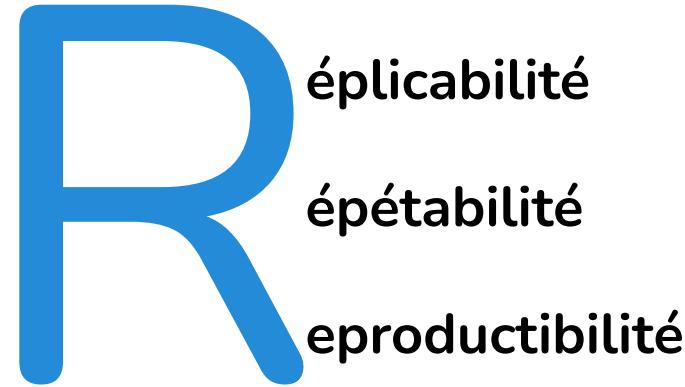
Conclusion : Plus simple ? Plus rapide ? Plus sûr ?

Une question de confiance



Lin, D., Crabtree, J., Dillo, I. et al. The TRUST Principles for digital repositories. Sci Data 7, 144 (2020).
<https://doi.org/10.1038/s41597-020-0486-7>

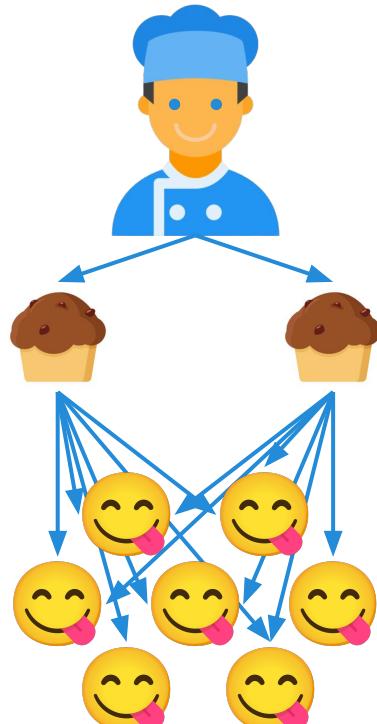
Les 3 “R” de la confiance



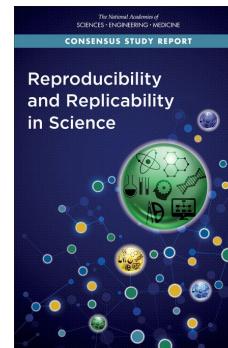
**Souvent utilisées mais souvent confondues
et notamment par la langue (Plessner, 2018)**

Réplicabilité

Jour J



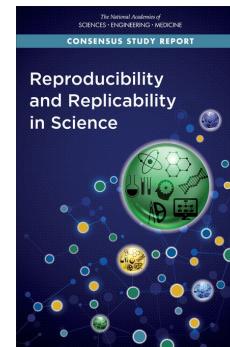
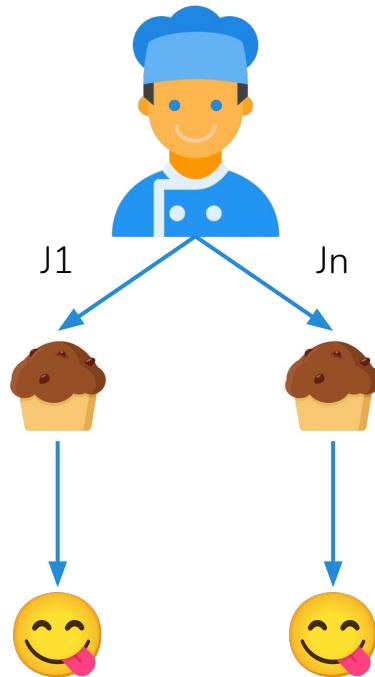
“L’exactitude de l’accord entre les résultats individuels successifs obtenus sur le même échantillon soumis à l’essai dans le même laboratoire et dans les conditions suivantes : même analyste, même appareil, même jour ”



<https://doi.org/10.17226/25303>

“Obtaining consistent results across studies aimed at answering the same scientific question, each of which has obtained its own data”

Répétabilité

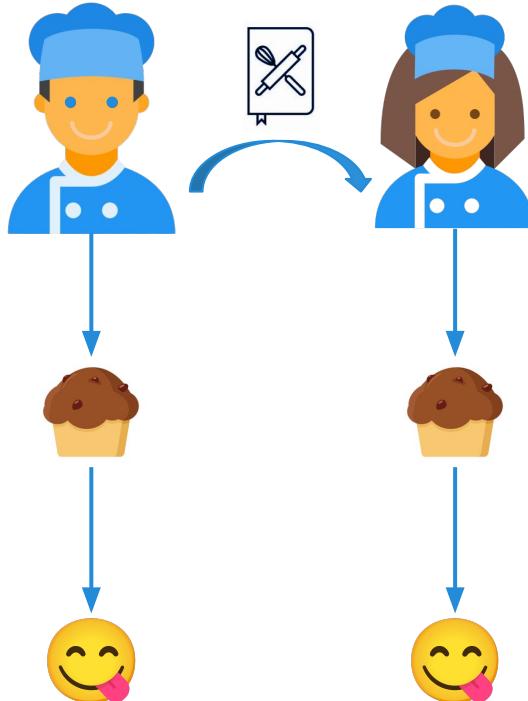


<https://doi.org/10.17226/25303>

“L’exactitude de l’accord entre les résultats individuels obtenus sur le même échantillon soumis à l’essai dans le même laboratoire et dont au moins l’un des éléments suivants est différent : l’analyste, l’appareil, le jour”

“The measurement can be obtained with stated precision by the same team using the same measurement procedure, the same measuring system, under the same operating conditions, in the same location on multiple trials. For computational experiments, this means that a researcher can reliably repeat her own computation ”

Reproductibilité



“L’exactitude de l’accord entre les résultats individuels obtenus sur le même échantillon soumis à l’essai dans des laboratoires différents et dans les conditions suivantes : analyste différent, appareil différent, jour différent ou même jour”



“Obtaining consistent computational results using the same input data, computational steps, methods, code, and conditions of analysis”

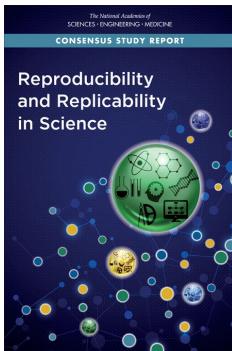
Contexte

En résumé

		Data	
		Same	Different
Code	Same	Reproducible	Replicable
	Different	Robust	Generalisable

<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5443201.v1>,

Recommandations pour être reproductible



Description de la partie expérimentale

Méthodes, instruments, procédures, mesures, conditions expérimentales

Description de la partie computationnelle

Etapes de l'analyse des données et choix techniques

Description de la partie statistique

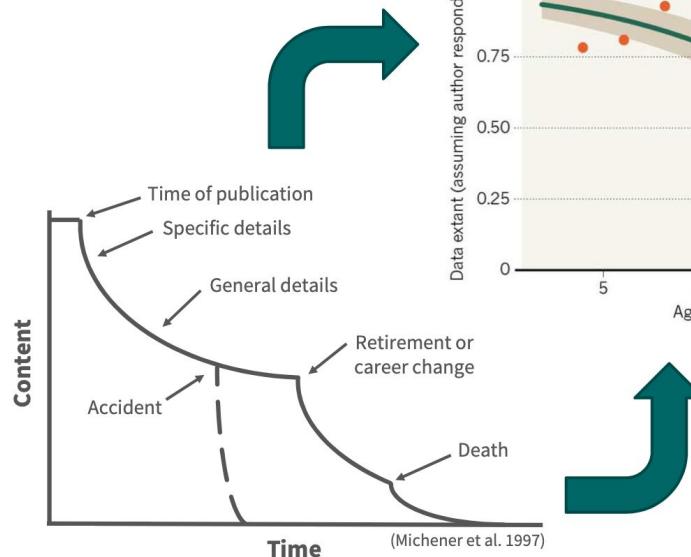
Décisions analytiques : quand, comment, pourquoi

Discussion des choix et des résultats obtenus

Et dans les faits ?

Les données face aux ravages du temps

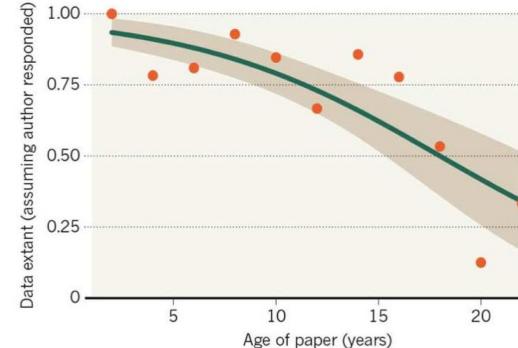
Data Entropy



3

MISSING DATA

As research articles age, the odds of their raw data being extant drop dramatically.



Vines, T. H. et al. Cur. Biol. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2013.11.014> (2013).

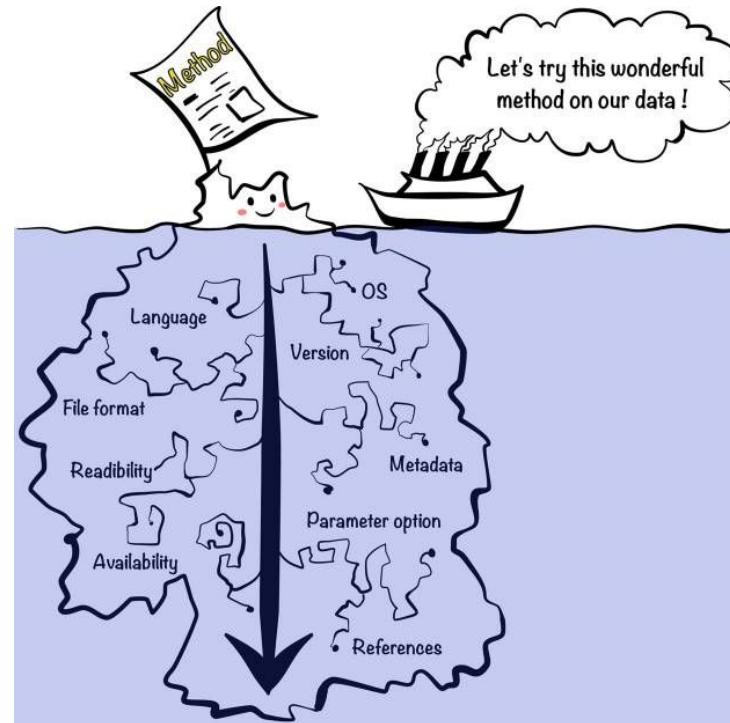
DataONE

Récupérer les données



https://youtu.be/66oNv_DJuPc

Reproduire les données



Kim et al, 2018

<https://dx.doi.org/10.1093%2Fgigascience%2Fgjy077>

Crise de la reproductibilité

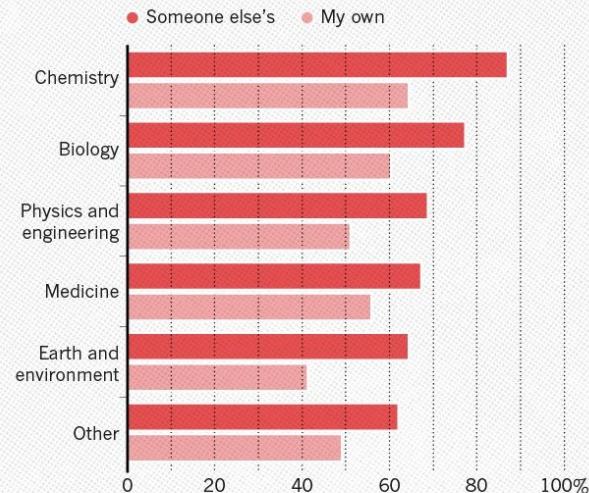
En biologie

70 %

des analyses en biologie
expérimentale ne sont
pas reproductibles

HAVE YOU FAILED TO REPRODUCE AN EXPERIMENT?

