

# Science ouverte, logiciel de recherche et reproductibilité scientifique

Raphaël Monat

`rmonat.fr`

Impact Science Ouverte, Nancy

2026-01-28



- ▶ Chargé de recherche, Inria Lille

# Présentation(s)

- ▶ Chargé de recherche, Inria Lille
- ▶ Recherche : améliorer la qualité des logiciels

# Présentation(s)


- ▶ Chargé de recherche, Inria Lille
- ▶ Recherche : améliorer la qualité des logiciels  
Analyse de programmes C, Python, Catala (DSL loi)

# Présentation(s)


- ▶ Chargé de recherche, Inria Lille
- ▶ Recherche : améliorer la qualité des logiciels  
Analyse de programmes C, Python, Catala (DSL loi)  
⇒ logiciel comme objet d'étude et résultat de mes recherches

- ▶ Chargé de recherche, Inria Lille
- ▶ Recherche : améliorer la qualité des logiciels  
Analyse de programmes C, Python, Catala (DSL loi)  
⇒ logiciel comme objet d'étude et résultat de mes recherches
- ▶ Évaluation de reproductibilité scientifique par les pairs

# Présentation(s)


- ▶ Chargé de recherche, Inria Lille
- ▶ Recherche : améliorer la qualité des logiciels  
Analyse de programmes C, Python, Catala (DSL loi)  
⇒ logiciel comme objet d'étude et résultat de mes recherches
- ▶ Évaluation de reproductibilité scientifique par les pairs
- ▶ Depuis 2022, membre du collège "Codes sources et logiciels"  Ouvrir la science!

# Présentation(s)

- ▶ Chargé de recherche, Inria Lille
- ▶ Recherche : améliorer la qualité des logiciels  
Analyse de programmes C, Python, Catala (DSL loi)  
⇒ logiciel comme objet d'étude et résultat de mes recherches
- ▶ Évaluation de reproductibilité scientifique par les pairs
- ▶ Depuis 2022, membre du collège "Codes sources et logiciels"  Ouvrir la science!
- ▶ Et vous ?



# Présentation(s)

- ▶ Chargé de recherche, Inria Lille
- ▶ Recherche : améliorer la qualité des logiciels  
Analyse de programmes C, Python, Catala (DSL loi)  
⇒ logiciel comme objet d'étude et résultat de mes recherches
- ▶ Évaluation de reproductibilité scientifique par les pairs
- ▶ Depuis 2022, membre du collège "Codes sources et logiciels"  Ouvrir la science!
- ▶ Et vous ?
- ▶ Restitution, des volontaires ?

- ▶ FLOSS depuis les années 1980

- ▶ FLOSS depuis les années 1980
- ▶ Monde universitaire en fait partie depuis le début

- ▶ FLOSS depuis les années 1980
- ▶ Monde universitaire en fait partie depuis le début
- ▶ Succès : Linux, Python, VLC, ...

## Qu'est ce qu'un logiciel de recherche ?

- ▶ “développés pour répondre à des besoins spécifiques de la science.”

— Louvet et al. [Lou+24]

## Qu'est ce qu'un logiciel de recherche ?

- ▶ “développés pour répondre à des besoins spécifiques de la science.”
- ▶ “conçus, maintenus, et utilisés par des scientifiques (chercheurs et ingénieurs) et institutions de recherche, éventuellement dans une dimension internationale.”

— Louvet et al. [Lou+24]

## Qu'est ce qu'un logiciel de recherche ?

- ▶ “développés pour répondre à des besoins spécifiques de la science.”
- ▶ “conçus, maintenus, et utilisés par des scientifiques (chercheurs et ingénieurs) et institutions de recherche, éventuellement dans une dimension internationale.”
- ▶ “Ils peuvent découler de travaux de recherche comme ils peuvent les favoriser, notamment par des publications avant/sur/autour/avec le logiciel.”