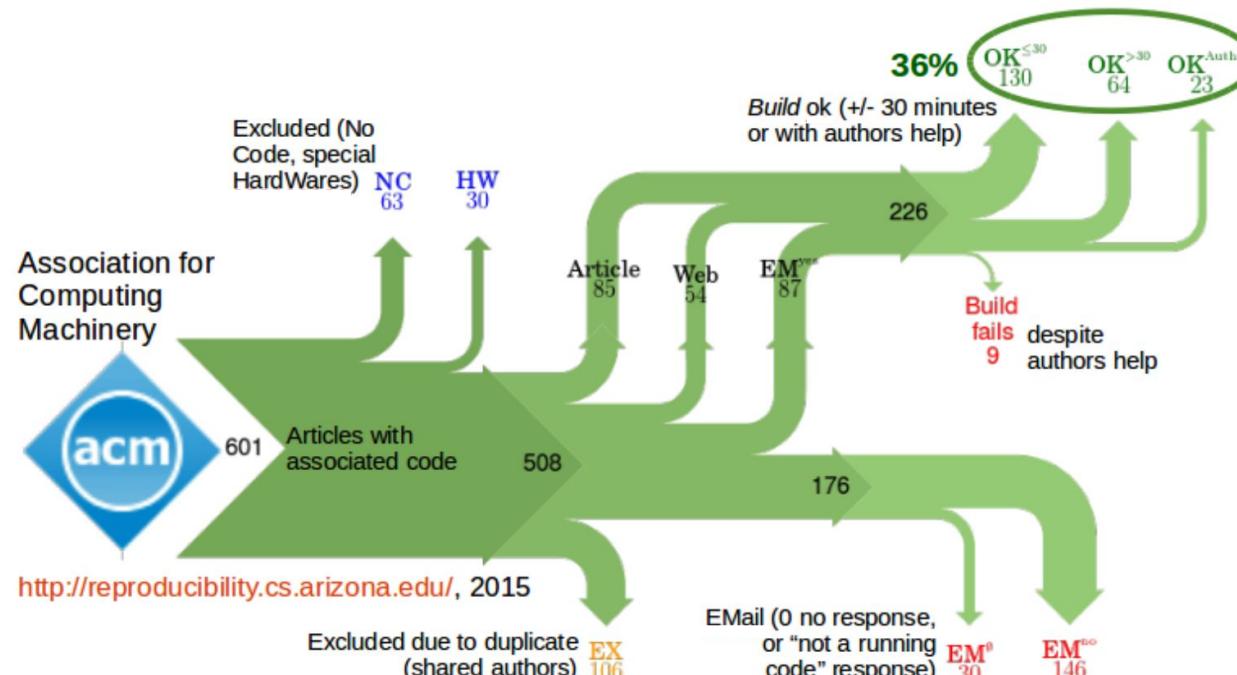
Most scientists have experienced failure to reproduce results.



Monya Baker, 2016

Crise de la reproductibilité

En informatique



(Collberg et al. 2015)

Crise de la reproductibilité

La bioinformatique n'y échappe pas...

Impossibilité d'installer des outils

- OS non compatible
- Dépendance plus disponible / plus valide

Mise à jour de l'outil rendant inutilisable les codes

- Python 2 et Python 3 !
- Changement des arguments des fonctions utilisées (R)

Impossibilité de reproduire les résultats de l'analyse computationnelle

- IDE : version stable du langage différente selon l'OS (Rstudio)
- Version des packages

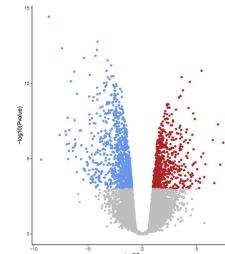
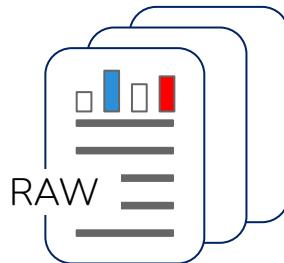


(Perkel, Nature, 2020)

*Comment rendre un projet bioinformatique plus
reproductible ?*

Comment ?

En étant plus FAIR !



Données brutes

Principes FAIR data

&

Plan de gestion de données

Analyse de données

Codes

Algorithmes

Workflow

...

Communications

Articles

Thèse

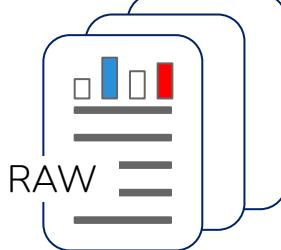
Poster

...

PARTIE I

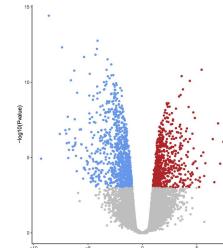
Du point de vue des données

Être plus FAIR !



Données brutes

Principes FAIR data
&
Plan de gestion de données



Analyse de données

Codes
Algorithmes
Workflow
...



Communications

Articles
Thèse
Poster
...

Questions préliminaires

Qu'est ce qu'une donnée de recherche ?

In the context of the OECD Recommendation of the Council Concerning Access to Research Data from Public Funding (OECD, 2006), “research data” are defined as **factual records** (numerical scores, textual records, images and sounds) **used as primary sources for scientific research** and that are **commonly accepted in the scientific community** as necessary to validate research findings. A research data set constitutes a systematic, partial representation of the subject being investigated.

Scientific data are very diverse: they include observational data, which record natural phenomena (in fields such as astronomy, geoscience and demography); **experimental data**, which record the outcomes of man-made experiments, such as laboratory experiments in physics, chemistry and **biology**, or clinical trials; computational data, which are generated through large-scale simulations; and reference data, which are highly curated datasets, such as the human genome.

OECD-ilibrary.org

Qu'est ce qu'une métadonnée ?

Les métadonnées sont des « données qui décrivent des données » :

- **Information** structurée associée à un "objet", un document ou un jeu de données
- **Documentation** qui permet à l'utilisateur de comprendre, de comparer et d'échanger le contenu du jeu de données décrit

Il existe des **standards** de métadonnées :

- Standards minimaux (ex : Dublin Core)
- Standards métiers (ex : EML, DDI...)

Il est conseillé de produire les métadonnées **au moment de la collecte ou de la création** des données plutôt qu'à posteriori. Les métadonnées seront complétées **tout au long du cycle de vie des données**.

Questions préliminaires

En résumé

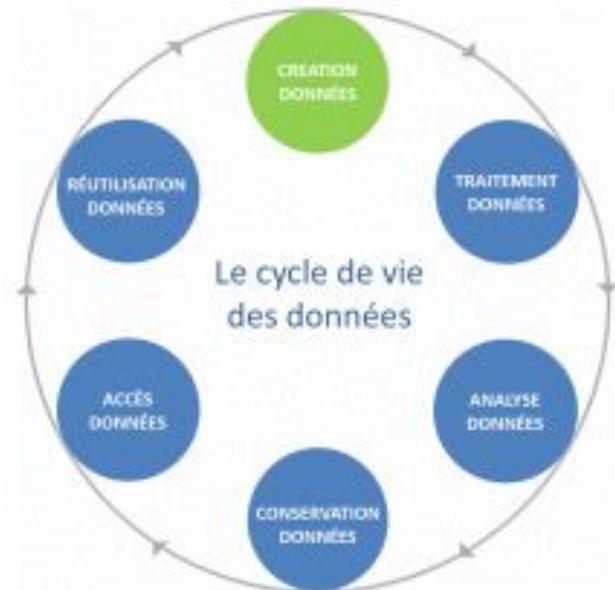


Les données



Les métadonnées

C'est quoi le cycle de vie des données ?



Le modèle de UK Data Archive définit les six étapes suivantes :

- **Création ou collecte des données (creating data) ;**
- **Traitement des données (processing data) ;**
- **Analyse des données (analysing data) ;**
- **Conservation des données (preserving data) ;**
- **Accès aux données (giving access to data / data discovery) ;**
- **Réutilisation des données (reusing data).**

[Une introduction à la gestion et au partage des données de la recherche - Le cycle de vie des données](#)

Questions préliminaires

Et dans la “vraie vie” ?

Le passé

- Le leg (du doctorant précédent ...)
- La biblio à T0
- Les méthodes pré existantes

Le présent

- Les manipes
- La création de connaissance (méthodes, posters ...)

Le futur

- Le manuscrit
- Les publications

Des échantillons

- dans les frigos
- dans les tiroirs

Des fichiers

- des petits, des gros
- un peu partout (PC, cloud, cluster)
- des données brutes, du code, des résultats

De la connaissance

- des méthodes, du code
- des systèmes d'information
- des publications

Questions préliminaires

Mais au fait c'est quoi FAIR ?

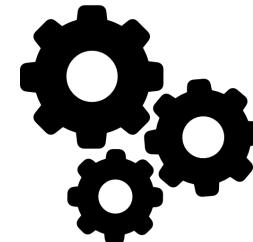
Findable



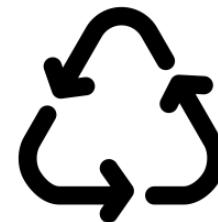
Accessible



Interoperable



Reusable



Sangya Pundir

Findable -- Faciliter la découverte des données

Findable



- Les données ont un **PID** (Persistent IDentifier ou identifiant pérenne en français)
- Les données sont décrites par des **métadonnées**
- Ces métadonnées doivent être liées aux PIDs des données
- Les données sont déposées dans un **entrepôt de données**

<https://doranum.fr/enjeux-benefices/principes-fair/>

Accessible -- Permettre l'accès aux données et leur téléchargement

Accessible

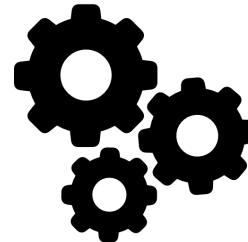


- Les données sont accessibles à travers un **protocole de communication standard**
- Ce protocole est **libre et ouvert**
- Ce protocole permet un accès par **authentification** si besoin
- Les **métadonnées restent accessibles** même si les données ne le sont plus

<https://doranum.fr/enjeux-benefices/principes-fair/>

Interoperable -- Permettre l'exploitation des données quel que soit l'environnement informatique utilisé

Interoperable

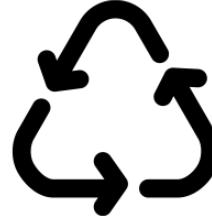


- Les données sont **décrivées avec un vocabulaire contrôlé**
- Le vocabulaire utilisé **respecte les principes FAIR**
- Les **métadonnées sont reliées à d'autres données**

<https://doranum.fr/enjeux-benefices/principes-fair/>

Reusable -- Permettre la réutilisation des données pour de futures recherches

R
eusable



- Les métadonnées ont une **pluralité d'attributs**
- Une **licence de réutilisation** est attribuée aux données
- La description des données indique leur **provenance**
- Le partage des données suit les **standards de la communauté scientifique**

<https://doranum.fr/enjeux-benefices/principes-fair/>

En savoir plus

Les principes FAIR

—

Les chercheurs s'appuient sur les connaissances scientifiques antérieures, notamment sur les résultats publiés dans les articles scientifiques.

La reproductibilité des résultats, ainsi que leur croisement, ne sont cependant envisageables qu'avec des données originelles et leurs conditions d'obtention.

C'est pourquoi la science ouverte vise à faciliter l'accès aux publications scientifiques et aux données de la recherche.

Cette facilitation s'accompagne d'un certain nombre de mesures pour rendre les données scientifiques facilement découvrables, accessibles, interopérables et réutilisables.

Ce sont les principes FAIR : Findable, Accessible, Interoperable, Reusable.

F Findable	PID	Métadonnées	Métadonnées avec PID	Entrepôt de données
A Accessible	Protocole standard	Protocole libre et ouvert	Authentification	Accès aux métadonnées
I Interoperable	Vocabulaire	Vocabulaire FAIR	Métadonnées liées	
R Reusable	Métadonnées avec attributs	Licence	Provenance	Standards de la communauté

[URFIST](#)
Institut français de la recherche scientifique

[Références ...](#)

<https://doranum.fr/enjeux-benefices/principes-fair/>

En savoir plus

scientific **data**

The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship

Wilkinson et al., 2016

<https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>



<https://www.go-fair.org/fair-principles/>

Exemple d'évaluation automatique par FAIR CHECKER

How FAIR is my resource

Enter resource identifier (URL/DOI)

FAIR resource URL:

Progress

List of metrics with details and results

Principle	Name	Description	Time	Comment	Recommendation	Score	Result	Test
F1	Unique Identifier		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
F1	Identifier Persistence		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
F1	Data Identifier Persistence		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
F2	Structured Metadata		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
F2	Grounded Metadata		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
F3	Data Identifier Explicitly in Metadata		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
F3	Metadata Identifier Explicitly in Metadata		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
F4	Searchable in major search engine		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
A1.1	Uses open free protocol for data retrieval		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
A1.1	Uses open free protocol for metadata retrieval		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
A1.2	Data authentication and authorization		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
A1.2	Metadata authentication and authorization		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
A2	Metadata Persistence		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
I1	Metadata Knowledge Representation Language (weak)		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
I1	Metadata Knowledge Representation Language (strong)		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
I1	Data Knowledge Representation Language (weak)		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
I1	Data Knowledge Representation Language (strong)		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
I2	Metadata uses FAIR vocabularies (weak)		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
I2	Metadata uses FAIR vocabularies (strong)		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
I3	Metadata contains qualified outward references		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
R1.1	Metadata includes License (strong)		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>
R1.1	Metadata includes License (weak)		0			0	Status: OK	<input type="button" value="Test"/>

https://fair-checker.france-bioinformatique.fr/base_metrics

Thomas Rosnet



Comment gérer les données ?