— Louvet et al. [Lou+24]

## Qu'est ce qu'un logiciel de recherche ?

- ▶ “développés pour répondre à des besoins spécifiques de la science.”
- ▶ “conçus, maintenus, et utilisés par des scientifiques (chercheurs et ingénieurs) et institutions de recherche, éventuellement dans une dimension internationale.”
- ▶ “Ils peuvent découler de travaux de recherche comme ils peuvent les favoriser, notamment par des publications avant/sur/autour/avec le logiciel.”
- ▶ “Ceux-ci peuvent se matérialiser de différentes façons (une plateforme, un intergiciel, un workflow ou une bibliothèque, module ou greffon d'un autre logiciel) et être ainsi en interaction dans un écosystème ou au contraire plus autonomes.”

— Louvet et al. [Lou+24]



## Citations des logiciels de recherche dans des publications [Bas+23]

- ▶ Étude large échelle de 908,000 publications avec des auteur.ice.s de France

## Citations des logiciels de recherche dans des publications [Bas+23]

- ▶ Étude large échelle de 908,000 publications avec des auteur.ice.s de France
- ▶ Les citations des logiciels dans les publication augmentent

## Citations des logiciels de recherche dans des publications [Bas+23]

- ▶ Étude large échelle de 908,000 publications avec des auteur.ice.s de France
- ▶ Les citations des logiciels dans les publication augmentent
- ▶ Cf. Baromètre science ouverte – codes et logiciels

## Citations des logiciels de recherche dans des publications [Bas+23]

- ▶ Étude large échelle de 908,000 publications avec des auteur.ice.s de France
- ▶ Les citations des logiciels dans les publication augmentent
- ▶ Cf. Baromètre science ouverte – codes et logiciels

## License des logiciels de recherche

## Citations des logiciels de recherche dans des publications [Bas+23]

- ▶ Étude large échelle de 908,000 publications avec des auteur.ice.s de France
- ▶ Les citations des logiciels dans les publication augmentent
- ▶ Cf. Baromètre science ouverte – codes et logiciels

## License des logiciels de recherche

- ▶ Étude recensant 1300 logiciels de recherche [Cat+24]

## Citations des logiciels de recherche dans des publications [Bas+23]

- ▶ Étude large échelle de 908,000 publications avec des auteur.ice.s de France
- ▶ Les citations des logiciels dans les publication augmentent
- ▶ Cf. Baromètre science ouverte – codes et logiciels

## License des logiciels de recherche

- ▶ Étude recensant 1300 logiciels de recherche [Cat+24]
- ▶ 10% utilisent une license propriétaire

- ▶ Production collaborative

# Enjeux spécifiques au logiciel

- ▶ Production collaborative
- ▶ Crédits et citation



# Enjeux spécifiques au logiciel

- ▶ Production collaborative
- ▶ Crédits et citation
- ▶ Complexité et interdépendances

# Enjeux spécifiques au logiciel

- ▶ Production collaborative
- ▶ Crédits et citation
- ▶ Complexité et interdépendances
- ▶ Diffusion et référencement

- ▶ Production collaborative
- ▶ Crédits et citation
- ▶ Complexité et interdépendances
- ▶ Diffusion et référencement
- ▶ Reproductibilité scientifique

- ▶ Production collaborative
- ▶ Crédits et citation
- ▶ Complexité et interdépendances
- ▶ Diffusion et référencement
- ▶ Reproductibilité scientifique
- ▶ Préservation

- ▶ Production collaborative
- ▶ Crédits et citation
- ▶ Complexité et interdépendances
- ▶ Diffusion et référencement
- ▶ Reproductibilité scientifique
- ▶ Préservation
- ▶ Valorisation

# Enjeux spécifiques au logiciel

- ▶ Production collaborative
- ▶ Crédits et citation
- ▶ Complexité et interdépendances
- ▶ Diffusion et référencement
- ▶ Reproductibilité scientifique
- ▶ Préservation
- ▶ Valorisation
- ▶ ...

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.



## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.
- 4 Donner la preuve à mes concurrents serait injuste pour moi.

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.
- 4 Donner la preuve à mes concurrents serait injuste pour moi.
- 5 La preuve est une propriété intellectuelle précieuse.

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.
- 4 Donner la preuve à mes concurrents serait injuste pour moi.
- 5 La preuve est une propriété intellectuelle précieuse.
- 6 Inclure les preuves rendrait les articles mathématiques beaucoup plus longs.

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.
- 4 Donner la preuve à mes concurrents serait injuste pour moi.
- 5 La preuve est une propriété intellectuelle précieuse.
- 6 Inclure les preuves rendrait les articles mathématiques beaucoup plus longs.
- 7 Les pairs évaluateurs n'accepteraient jamais de vérifier les preuves.

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.
- 4 Donner la preuve à mes concurrents serait injuste pour moi.
- 5 La preuve est une propriété intellectuelle précieuse.
- 6 Inclure les preuves rendrait les articles mathématiques beaucoup plus longs.
- 7 Les pairs évaluateurs n'accepteraient jamais de vérifier les preuves.
- 8 La preuve utilise des mécanismes mathématiques sophistiqués que la plupart des lecteurs ne connaissent pas.

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.
- 4 Donner la preuve à mes concurrents serait injuste pour moi.
- 5 La preuve est une propriété intellectuelle précieuse.
- 6 Inclure les preuves rendrait les articles mathématiques beaucoup plus longs.
- 7 Les pairs évaluateurs n'accepteraient jamais de vérifier les preuves.
- 8 La preuve utilise des mécanismes mathématiques sophistiqués que la plupart des lecteurs ne connaissent pas.
- 9 Ma preuve fait appel à d'autres théorèmes dont les preuves sont inédites (propriétaires).



## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.
- 4 Donner la preuve à mes concurrents serait injuste pour moi.
- 5 La preuve est une propriété intellectuelle précieuse.
- 6 Inclure les preuves rendrait les articles mathématiques beaucoup plus longs.
- 7 Les pairs évaluateurs n'accepteraient jamais de vérifier les preuves.
- 8 La preuve utilise des mécanismes mathématiques sophistiqués que la plupart des lecteurs ne connaissent pas.
- 9 Ma preuve fait appel à d'autres théorèmes dont les preuves sont inédites (propriétaires).
- 10 Les lecteurs de ma preuve voudront bénéficier d'une assistance utilisateur.

## Dix raisons de ne pas partager votre code – Leveque [Lev13]

Une comparaison satirique avec les preuves publiées en maths...

- 1 La preuve est trop compliquée pour être montrée à quelqu'un d'autre.
- 2 Je n'ai pas encore élucidé tous les détails.
- 3 C'est mon étudiant qui a prouvé le théorème, et il est parti depuis.
- 4 Donner la preuve à mes collègues est une trahison.
- 5 Les preuves mathématiques sont toujours plus longues que le code.
- 6  $\Rightarrow$  Du mauvais code est toujours mieux que pas de code du tout.
- 7 Les pairs évaluateurs n'accepteraient jamais de vérifier les preuves.
- 8 La preuve utilise des mécanismes mathématiques sophistiqués que la plupart des lecteurs ne connaissent pas.
- 9 Ma preuve fait appel à d'autres théorèmes dont les preuves sont inédites (propriétaires).
- 10 Les lecteurs de ma preuve voudront bénéficier d'une assistance utilisateur.

# Niveaux de reproductibilité d'une évaluation expérimentale

- 1 Faiblement répétable : d'autres personnes peuvent lancer l'évaluation

# Niveaux de reproductibilité d'une évaluation expérimentale

- 1 Faiblement répétable : d'autres personnes peuvent lancer l'évaluation
- 2 Répétable : l'auteur.ice peut ré-obtenir ses résultats expérimentaux

# Niveaux de reproductibilité d'une évaluation expérimentale

- 1 Faiblement répétable : d'autres personnes peuvent lancer l'évaluation
- 2 Répétable : l'auteur.ice peut ré-obtenir ses résultats expérimentaux
- 3 Reproductible : d'autres personnes peuvent obtenir les résultats expérimentaux