Comment le gérer ?

Plan de gestion de données

Planifier et anticiper

Gérer, faire fructifier et ne pas les perdre

Data is the new (s)oil !

Les objectifs du PGD

1. Assurer la reproductibilité des expériences (comment les données sont obtenues)
2. Respecter le droit et les personnes (clarifier le cadre juridique et éthique)
3. Permettre la réutilisation des données (Garantir la compréhension des données)
4. Éviter les pertes de données (Assurer un stockage adapté)
5. Établir le rôle de chacun (Définir les responsabilités)
6. Clarifier les droits de réutilisation (Spécifier les modalités de partage)

Plan de gestion des données

Les outils

Il existe plusieurs outils dont

DMP OPIDoR

Solution nationale

The screenshot shows the DMP OPIDoR interface. At the top, there's a navigation bar with links like 'Tableau de bord', 'Créer des plans', 'DMPs publics', 'Modèles de DMP', 'Aide', 'Plus', 'Français', and a user profile. Below the navigation is the CNRS logo. The main area has a title 'Titre du projet' with a placeholder 'projet de test, d'entraînement ou à des fins de formation'. A section titled 'Choisissez un modèle' explains how to choose a model from your organization or another, noting that the default is 'Science Europe - DMP template (english)'. It shows a dropdown menu with 'CNRS (Votre organisme)', 'Autre organisme', and 'Financier'. A message says 'Aucun modèle de disponible.' At the bottom are buttons for 'Créer un plan', 'Suivant', and 'Utiliser le modèle par défaut'.

DSW - Data Stewardship Wizard

Solution européenne (ELIXIR)

The screenshot shows the DSW interface. On the left, a sidebar lists 'Knowledge Model Editor', 'Knowledge Models', and 'Projects'. The main area is titled '20210224_exemple_canevas_IFB_bioimage'. It shows a 'Questionnaire' tab selected, with sections for 'Chapters': I. Préface (checked), II. Introduction (1), III. Informations générales (24), and IV. Données de la recherche (23). To the right, a large text area contains a question 'Quelles mesures de contrôle de la qualité sont prises pour ce jeu de données ?' with a list of options: a. Illumination power, b. Detection system performance, c. Field of view uniformity.flatness, d. Chromatic aberrations, e. Lateral and axial resolution, f. Image quality, and g. Commentaires. At the bottom, another question 'Des versions différentes du jeu de données sont-elles créées ?' is shown.

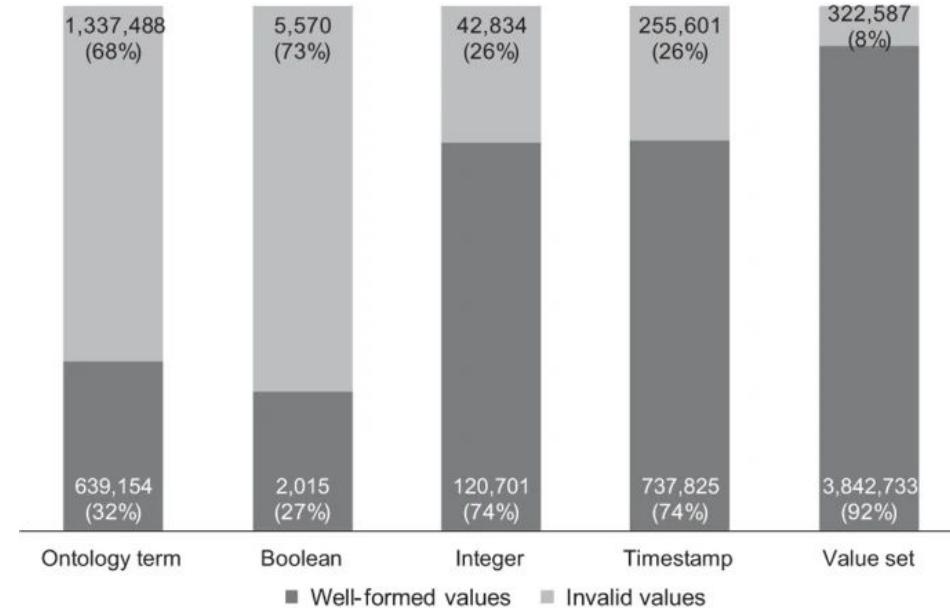
Comment bien décrire les données ?

Bilan de la qualité des métadonnées

Les métadonnées demandées sont différentes entre les bases de données et souvent complexes

La soumission est hétérogène

Les métadonnées sont souvent incomplètes, inconsistantes, redondantes et tout simplement pas assez informatives



Quality of dictionary attributes in NCBI BioSample
according to their type, in [Gonçalves et al., 2019](#)

Utilisation de standards

Définition

A standard provides the **requirements, specifications, guidelines or characteristics** that can be used for the **description, interoperability, citation, sharing, publication, or preservation** of all kinds of **digital objects** such as data, code, algorithms, workflows, software, or papers.

source: <https://fairsharing.org/educational/>

Comment trouver le bon ?

Sansone, et al. FAIRsharing as a community approach to standards, repositories and policies.

Nat Biotech. 2019 <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0080-8>

The screenshot shows the FAIRsharing.org website, which is a curated, informative, and educational resource on data and metadata standards. The page includes a search bar, navigation links for Standards, Databases, Policies, Collections, Add/Claim Content, Stats, and Log in or Register. A main heading states: "A curated, informative and educational resource on data and metadata standards, inter-related to databases and data policies." Below this, a section titled "HOW CAN WE HELP?" describes how the site guides consumers to discover, select, and use resources with confidence, and producers to make their resources more discoverable and widely adopted and cited. The page features several sections for different user groups: Researchers, Developers & Curators, Journal Publishers, Librarians & Trainers (which is currently selected), Societies & Alliances, and Funders. Each section has associated icons and brief descriptions. At the bottom, there are search and advanced search options, along with a search wizard and a link to the Fine Grained Control Overview.

Exemple de standard : Genomic standards consortium

Producteur de Minimum Information
Standards utilisés
par l'ENA (EBI) et SRA (NCBI)

Notion de checklists sur l'ENA

<https://www.ebi.ac.uk/ena/browser/checklists>

Specification projects	MIGS					MIMS	MIMARKS		New checklists	
Checklists	EU	BA	PL	VI	ORG	metagenomes	survey	specimen	e.g., pan-genomes	
Shared descriptors	collection date, environmental package, environment (biome), environment (feature), environment (material), geographic location (country and/or sea, region), geographic location (latitude and longitude), investigation type, project name, sequencing method, submitted to INSDC									
Checklist-specific descriptors	assembly, estimated size, finishing strategy, isolation and growth condition, number of replicons, ploidy, propagation, reference for biomaterial		target gene							
Applicable environmental packages (measurements and observations)	Air Host-associated Human-associated Human-oral Human-gut Human-skin Human-vaginal		Microbial mat/biofilm Miscellaneous natural or artificial environment Plant-associated Sediment Soil Wastewater/sludge Water							

Yilmaz et al, 2011

Soumettre les données

Soumettre les données

Pourquoi soumettre les données et les métadonnées ?

- Pour l'Open Science et la reproductibilité des expériences
- Pour être FAIR et donner accès aux données
- Pour l'archivage
- Pour les publications
- Pour l'analyse avec par exemple MGinify, GEotoR, ...

The screenshot shows the GEOtoR platform interface. At the top, there's a red banner with COVID-19 information. Below it, a search bar contains 'Stress response in yeast'. Underneath, there are buttons for 'GEO accession' (GSE10244), 'Set' (highlighted in yellow), and 'Platform' (with a dropdown menu showing 'Select a platform'). A 'Text search' button is also present. The main area displays a table of genes ordered by significance, with columns for 'Gene', 'Description', 'P-value', and 'Significance'. At the bottom, there's a 'Quick start' section with instructions and a 'How to use' link, followed by an 'Analyze' button.

The screenshot shows the MGinify platform. At the top, there's a navigation bar with links for 'Overview', 'Submit data', 'Text search', 'Sequence search', 'Browse data', 'Genomes', 'API', and 'About'. Below the navigation, the title 'MGinify' is displayed with the subtitle 'Submit, analyse, discover and compare microbiome data'. On the left, there's a 'Getting started' section. The main area has two search sections: 'Search by Name, biome, or keyword' (with a 'Text search' button) and 'Search by Sequence similarity' (with a 'Sequence search' button). Below these are sections for 'Or by data type' (showing counts for amplicon, assemblies, metabarcoding, metagenomes, and metatranscriptomes) and 'Or by selected biomes' (showing counts for Human, Digestive system, Aquatic, Marine, and Digestive system). On the right, there are sections for 'Latest' (including 'metabarcoding' and 'cryoconites') and 'The Ecosystem derived from This project View more -'.

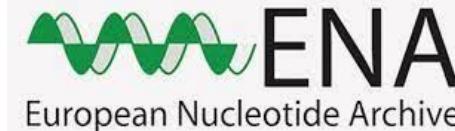
Soumission des données

Soumission très hétérogène

Par simple fichier Excel



Un peu plus complexe



MAIS

avec une qualité des métadonnées
très supérieure

Data brokering

Proposer une solution pour fluidifier la soumission des données

Des outils sont proposés dans des branches particulières

L'IFB souhaite offrir une solution nationale divisée en 3 activités

- Développement d'outils
- Formation
- Support aux utilisateurs



Questions juridiques

Quelles obligations de partage des données ?

Les données de la recherche sont des informations publiques :

- Elles sont soumises à un **principe d'ouverture par défaut** et de **libre utilisation** (Loi Lemaire - Loi République numérique 2016 LPRN)
- Elles sont soumises à un **principe de gratuité** (Loi Valter 2015)
 - Cas particulier de Météo France et IGN
 - Spécificité des brevets et autres formes de valorisation
- Elles sont **protégées contre les risques d'accaparement**

Et les principes FAIR ?

Aussi ouvert que possible, aussi fermé que nécessaire

Des exceptions ?

- Le droit d'auteur comme dans les publications scientifiques, logiciels, ...
- Les projets en partenariat avec le privé
- Les données personnelles soumises à la RGPD (sauf avec un consentement, anonymisation ou dérogations)
- Les données sensibles comme la biodiversité (orchidée)
- Secret médical, secret d'affaires, secret militaire, secret des procédés,...

Licence

Moyen d'encadrer le partage et la réutilisation des données

Par forcément nécessaire mais fortement recommandé dans tous les cas

Liste des licences et explication : <https://www.data.gouv.fr/fr/licences>

Modalité de partage

- Considérer les restrictions, embargo et limites de réutilisation
- Se renseigner sur les obligations de partages spécifiques au bailleurs
- Identifier les jeux de données partageables ou non
- Identifier les futurs utilisateurs
- Déterminer quand partager
- Déterminer où partager en fonction des données, des bailleurs, ...

Partage des données

Exemple d'entrepôts de données

Thématique



Trouver le bon ? <https://www.re3data.org/> ou <https://repositoryfinder.datacite.org/>

Partage des données

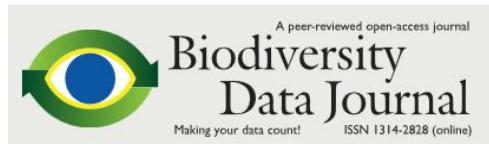
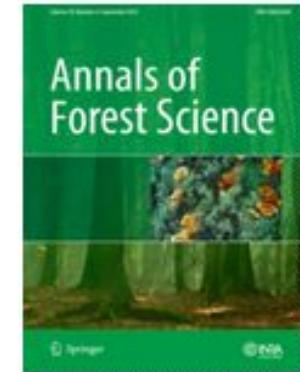
Toujours chercher à valoriser les données

Publier un **datapaper**

Publier un **article de recherche**

Rédiger une brève pour un **magazine** spécialisé

Contribuer à un **blog**,



BMC Research Notes

Open Data Journal for Agricultural Research

Bonnes pratiques

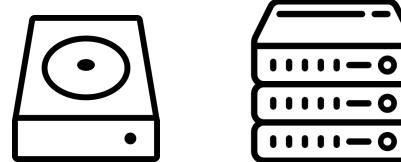
Un environnement de travail sûr

Sauvegardé

Stratégie 3 2 1



3 copies



2 systèmes



dont 1 distante

Protégé

Le stockage

Nombreuses méthodes et technologies de stockage des données

- Disque dur
- Clé USB
- Cloud

Vérifier l'intégrité des données lors de transfert

Il est possible de contrôler l'intégrité des données avec par exemple le md5sum

Les fichiers : nommage et format

Nommage

- Bref et explicite
- Sans espace ni caractères spéciaux
- Avec une date au bon format
- Avec l'élément le plus important en premier
- Avec la version du document

Format

Si possible non propriétaire

Les formats qui perdent le moins de données à la conversion

Le format utilisé par la communauté

PUBLIC SERVICE ANNOUNCEMENT:

OUR DIFFERENT WAYS OF WRITING DATES AS NUMBERS CAN LEAD TO ONLINE CONFUSION. THAT'S WHY IN 1988 ISO SET A GLOBAL STANDARD NUMERIC DATE FORMAT.

THIS IS THE CORRECT WAY TO WRITE NUMERIC DATES:

2013-02-27

THE FOLLOWING FORMATS ARE THEREFORE DISCOURAGED:

02/27/2013 02/27/13 27/02/2013 27/02/13

20130227 2013.02.27 27.02.13 27-02-13

27.2.13 2013. II. 27. 2¹/₂-13 2013.158904109

MMXIII-II-XXVII MMXIII ^{LVII}_{CCCLXV} 1330300900

((3+3)×(111+1)-1)×3/3-1/3³ 2013 Mississipi

10/11011/1101 02/27/20/13 01237 2-27-13

5 67 8

<https://xkcd.com/1179/>

Organisation des données

Organisation des dossiers

- Limitez le nombre de dossiers par niveau (5 ou 6 max)
- Allez du général au spécifique
- Choisissez des noms de dossiers explicites

Avec un README pour décrire le contenu (txt ou md)

Et maintenant ?

Et maintenant ?

Vous souhaitez

- Savoir comment remplir un plan de gestion de données ?
- Comprendre la différence entre PGD Structure et PGD Projet ?
- En savoir plus sur les métadonnées et ses standards ?
- Le cadre juridique des données ?

L'IFB propose une formation !

(le contenu des éditions précédentes est en ligne)

<https://ifb-elixirfr.github.io/IFB-FAIR-data-training/index.html>

Merci

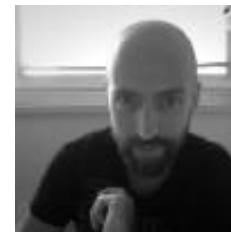
Une belle équipe !



H. Chiapello



T. Denecker



J-F Dufayard



F. de Lamotte



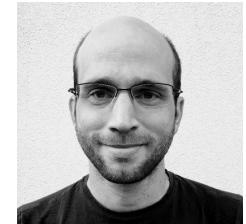
P. Lieby



Y. Mahmah



G Sarah

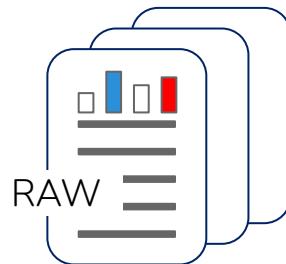


J. Seiler

PARTIE II

Du point de vue de l'analyse des données

Être plus FAIR !

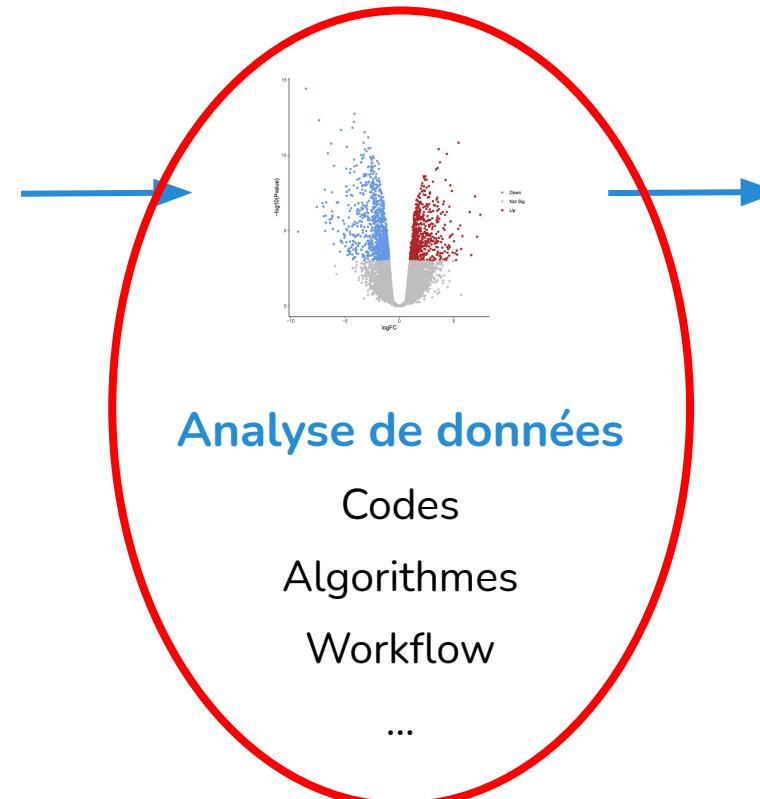


Données brutes

Principes FAIR data

&

Plan de gestion de
données



Communications

Articles

Thèse

Poster

...

Des principes hérités des principes FAIR data

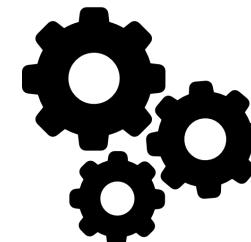
Findable



Accessible



Interoperable



Reusable



Des principes hérités des principes FAIR data



Des principes hérités des principes FAIR data

🔍 Facile à trouver

- Outils tiers utilisés = références dans leur domaine
- Protocole d'analyses simple à trouver (GitHub pages)

👉 A

⚙️ |

♻️ R

Des principes hérités des principes FAIR data

🔍 Facile à trouver

- Outils tiers utilisés = références dans leur domaine
- Protocole d'analyses simple à trouver (GitHub pages)

👉 Accessible

- Ressources disponibles (GitHub, Dockerub)
- Outils tiers open source (conda)



|



R

Des principes hérités des principes FAIR data

🔍 Facile à trouver

- Outils tiers utilisés = références dans leur domaine
- Protocole d'analyses simple à trouver (GitHub pages)

👉 Accessible

- Ressources disponibles (GitHub, Dockerub)
- Outils tiers open source (conda)

⚙️ Interopérable

- Coopération des outils (snakemake, docker) aussi bien en local que sur serveurs (cloud ou cluster)

♻️ R

Des principes hérités des principes FAIR data

🔍 Facile à trouver

- Outils tiers utilisés = références dans leur domaine
- Protocole d'analyses simple à trouver (GitHub pages)

👉 Accessible

- Ressources disponibles (GitHub, Dockerub)
- Outils tiers open source (conda)

⚙️ Interopérable

- Coopération des outils (snakemake, docker) aussi bien en local que sur serveurs (cloud ou cluster)

♻️ Réutilisable

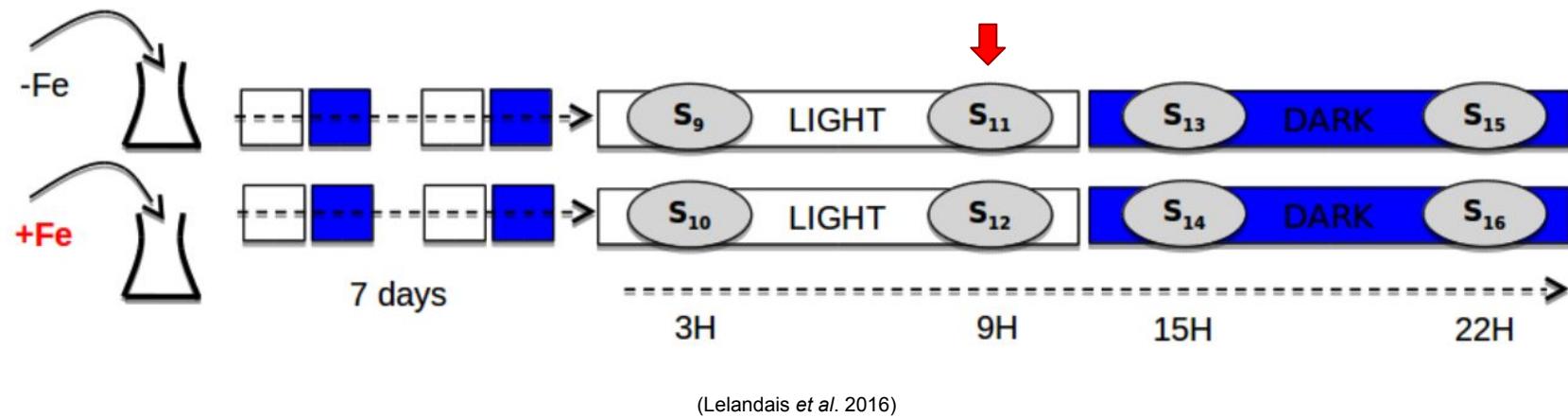
- Protocole rejouable simplement (snakemake) à l'identique (Jupyter) dans un environnement virtuel (docker)

Exemple d'utilisation

Exemple d'utilisation

Plan expérimental

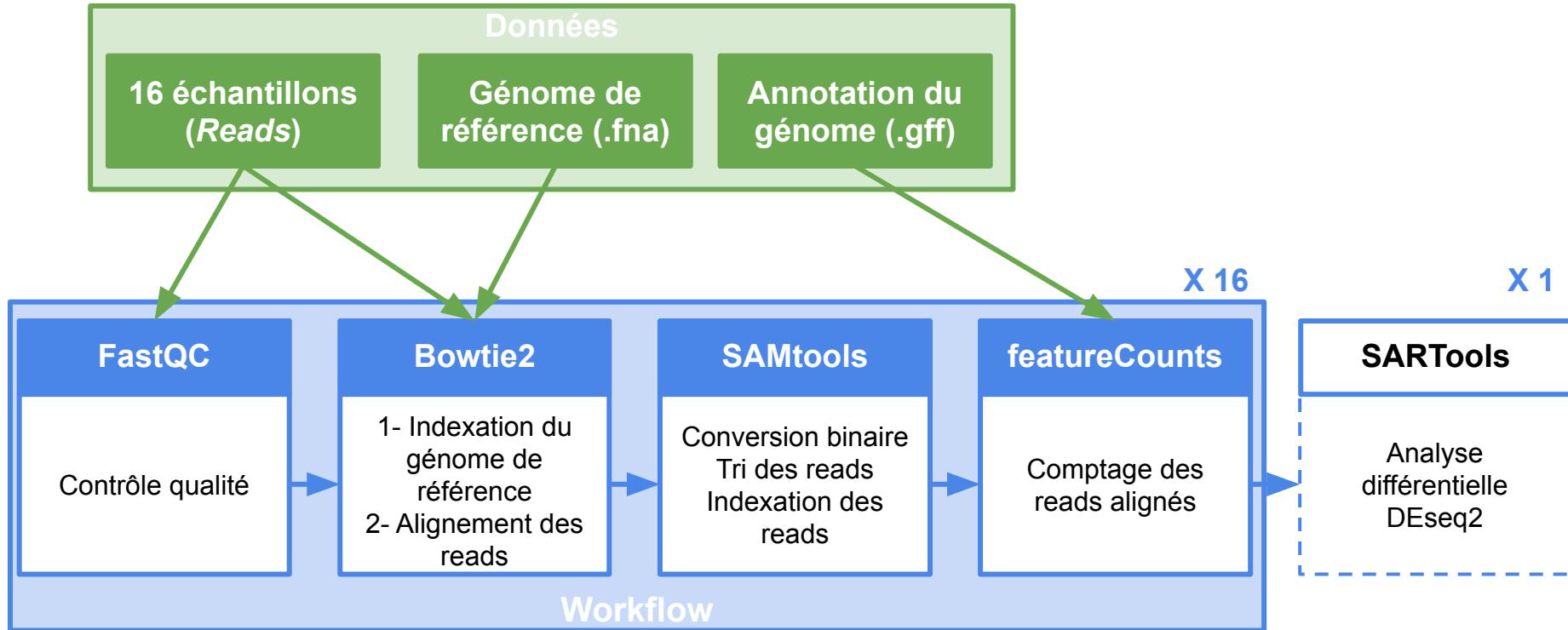
Étude de la réponse à une privation en fer chez l'algue verte *Ostreococcus tauri*
16 échantillons de données RNAseq (triplicat, single-end de 100bp)