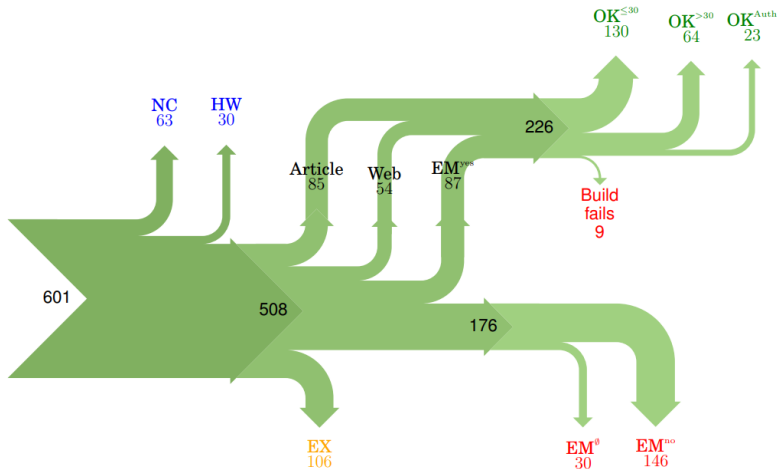
# Niveaux de reproductibilité d'une évaluation expérimentale

- 1 Faiblement répétable : d'autres personnes peuvent lancer l'évaluation
- 2 Répétable : l'auteur.ice peut ré-obtenir ses résultats expérimentaux
- 3 Reproductible : d'autres personnes peuvent obtenir les résultats expérimentaux
- 4 Répliquable : nouvelle évaluation par d'autres personnes, même conclusion

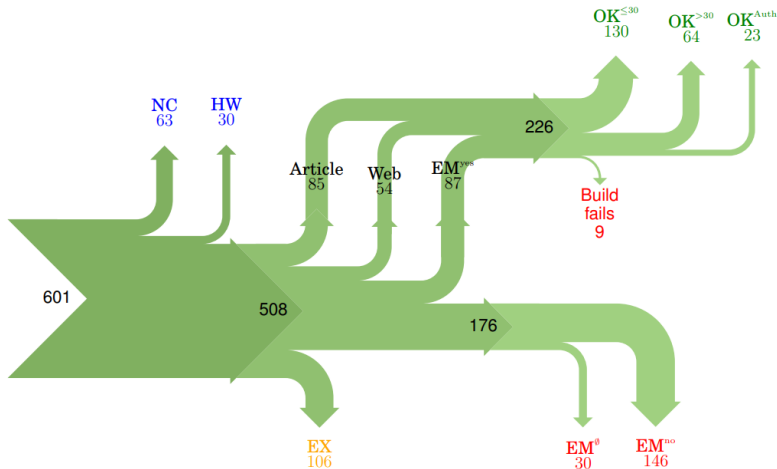
# Niveaux de reproductibilité d'une évaluation expérimentale

- 1 Faiblement répétable : d'autres personnes peuvent lancer l'évaluation
- 2 Répétable : l'auteur.ice peut ré-obtenir ses résultats expérimentaux
- 3 Reproductible : d'autres personnes peuvent obtenir les résultats expérimentaux
- 4 Répliquable : nouvelle évaluation par d'autres personnes, même conclusion
- Réutilisable : des composants de l'évaluation peuvent être réutilisés pour construire de nouveaux résultats.


# Crise de la reproductibilité – Informatique, 2013, Collberg and Proebsting [CP16]







⇒ Améliorer les pratiques autour des logiciels de recherche

- 1 Collège “Codes sources et logiciels”  Ouvrir la science!
- 2 CODE beyond FAIR
- 3 Évaluation d'*artefacts*

# Remerciements

Travaux communs avec

- ▶ Roberto Di Cosmo,
- ▶ Sabrina Granger,
- ▶ Nicolas Jullien,
- ▶ Konrad Hinsén,
- ▶ Daniel Le Berre,
- ▶ Violaine Louvet,
- ▶ Camille Maumet,
- ▶ Clémentine Maurice,
- ▶ Nicolas P. Rougier

Merci à Violaine Louvet et Nicolas P. Rougier pour leur partage de slides.