Données réduites pour la démonstration

Exemple d'utilisation

Analyse de données

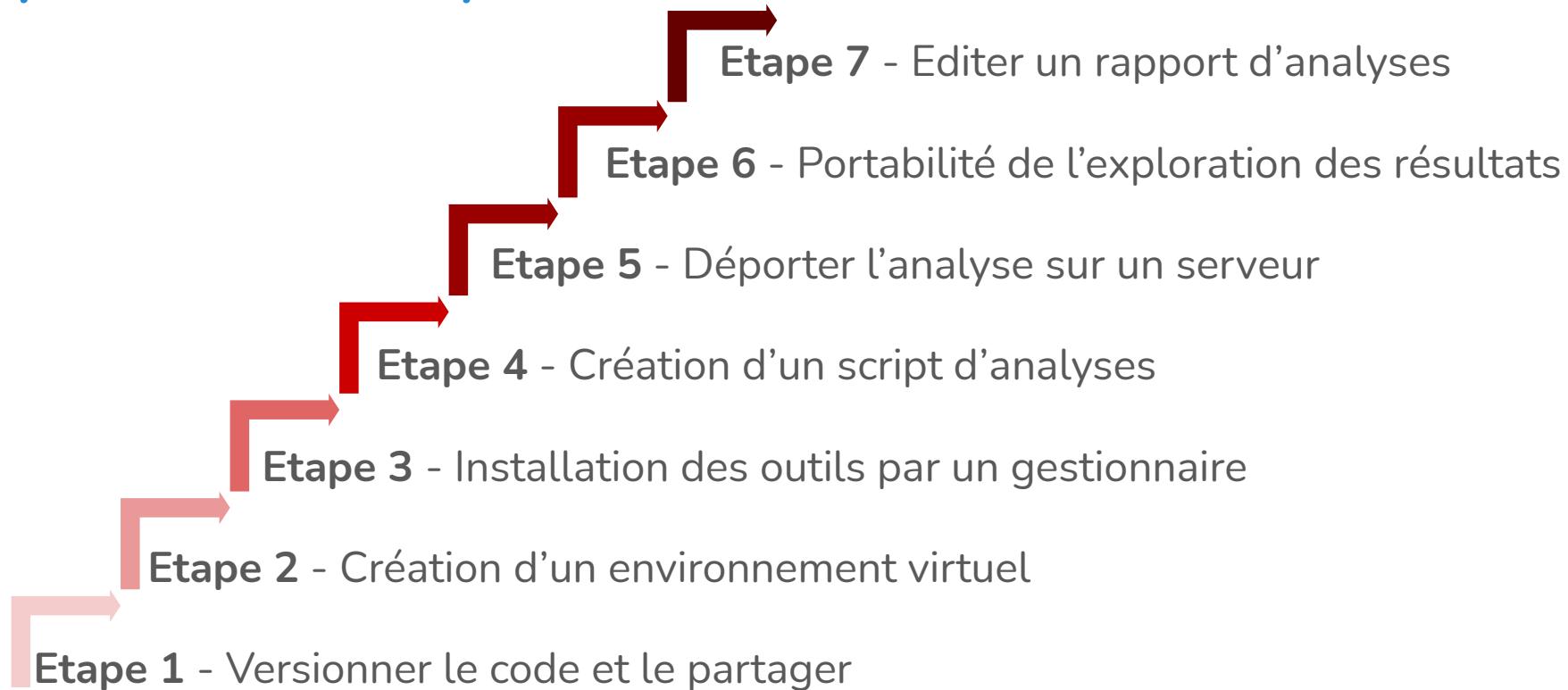


Notre question à présent ?

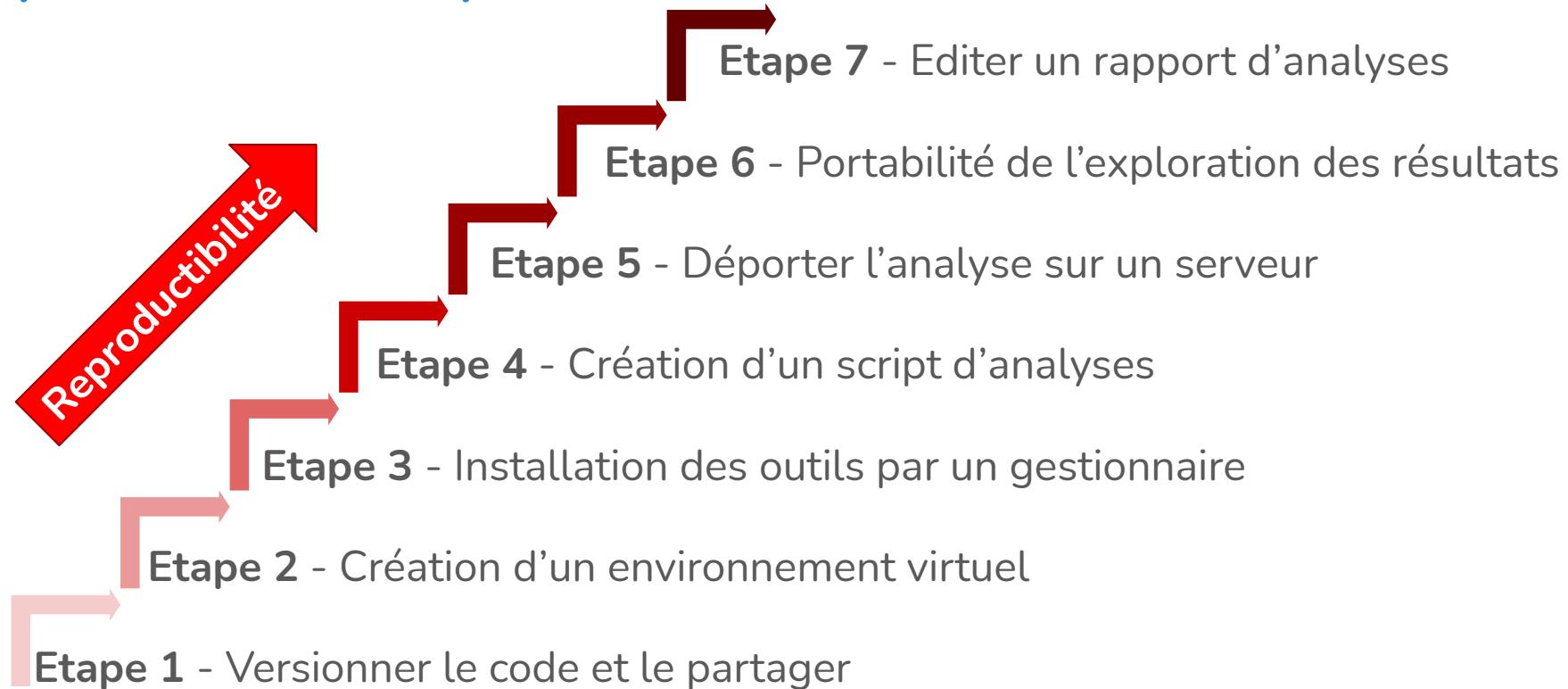
**Comment réaliser cette analyse
de façon reproductible ?**

(et pourquoi pas la rejouer en un click)

Proposition en 7 étapes



Proposition en 7 étapes



IMPORTANT

Des équivalents pour chaque choix techniques

GitHub



docker



SNAKEMAKE



ifb
INSTITUT FRANÇAIS
DE BIOTHÉTIQUE



GitLab

Atlassian
Bitbucket

nextflow

nextflow

CMake

I2BC
Institut de Biologie et Chimie des Substances Complexes

aws

Microsoft
Azure

Google Cloud

Etape 1 - Versionner le code et le partager

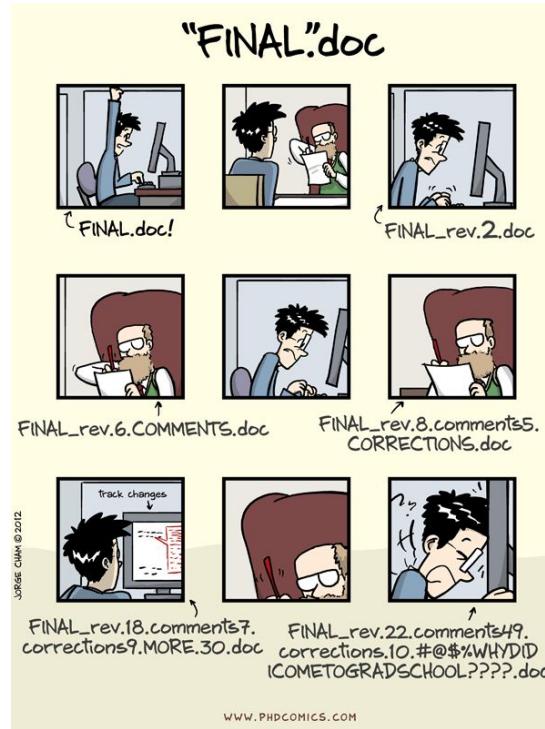
Pourquoi ?

- Avoir la bonne version du code
- Vision dans le temps
- Ouverture à la communauté



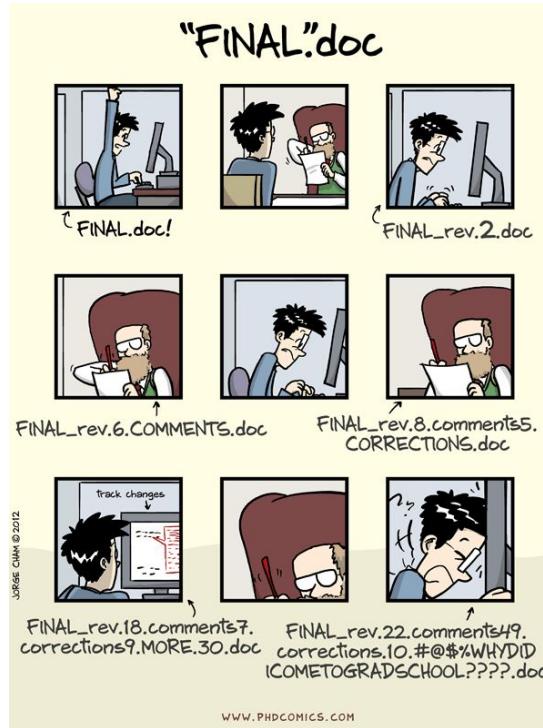
Toujours plus reproductible !

Etape 1 - Versionner le code et le partager



Toujours plus reproductible !

Etape 1 - Versionner le code et le partager



git



GitHub



GitLab

Avantages

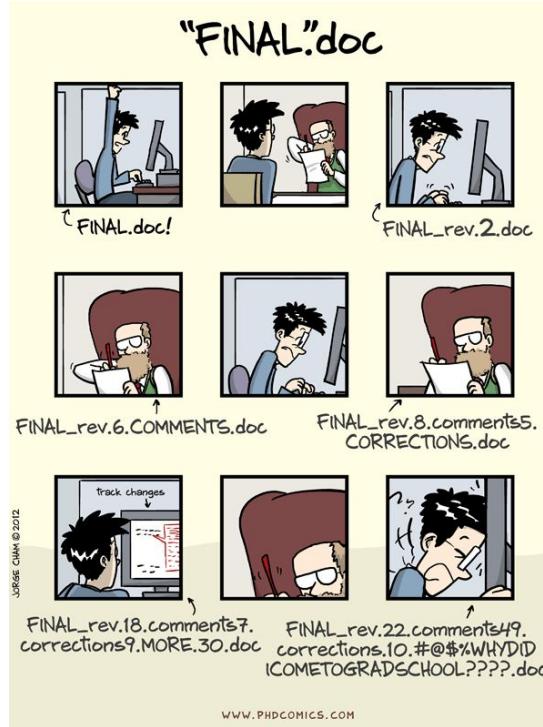
- Sauvegarde du code
- Simple pour partager
- Gestion automatique des versions

Inconvénients

- Pas simple pour les novices

Toujours plus reproductible !

Etape 1 - Versionner le code et le partager



Après

IFB-ElixirFr / IFB-FAIR-bioinfo-training

Code Issues Pull requests Actions Projects Wiki Security Insights Settings

master 2 branches 2 tags Go to file Add file Download Code

thomasdenecker add new links 92e2188 on 2 Sep 61 commits

docs add new links 3 months ago

.gitignore ignore .DS_Store files 3 months ago

Images.zip to unzip for git-github.md 3 months ago

LICENSE Initial commit 3 months ago

README.md Update README.md 3 months ago

_config.yml Set theme jekyll-theme-cayman 3 months ago

README.md

Les principes FAIR appliqués à la bioinformatique

L'institut Français de Bioinformatique (IFB) organise en partenariat avec l'institut de Biologie Intégrative de la Cellule (IB2C) une formation à destination des bioinformaticiens et biostatisticiens souhaitant mettre en oeuvre les principes "FAIR" (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable) dans leurs projets d'analyse et de développement. Les concepts FAIR, initialement définis dans le contexte d'ouverture des données de la recherche, seront ici adaptés pour cadrer avec un projet type de développement et/ou analyse bioinformatique/biostatistique. Ainsi, la formation s'abordera par les aspects "FAIR" spécifiques aux données mais introduira plusieurs outils permettant d'améliorer la reproductibilité des analyses.

Pour plus d'informations (programme, slides, ...), un site web de la formation est disponible [ici](#).

Objectifs pédagogiques

A la fin de cette formation, les participants pourront mettre en oeuvre les principes de la science reproductible : encapsuler un environnement de travail, concevoir et exécuter des workflows, gérer des versions de code, passer à l'échelle sur un cluster de calcul, gérer des environnements logiciels et assurer la traçabilité de leur analyse à l'aide de Notebooks.

La formation organisée en deux temps

La formation s'organise en deux temps :

About

Formation continue sur la FAIRisation du code informatique

ifb-elixirfr.github.io/ib2-fair-bioinfo... bioinformatics fair

Readme AGPL-3.0 License

Releases 2 Tess release 8 days ago + 1 release

Packages No packages published Publish your first package

Contributors 12

Environments 1 github-pages Active

Etape 2 - Création d'un environnement virtuel

Pourquoi ?

- Figer l'environnement
- Partager l'environnement



Toujours plus reproductible !

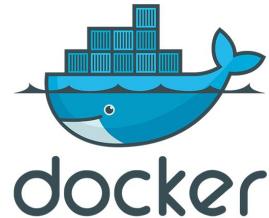
Etape 2 - Création d'un environnement virtuel

Avant



Etape 2 - Crédit d'un environnement virtuel

Avant



Avantages

- Rapide et léger
- Portable
- Simple à partager et déployer

Inconvénients

- Avec un système à jour
- Accepté dans votre structure ?

Etape 2 - Crédit à l'écriture d'un Dockerfile

Avant



Après : R & un package figés



```
FROM rocker/tidyverse  
  
MAINTAINER Thomas DENECKER (thomas.denecker@gmail.com)  
  
RUN Rscript -e  
  'devtools::install_github("PF2-pasteur-fr/SARTools",  
  build_opts="--no-resave-data")'
```

Etape 3 - Installation des outils par un gestionnaire

Pourquoi ?

- Avoir la bonne version
- Installer simplement



Etape 3 - Installation des outils par un gestionnaire

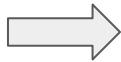
Avant : exemple de FastQC

- 1) Télécharger la source
- 2) Décompresser le dossier
- 3) Installer et mettre à jour Java
(nombreux problèmes)
- 4) Changer les droits

Etape 3 - Installation des outils par un gestionnaire

Avant : exemple de FastQC

- 1) Télécharger la source
- 2) Décompresser le dossier
- 3) Installer et mettre à jour Java
(nombreux problèmes)
- 4) Changer les droits



CONDA

Avantages

- Gestionnaire simple à installer
- Installation simple des paquets
- Gestion des versions

Inconvénients

- Peut être lourd (solution miniconda)
- Paquets manquants (R)

Etape 3 - Installation des outils par un gestionnaire

Avant : exemple de FastQC

- 1) Télécharger la source
- 2) Décompresser le dossier
- 3) Installer et mettre à jour Java
(nombreux problèmes)
- 4) Changer les droits



Après

```
$ conda install -c bioconda -y fastqc=0.11.2
```

Tous les outils utilisés dans le protocole sont disponibles sur Conda (<https://anaconda.org/>) : bowtie2, samtools, htseqcount, aspera, snakemake, ...

Installation aussi simple

Etape 4 - Création d'un script d'analyse

Pourquoi ?

- Avoir un script d'analyse reproductible
- Ne pas refaire ce qui est déjà fait
- Paralléliser



Etape 4 - Création d'un script d'analyse

Avant (script Shell)

```
for sample in `ls *.fastq.gz`  
do  
    fastqc ${sample}  
done
```

Etape 4 - Crédation d'un script d'analyse

Avant (script Shell)

```
for sample in `ls *.fastq.gz`  
do  
    fastqc ${sample}  
done
```



Avantages

- Workflow (gestion des jobs)
- Puissant et rapide
- Capable d'utiliser des environnements Conda
- Parallélisable sur un cluster

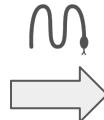
Inconvénients

- Une logique à prendre
- Syntaxe moins simple que le script shell

Etape 4 - Crédation d'un script d'analyse

Avant (script Shell)

```
for sample in `ls *.fastq.gz`  
do  
    fastqc ${sample}  
done
```

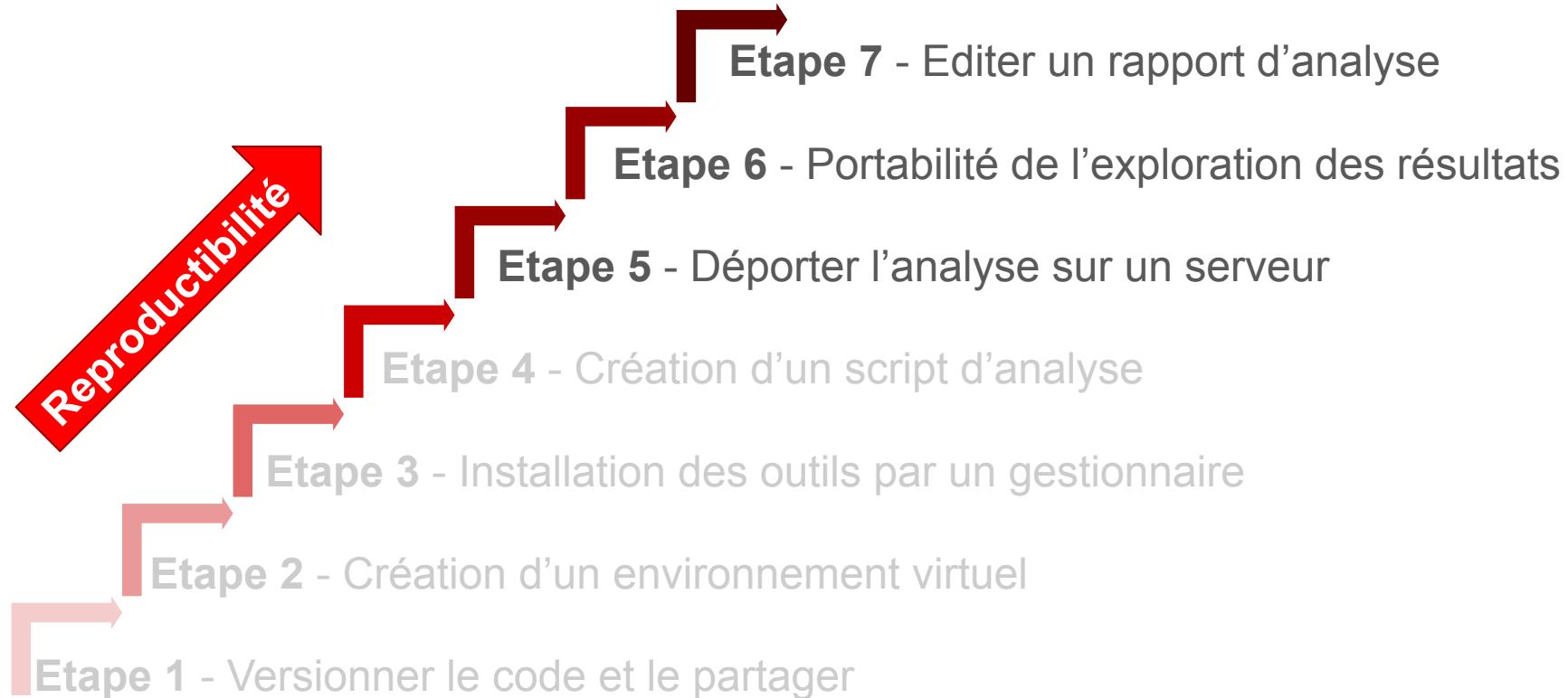


Après (Snakefile)

```
$ cat > Snakefile  
SAMPLES, =  
glob_wildcards("./samples/{smp}.fastq.gz")  
  
rule final:  
input:expand("fastqc/{smp}/{smp}_fastqc.zip",smp  
=SAMPLES)  
  
rule fastqc:  
    input: "samples/{smp}.fastq.gz"  
    output:"fastqc/{smp}/{smp}_fastqc.zip"  
    message: """Quality check"""  
    shell: """fastqc {input} --outdir  
fastqc/{wildcards.smp}"""  
$ snakemake
```

Plus court à écrire mais pas à exécuter !

Où en sommes nous ?



Etape 5 - Déporter l'analyse sur un serveur

Pourquoi ?

- Environnement contrôlé
- Déport de l'analyse



Etape 5 - Déporter l'analyse sur un serveur

Avant

Adaptation en local et sur les serveurs difficile voire non gérée ...

Etape 5 - Déporter l'analyse sur un serveur

Avant

Adaptation en local et sur les serveurs difficile voire non gérée ...



Avantages

- Simple à mettre en place
- Augmentation de la puissance (cloud ou cluster)
- Pour tout le monde

Inconvénients

- Pas simple pour les novices
- Attention aux données sensibles

Etape 5 - Déporter l'analyse sur un serveur

Avant

Adaptation en local et sur les
serveurs difficile voire non gérée ...



Après

```
$ git clone  
https://github.com/thomasdenecker/FAIR_Bioinfo  
  
$ cd FAIR_Bioinfo  
  
$ sudo docker run --rm -d -p 80:8888 --name  
fair_bioinfo -v ${PWD}:/home/rstudio  
tdenecker/fair_bioinfo bash ./FAIR_script.sh
```

Le protocole est lancé !

Etape 6 - Portabilité de l'exploration des résultats

Pourquoi ?

- Rendre simple l'exploration
- Simple à partager



Etape 6 - Portabilité de l'exploration des résultats

Avant : Terminal R

```
dds <- DESeqDataSetFromMatrix(countData =
cts,colData = coldata, design= ~ batch +
condition)

dds <- DESeq(dds)
resultsNames(dds) # lists the coefficients
res <- results(dds, name =
"condition_trt_vs_untrt")

# or to shrink log fold changes
# association with condition:
res <- lfcShrink(dds,
coef="condition_trt_vs_untrt", type="apeglm")
```

Etape 6 - Portabilité de l'exploration des résultats

Avant : Terminal R

```
dds <- DESeqDataSetFromMatrix(countData =  
cts,colData = coldata, design= ~ batch +  
condition)  
  
dds <- DESeq(dds)  
resultsNames(dds) # lists the coefficients  
res <- results(dds, name =  
"condition_trt_vs_untrt")  
  
# or to shrink log fold changes  
# association with condition:  
res <- lfcShrink(dds,  
coef="condition_trt_vs_untrt", type="apeglm")
```



Avantages

- Portable (HTML)
- Accessible partout
- Interactif (paramétrable, graphes dynamiques, ...)

Inconvénients

- Mélange de R et de HTML

Etape 6 - Portabilité de l'exploration des résultats

Avant : Terminal R

```
dds <- DESeqDataSetFromMatrix(countData =  
cts,colData = coldata, design= ~ batch +  
condition)  
  
dds <- DESeq(dds)  
resultsNames(dds) # lists the coefficients  
res <- results(dds, name =  
"condition_trt_vs_untrt")  
  
# or to shrink log fold changes  
# association with condition:  
res <- lfcShrink(dds,  
coef="condition_trt_vs_untrt", type="apeglm")
```



The FAIR app interface displays differential analysis results. In the top screenshot, the 'Parameters' section shows 'method: edgeR', 'differential analysis: condition B vs A', and 'lfcType: logFC'. The 'Graphics' section shows a scatter plot of 'logFC' vs 'negLog10PValue'. In the bottom screenshot, the 'Differential analysis' section shows a scatter plot of 'logFC' vs 'negLog10PValue' and a histogram of 'FDR adjusted p-value'.

Etape 7 - Editer un rapport d'analyse

Pourquoi ?

- Avoir une trace de l'analyse
(date, heure, paramètres, ...)
- Stocker les versions des outils



Toujours plus reproductible !

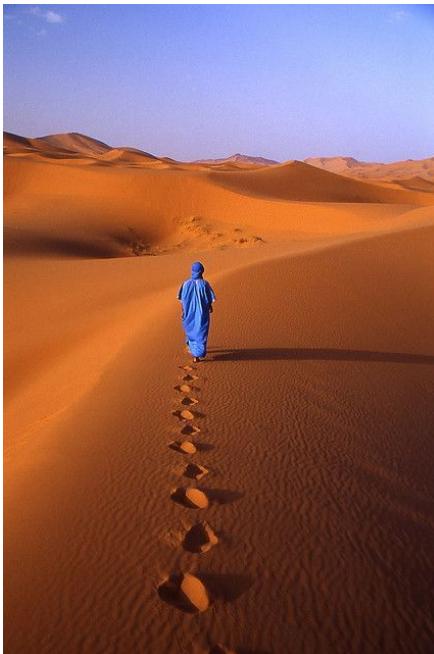
Etape 7 - Editer un rapport d'analyse

Avant



Etape 7 - Editer un rapport d'analyse

Avant



Avantages

- Syntaxe simple (Markdown)
- Partage (PDF, HTML, ...)