Collège “Codes sources et logiciels”  Ouvrir  
la science!

---

“Accompagner l’essor des modes de développement logiciels et matériels libres et ouverts [...] :

- ▶ contribuer à la production et à la dissémination de méthodologies de référence et de bonnes pratiques [...]

“Accompagner l’essor des modes de développement logiciels et matériels libres et ouverts [...] :

- ▶ contribuer à la production et à la dissémination de méthodologies de référence et de bonnes pratiques [...]
- ▶ proposer des plans d’action [...] aux ministères et aux établissements de l’enseignement supérieur et de la recherche [...]

“Accompagner l’essor des modes de développement logiciels et matériels libres et ouverts [...] :

- ▶ contribuer à la production et à la dissémination de méthodologies de référence et de bonnes pratiques [...]
- ▶ proposer des plans d’action [...] aux ministères et aux établissements de l’enseignement supérieur et de la recherche [...]
- ▶ [...]

“Accompagner l’essor des modes de développement logiciels et matériels libres et ouverts [...] :

- ▶ contribuer à la production et à la dissémination de méthodologies de référence et de bonnes pratiques [...]
- ▶ proposer des plans d’action [...] aux ministères et aux établissements de l’enseignement supérieur et de la recherche [...]
- ▶ [...]
- ▶ effectuer une veille sur les initiatives relatives au développement libre et ouvert au niveau national et international [...]



“Accompagner l’essor des modes de développement logiciels et matériels libres et ouverts [...] :

- ▶ contribuer à la production et à la dissémination de méthodologies de référence et de bonnes pratiques [...]
- ▶ proposer des plans d’action [...] aux ministères et aux établissements de l’enseignement supérieur et de la recherche [...]
- ▶ [...]
- ▶ effectuer une veille sur les initiatives relatives au développement libre et ouvert au niveau national et international [...]
- ▶ aider le comité pour la science ouverte à répondre aux questions issues de la communauté scientifique

“Accompagner l’essor des modes de développement logiciels et matériels libres et ouverts [...] :

- ▶ contribuer à la production et à la dissémination de méthodologies de référence et de bonnes pratiques [...]
- ▶ proposer des plans d’action [...] aux ministères et aux établissements de l’enseignement supérieur et de la recherche [...]
- ▶ [...]
- ▶ effectuer une veille sur les initiatives relatives au développement libre et ouvert au niveau national et international [...]
- ▶ aider le comité pour la science ouverte à répondre aux questions issues de la communauté scientifique
- ▶ établir des liens avec les autres collèges, la DINUM, et l’écosystème national et international.”

## Composition du collège

- ▶ 40 personnes

## Composition du collège

- ▶ 40 personnes
- ▶ Profils variés :  
enseignement/recherche,  
ingénierie, information scientifique,  
valorisation, droit

## Composition du collège

- ▶ 40 personnes
- ▶ Profils variés :  
enseignement/recherche,  
ingénierie, information scientifique,  
valorisation, droit
- ▶ Renouvellement partiel  
(candidatures) tous les deux ans

# Composition du collège

- ▶ 40 personnes
- ▶ Profils variés :  
enseignement/recherche,  
ingénierie, information scientifique,  
valorisation, droit
- ▶ Renouvellement partiel  
(candidatures) tous les deux ans

## Pilotes



**Roberto Di Cosmo François Pellegrini**

Professeur d'Informatique et  
Directeur de Software Heritage –  
Inria et Université Paris Cité



Professeur des universités en  
Informatique et membre du  
collège de la Commission  
nationale de l'informatique et des  
libertés