Inconvénients

- Rares problèmes de visualisation en L^AT_EX

Etape 7 - Editer un rapport d'analyse

Avant



Après

Statistical report of project Demo: pairwise comparison(s) of conditions with DESeq2

Thomas Denecker

2020-11-12

The SARTools R package which generated this report has been developed at PFB - Institut Pasteur by M.-A. Dillies and H. Varet (hugo.varet@pasteur.fr). Thanks to cite H. Varet, L. Brillet-Guiguen, J.-Y. Coppee and M.-A. Dillies, SARTools: A DESeq2- and EdgeR-Based R Pipeline for Comprehensive Differential Analysis of RNA-Seq Data, PLoS One, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0157022> when using this tool for any analysis published.

1 Introduction

The analysis reported in this document are part of the Demo project. The aim is to find features that are differentially expressed between STANDARD and DEPLETED. The statistical analysis process includes data normalization, graphical exploration of raw and normalized data, test for differential expression for each feature between the conditions, raw p-value adjustment and export of lists of features having a significant differential expression between the conditions.

The analysis is performed using the R software [1], Bioconductor [2] packages including DESeq2 [3,4] and the SARTools package developed at PFB - Institut Pasteur. Normalization and differential analysis are carried out according to the DESeq2 model and package. This report comes with additional tab-delimited text files that contain lists of differentially expressed features.

For more details about the DESeq2 methodology, please refer to its related publications [3,4].

2 Description of raw data

The count data files and associated biological conditions are listed in the following table.

Table 1: Data files and associated biological conditions.

label	files	iron
S1	SRP3099587_chr18_ftc.txt	STANDARD
S2	SRP3099586_chr18_ftc.txt	STANDARD
S3	SRP3099585_chr18_ftc.txt	STANDARD
D1	SRP3105699_chr18_ftc.txt	DEPLETED
D2	SRP3105698_chr18_ftc.txt	DEPLETED
D3	SRP3105697_chr18_ftc.txt	DEPLETED

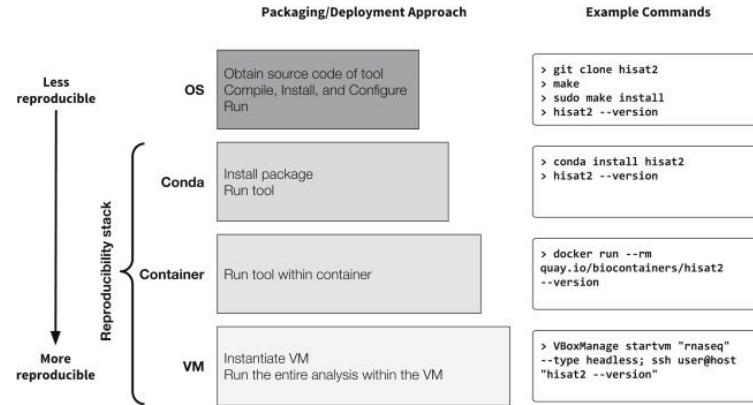
After loading the data we first have a look at the raw data table itself. The data table contains one row per annotated feature and one column per sequenced sample. Row names of this table are feature IDs (unique identifiers). The table contains raw count values representing the number of reads that map onto the features. For this project, there are 7659 features in the count data table.

Table 2: Partial view of the count data table.

	S1	S2	S3	D1	D2	D3
costa01g00010	11	12	11	7	5	1

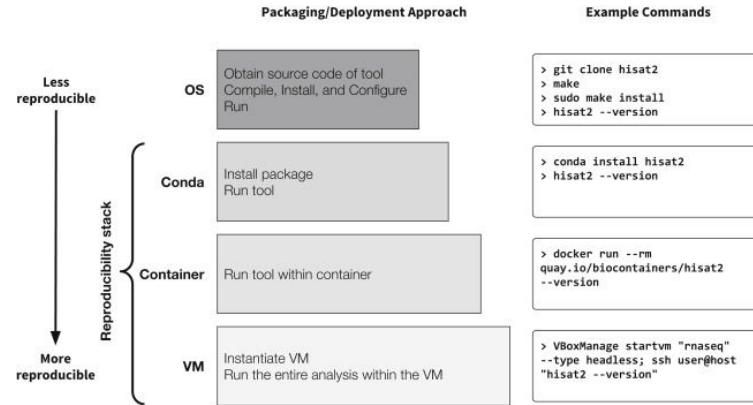
Conclusion

Quel est notre niveau de reproductibilité?



Practical Computational Reproducibility in
the Life Sciences, Björn Grüning et al, 2018

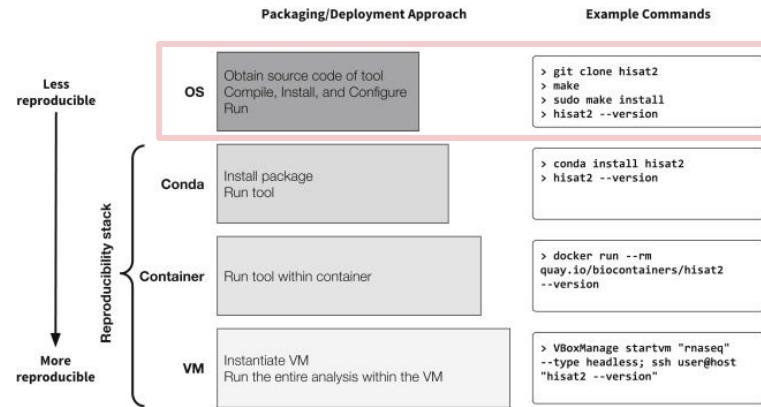
Quel est notre niveau de reproductibilité?



Practical Computational Reproducibility in
the Life Sciences, Björn Grüning et al, 2018



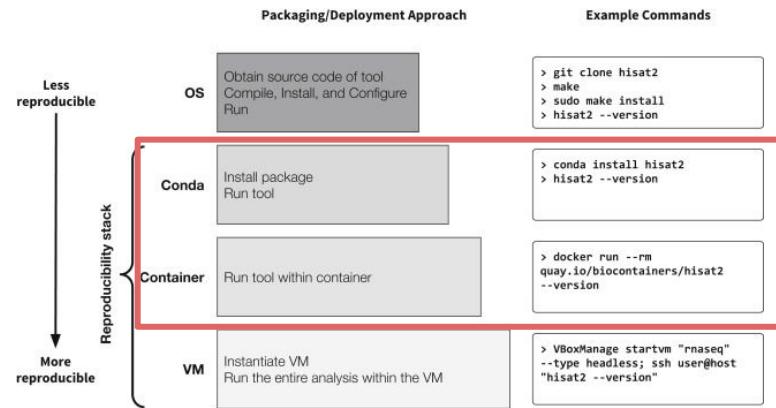
Quel est notre niveau de reproductibilité?



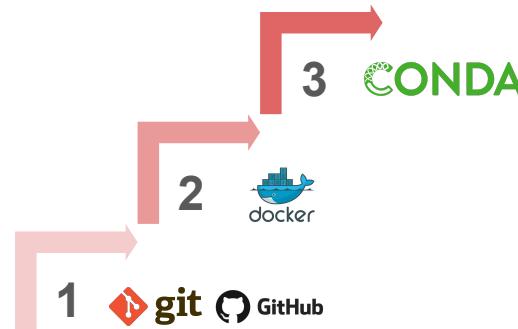
Practical Computational Reproducibility in
the Life Sciences, Björn Grüning et al, 2018



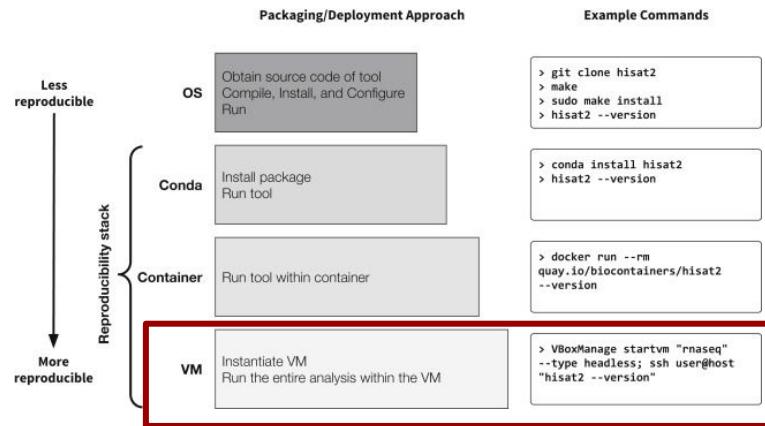
Quel est notre niveau de reproductibilité?



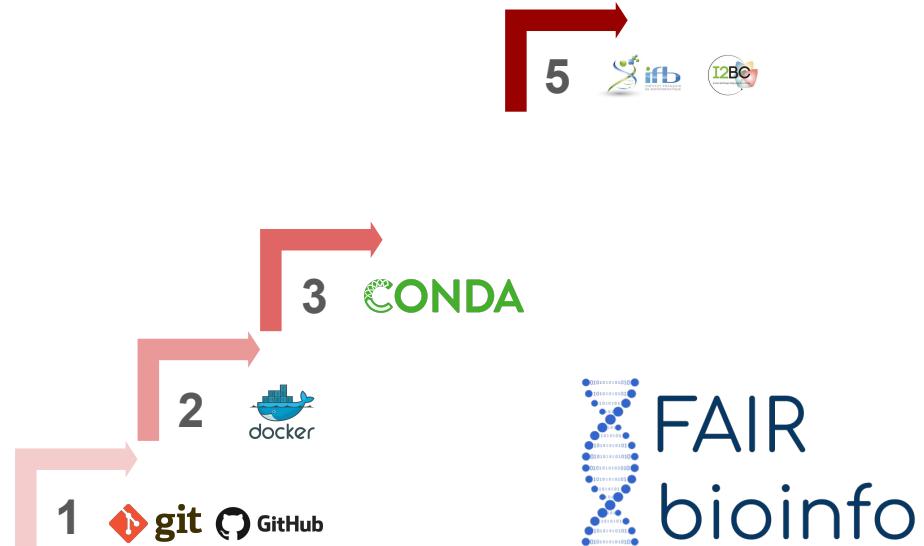
Practical Computational Reproducibility in
the Life Sciences, Björn Grüning et al, 2018



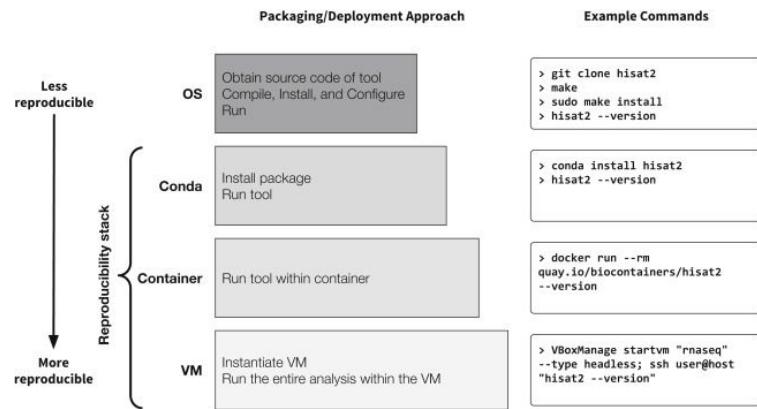
Quel est notre niveau de reproductibilité?



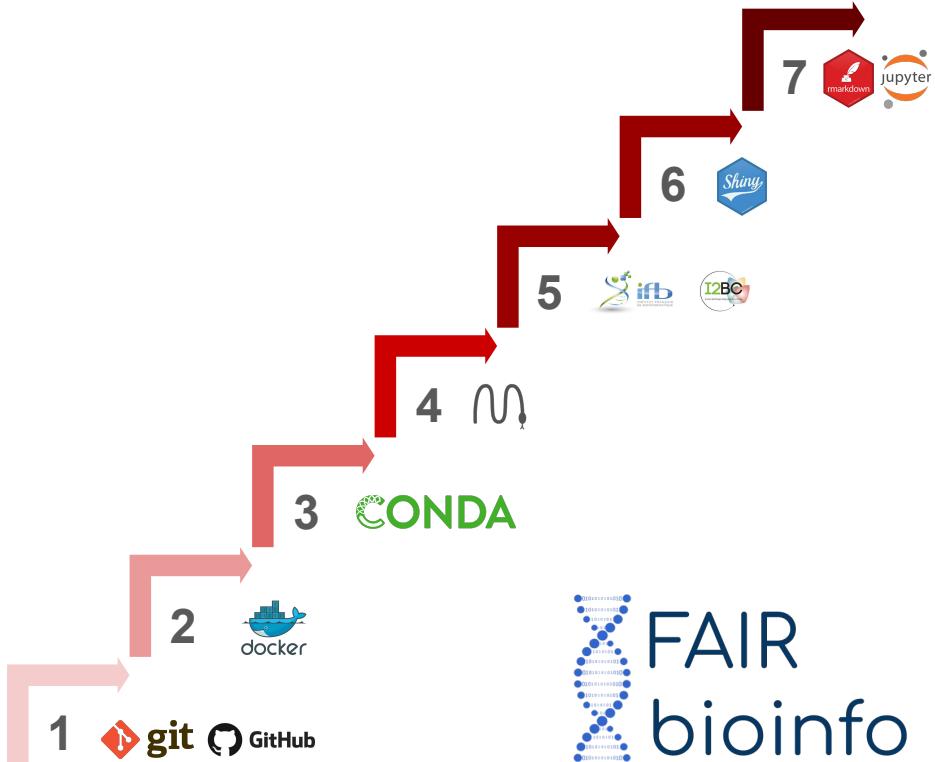
Practical Computational Reproducibility in the Life Sciences, Björn Grüning et al, 2018



Quel est notre niveau de reproductibilité?