# Composition du collège

- ▶ 40 personnes
- ▶ Profils variés :  
enseignement/recherche,  
ingénierie, information scientifique,  
valorisation, droit
- ▶ Renouvellement partiel  
(candidatures) tous les deux ans

## Pilotes



**Roberto Di Cosmo**

Professeur d'Informatique et  
Directeur de Software Heritage –  
Inria et Université Paris Cité



Professeur des universités en  
Informatique et membre du  
collège de la Commission  
nationale de l'informatique et des  
libertés

- **Jaime ARIAS** (CNRS, LIPN, Université Sorbonne Paris Nord)
- **Thomas ARSOUZE** (Cirad, AMAP)
- **Céline BLITZ-FRAYRET** (Cirad)
- **Pierre Antoine BOUTTIER** (CNRS-GRICAD)
- **David CHAMONT** (Université Paris-Saclay, CNRS-IN2P3, IJCLab)
- **Florent CHUFFART** (Université Grenoble Alpes)
- **Mélanie CLÉMENT-FONTAINE** (Université Paris-Saclay, Versailles Saint-Quentin)
- **Laurent COSTA** (UMR7041 ArScAn)
- **Ludovic COURTÈS** (Inria)
- **Philip DAVIS** (CNRS, Laboratoire de Physique Corpusculaire de Caen)
- **Andrew DAIVISON** (CNRS, Université Paris-Saclay)
- **Laurent DEMAGISTRI** (IRD)
- **Sébastien GÉRARD** (Université Paris-Saclay, CEA, List)
- **Mathieu GIRAUD** (CNRS, Université de Lille) – **Co-pilote GT5**
- **Loïc GOUARIN** (CNRS, CMAP, Ecole polytechnique)
- **Sabrina GRANGER** (Software Heritage, Inria)
- **Sonia GUERIN-HAMDI** (CNRS)
- **Konrad HINSEN** (CNRS, UPR4301 Centre de Biophysique Moléculaire) – **Co-pilote GT4**
- **Marie-Christine JACQUEMOT** (Inist-CNRS)
- **Jean-Yves JEANNAS** (Université de Lille, AFUL) – **Co-pilote GT2**
- **Nicolas JULLIEN** (IMT Atlantique)
- **Daniel LE BERRE** (Université d'Artois, CNRS)
- **Sébastien LE ROUX** (CNRS, Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg)
- **Guillaume LEVRIER** (Sciences Po (CEVIPOF), Bibliothèque Nationale de France)
- **Violaine LOUVET** (CNRS – Laboratoire Jean Kuntzmann – Université Grenoble Alpes) – **Co-pilote GT1**
- **Chiara MARMO** (Université Paris Saclay) – **Co-pilote GT5**
- **Clémentine MAURICE** (CNRS)
- **Raphaël MONAT** (Inria, Université de Lille) – **Co-pilote GT4**
- **Rémi OSSANT** (Université de Tours, MSH Val-de-Loire, C-VaLo)
- **Jeanne ROBINEAU** (IRD)
- **Nicolas ROUGIER** (Inria, Université de Bordeaux, CNRS)
- **François SABOT** (IRD – Mission Science Ouverte)
- **Kévin SCHMIDMAYER** (Inria Bordeaux, Université de Pau et des Pays de l'Adour, LMAP) – **Co-pilote GT3**
- **Jean-Christophe SOUPLET** (CNRS) – **Co-pilote GT2**
- **Samuel THIBAUT** (Université de Bordeaux)
- **Anne-Laure THOMAS DEREPAIS** (CNRS)
- **Sylvie TONDA-GOLDSTEIN** (Inria) – **Co-pilote GT3**
- **Claire WAJEMAN** (Université Grenoble Alpes -UMR5217 Laboratoire d'Informatique de Grenoble)

## Identification et mise en avant de la production logicielle de l'ESR

- Construction d'un catalogue national



## Identification et mise en avant de la production logicielle de l'ESR

- ▶ Construction d'un catalogue national
- ▶ Étude d'impact de la production logicielle de l'ESR