Practical Computational Reproducibility in
the Life Sciences, Björn Grüning et al, 2018



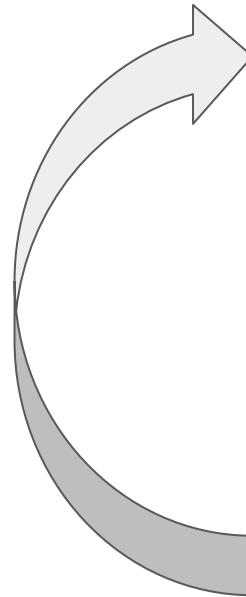
Take home messages

Une vraie réflexion sur la reproductibilité des analyses en Bioinformatique

Proposition d'une solution qui aide à rendre reproductible n'importe quel protocole d'analyse

La reproductibilité est une plus value pour la Bioinformatique !

Un cercle vertueux



FAIR raw data

+

FAIR_bioinfo scripts/protocols

=

FAIR processed data

Mise en application



Notre objectif

(Re)Découvrir des outils complémentaires pour gagner en reproductibilité

Notre crédo

FAIR raw data + FAIR bioinfo = FAIR processed data



Cours basés sur un exemple utilisant des données publiées

<https://ifb-elixirfr.github.io/IFB-FAIR-bioinfo-training/index.html#home>

Ressources

FAIR_bioinfo

- 2019 : https://github.com/thomasdenecker/FAIR_Bioinfo
- 2020 : <https://ifb-elixirfr.github.io/IFB-FAIR-bioinfo-training/session2020.html>
- 2021 : <https://ifb-elixirfr.github.io/IFB-FAIR-bioinfo-training/session2021.html>

FAIR & le cluster de l'IFB

- Slurm : https://ifb-elixirfr.github.io/IFB-FAIR-bioinfo-training/assets/pdf/Session2020/04_cluster.pdf
- Snakemake + Slurm :
https://ifb-elixirfr.github.io/IFB-FAIR-bioinfo-training/assets/pdf/Session2020/04_tp1_snakemake.pdf
- Docker/Singularity :
https://ifb-elixirfr.github.io/IFB-FAIR-bioinfo-training/assets/pdf/Session2020/04_tp2_singularity.pdf

Données

- Originale : <https://trace.ncbi.nlm.nih.gov/Traces/sra/?run=SRR4026187>
- Réduite : <https://doi.org/10.5281/zenodo.3997237>

Conclusion

Une belle équipe !

2019



T. Denecker



C. Toffano-Nioche

2020-2021



C. Hernandez



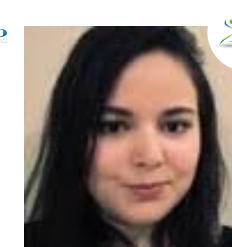
H. Chiapello



G. Le Corguillé



P. Lieby



Y. Mahmah



J. Seiler



J. van Helden

Comment FAIRe ? Et si on essayait !

Création d'un PGD



Titre du projet

EBAII N2

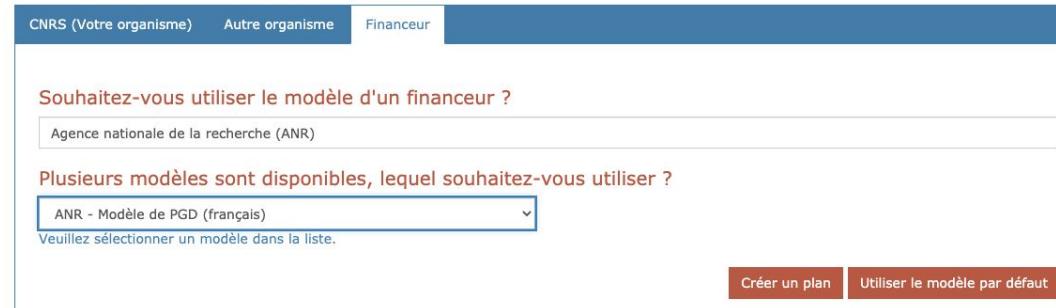
projet de test, d'entraînement ou à des fins de formation

<https://dmp.opidor.fr/plans/9346>

Choisissez un modèle

Vous pouvez choisir soit un modèle fourni par votre organisme soit par un autre organisme, ou un modèle financeur. Le modèle par défaut est **Science Europe - DMP template (english)**.

Retrouvez la liste des modèles disponibles



Souhaitez-vous utiliser le modèle d'un financeur ?

Agence nationale de la recherche (ANR)

Plusieurs modèles sont disponibles, lequel souhaitez-vous utiliser ?

ANR - Modèle de PGD (français)

Veuillez sélectionner un modèle dans la liste.

Créer un plan Utiliser le modèle par défaut

Comment reproduire l'analyse ?

EBAII N2

Renseignements sur le projet Produits de recherche Modèle choisi Rédiger Partager Demande d'assistance conseil Télécharger

tout développer | tout réduire

1. Data description and collection or re-use of existing data (2 questions)

2. Documentation and data quality (2 questions)

2a. What metadata and documentation (for example the methodology of data collection and way of organising data) will accompany the data?

B I É - É - ⌂ - É

Les données sont déjà publiées (les métadonnées y sont disponibles) :
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/assembly/GCF_000214015.3/

Un fichier notebook Jupyter est aussi disponible pour reproduire l'analyse :
https://github.com/IFB-ElixirFr/journeeAxelBioInfo_2020/blob/main/demoJourneeAxelBioInfo.ipynb

Enregistrer

Répondre juste now par thomas.denecker@france-bioinformatique.fr

2b. What data quality control measures will be used?

B I É - É - ⌂ - É

Toutes ces informations sont disponibles dans l'article.

Enregistrer

Répondre 7 minutes ago par thomas.denecker@france-bioinformatique.fr

Recommandations Commentaires

Science Europe

- Indicate which metadata will be provided to help others identify and reuse the data.
- Indicate what metadata standards (for example DOI, TEI, EML, MARC, CMDI) will be used.
- Use community metadata standards where these are in place.
- Indicate how the data will be organised for reproducibility, for example by using consistent and folder structures. Consistent, well-ordered research data will be easier to find, understand, and re-use.
- Indicate how much descriptive information is needed to enable re-use. This may include information on the methodology used to collect data, analytical and procedural information, definitions of variables, units of measurement, and so on.
- Consider how this information will be captured and where it will be recorded for example in a database with links to each item, a 'readme' text file, file headers, code books, or lab notebooks.

Recommandations Commentaires

Science Europe

- Explain how the consistency and quality of data collection will be controlled and documented. This may include processes such as calibration, repeated samples or replicates, data entry validation, data capture, data entry validation, peer review of data, or representation with controlled vocabularies.

https://github.com/IFB-ElixirFr/FAIR_EBAII_n2/blob/master/demoFAIR_EBAII_n2.ipynb

Reproduire l'analyse sur Jupyter hub



Sign in

Username:

Password:

Sign in

[https://jupyterhub.cluster.france-bioinformatique.fr/hub/login
?next=%2Fhub%2F](https://jupyterhub.cluster.france-bioinformatique.fr/hub/login?next=%2Fhub%2F)

Reproduire l'analyse en un click !

Au programme

- Notebook Jupyter (kernel bash)
- Téléchargement des données
- Import des scripts et des fichiers de paramétrage
- Réalisation des l'analyse
 - En parallèle
 - Sur le cluster
 - De façon reproductible
- Exploration préliminaire des résultats

Les principes FAIR appliqués à la bioinformatique
Outils et environnements FAIR pour la bioanalyse
Thomas Denecker - Data brokering - IFB core

Rejouer son article en un click

Cas d'étude

Contexte

L'objectif de l'étude est d'étudier la réponse à une privation en fer chez l'algue verte *Ostreococcus tauri* Lelandais et al, 2016. Il s'agit d'un organisme de 13.0328 Mb séparé en 20 chromosomes.

L'expérience est composée de 16 échantillons de données RNAseq (triplicat, single-end de 100bp). Le plan d'expérience est illustré ci-dessous. Pour accompagner cette démonstration, nous avons choisi les échantillons S11 et S12 (réponse adaptative à long terme),

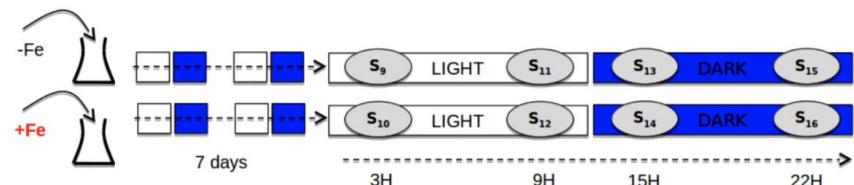


Figure 1 | Plan expérimental

Partager ses résultats avec un notebook interactif

Au programme

- Notebook Jupyter (kernel R)
- Import des résultats
- Réalisation d'un tableau explorable avec datatable
- Réalisation d'un volcano plot avec plotly. Lors du survol d'un point, des informations sont retournées

Les principes FAIR appliqués à la bioinformatique
Notebook R interactif pour le partage des résultats
Thomas Denecker - Data brokering - IFB core

Un notebook R interactif

Chargement des packages

```
options(warn=-1)
library(plotly)
library(dplyr)
library(gridExtra)
library(htmltools)
```

Lectures du tableau de résultats de SARtools

```
dataSarTools <- read.csv("backup/tables/DEPLETEDv5STANDARD.complete.txt", sep = "\t", header = T, stringsAsFactors = F)
dataSarTools <- dataSarTools %>%
  filter(log2FoldChange != "") %>%
  arrange(desc(log2FoldChange)) %>%
  mutate(log2FoldChange = as.numeric(log2FoldChange),
        pvalue = as.numeric(pvalue))
```

datatable

Documentation : <https://rstudio.github.io/DT/>

```
datatable(dataSarTools, %>%,
         options = list(dom = "Bfrtip",
                       buttons = c("copy", "csv", "excel", "pdf", "print"),
                       pageLength = 5, autoWidth = TRUE
                     ))
```

Volcano plot avec Plotly

Documentation : <https://plotly.com/r/>

```
inter = cbind(x = dataSarTools$log2FoldChange,
               y = -log10(dataSarTools$pvalue),
               pvalue = dataSarTools$pvalue,
               feature = dataSarTools$ID)
inter = as.data.frame(inter)
inter[is.na(inter)] = NA
inter[,1] = as.numeric(as.character(inter[,1]))
inter[,2] = as.numeric(as.character(inter[,2]))
inter[,3] = as.numeric(as.character(inter[,3]))

color = rep("black", nrow(inter))
color[inter[,3] <= 2 & inter[,2] >= -log10(0.01)] = "red"
color[pos] = "red"

plot_ly(inter, x = ~x, y = ~y, type = "scatter", mode = "markers",
        text = ~paste0("feature:", feature, ", log10(pValue):", pvalue),
        marker = list(color = color)) %>%
  layout(xaxis = list(type = "log", title = "log10(log2Fold change)", ticktext = c("1", "10", "100", "1000")),
         yaxis = list(type = "log", title = "log10(pValue)", ticktext = c("1", "10", "100", "1000")),
         shapes = list(list(type = "line", x0 = min(inter[,1]), x1 = max(inter[,1]), y0 = -log10(0.01), y1 = -log10(0.01), line = list(dash = "dot", width = 1)),
                     list(type = "line", x0 = -2, x1 = -2, y0 = yMax(inter[,2]), y1 = yMax(inter[,2]), line = list(dash = "dot", width = 1)),
                     list(type = "rect", x0 = -2, x1 = -2, y0 = -log10(0.01), y1 = yMax(inter[,2]), line = list(dash = "dot", width = 1))),
         xaxis = list(ticksuffix = "10^", title = "log10(log2Fold change)", ticks = c("1", "10", "100", "1000")),
         yaxis = list(ticksuffix = "10^", title = "log10(pValue)", ticks = c("1", "10", "100", "1000")))
```

sessionInfo()