## Identification et mise en avant de la production logicielle de l'ESR

- ▶ Construction d'un catalogue national
- ▶ Étude d'impact de la production logicielle de l'ESR
- ▶ Métadonnées standardisées pour l'ensemble des usages

## Identification et mise en avant de la production logicielle de l'ESR

- ▶ Construction d'un catalogue national
- ▶ Étude d'impact de la production logicielle de l'ESR
- ▶ Métadonnées standardisées pour l'ensemble des usages
- ▶ Archivage, référencement et citation du logiciel

## Identification et mise en avant de la production logicielle de l'ESR

- ▶ Construction d'un catalogue national
- ▶ Étude d'impact de la production logicielle de l'ESR
- ▶ Métadonnées standardisées pour l'ensemble des usages
- ▶ Archivage, référencement et citation du logiciel

## Outils et bonnes pratiques techniques et sociales

## Identification et mise en avant de la production logicielle de l'ESR

- ▶ Construction d'un catalogue national
- ▶ Étude d'impact de la production logicielle de l'ESR
- ▶ Métadonnées standardisées pour l'ensemble des usages
- ▶ Archivage, référencement et citation du logiciel

## Outils et bonnes pratiques techniques et sociales

- ▶ Forges : analyse des besoins, identification des limitations actuelles, propositions d'action

## Identification et mise en avant de la production logicielle de l'ESR

- ▶ Construction d'un catalogue national
- ▶ Étude d'impact de la production logicielle de l'ESR
- ▶ Métadonnées standardisées pour l'ensemble des usages
- ▶ Archivage, référencement et citation du logiciel

## Outils et bonnes pratiques techniques et sociales

- ▶ Forges : analyse des besoins, identification des limitations actuelles, propositions d'action
- ▶ Modèles de gouvernance pour les logiciels de recherche

## Identification et mise en avant de la production logicielle de l'ESR

- ▶ Construction d'un catalogue national
- ▶ Étude d'impact de la production logicielle de l'ESR
- ▶ Métadonnées standardisées pour l'ensemble des usages
- ▶ Archivage, référencement et citation du logiciel

## Outils et bonnes pratiques techniques et sociales

- ▶ Forges : analyse des besoins, identification des limitations actuelles, propositions d'action
- ▶ Modèles de gouvernance pour les logiciels de recherche
- ▶ Bonnes pratiques pour incuber et gérer une communauté de contribution

### Valorisation et durabilité

- ▶ Aspects juridiques (licences, ayants droit, etc.)



### Valorisation et durabilité

- ▶ Aspects juridiques (licences, ayants droit, etc.)
- ▶ Modèles économiques

### Valorisation et durabilité

- ▶ Aspects juridiques (licences, ayants droit, etc.)
- ▶ Modèles économiques
- ▶ Cycle de vie du logiciel

### Valorisation et durabilité

- ▶ Aspects juridiques (licences, ayants droit, etc.)
- ▶ Modèles économiques
- ▶ Cycle de vie du logiciel
- ▶ Financement du développement

### Valorisation et durabilité

- ▶ Aspects juridiques (licences, ayants droit, etc.)
- ▶ Modèles économiques
- ▶ Cycle de vie du logiciel
- ▶ Financement du développement

### Liaison et animation nationale, Europe, international

### Valorisation et durabilité

- ▶ Aspects juridiques (licences, ayants droit, etc.)
- ▶ Modèles économiques
- ▶ Cycle de vie du logiciel
- ▶ Financement du développement

### Liaison et animation nationale, Europe, international

- ▶ Proposition de charte pour le logiciel de recherche

### Valorisation et durabilité

- ▶ Aspects juridiques (licences, ayants droit, etc.)
- ▶ Modèles économiques
- ▶ Cycle de vie du logiciel
- ▶ Financement du développement

### Liaison et animation nationale, Europe, international

- ▶ Proposition de charte pour le logiciel de recherche
- ▶ Constitution d'un réseau de compétences national

## Organisation du collège (II)

### Valorisation et durabilité

- ▶ Aspects juridiques (licences, ayants droit, etc.)
- ▶ Modèles économiques
- ▶ Cycle de vie du logiciel
- ▶ Financement du développement

### Liaison et animation nationale, Europe, international

- ▶ Proposition de charte pour le logiciel de recherche
- ▶ Constitution d'un réseau de compétences national
- ▶ Représentation dans des groupes de travail Europe/international

Reconnaissance et carrières



### Reconnaissance et carrières

- ▶ Pérennisation et organisation du prix du logiciel libre de recherche

### Reconnaissance et carrières

- ▶ Pérennisation et organisation du prix du logiciel libre de recherche
- ▶ Évaluation de la contribution logicielle pour la carrière

Version  $\beta$  [logiciels.catalogue-esr.fr](http://logiciels.catalogue-esr.fr)

- ▶ Référencement des logiciels de recherche

Version  $\beta$  `logiciels.catalogue-esr.fr`

- ▶ Référencement des logiciels de recherche
- ▶ Métadonnées moissonnées depuis différentes sources (dont HAL), toutes les 24h

- ▶ Créé en 2022

- ▶ Créé en 2022
- ▶ Mise en avant du développement logiciel varié

- ▶ Créé en 2022
- ▶ Mise en avant du développement logiciel varié
- ▶ Variantes créés localement et à l'international (Afrique du Sud)

- ▶ Créé en 2022
- ▶ Mise en avant du développement logiciel varié
- ▶ Variantes créés localement et à l'international (Afrique du Sud)

[ouvrirlascience.fr/category/prix-logiciel-libre](https://ouvrirlascience.fr/category/prix-logiciel-libre)



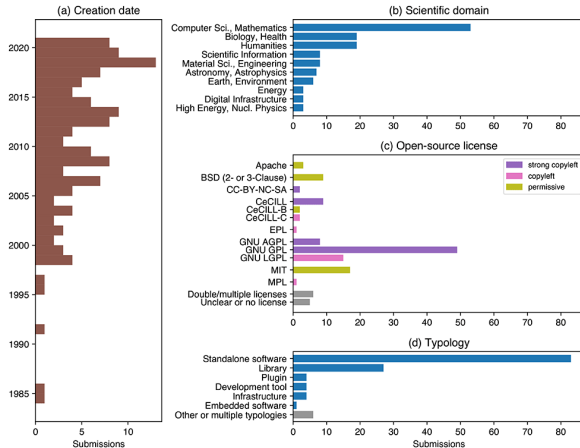
- ▶ Créé en 2022
- ▶ Mise en avant du développement logiciel varié
- ▶ Variantes créés localement et à l'international (Afrique du Sud)

[ouvrirlascience.fr/category/prix-logiciel-libre](https://ouvrirlascience.fr/category/prix-logiciel-libre)  
[Cat+23]

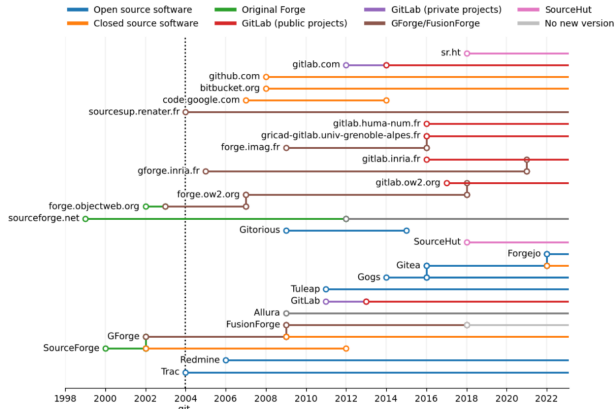
# Travaux du collège (II) – Prix science ouverte du logiciel libre de recherche

- ▶ Créé en 2022
- ▶ Mise en avant du développement logiciel varié
- ▶ Variantes créés localement et à l'international (Afrique du Sud)

[ouvrirlascience.fr/category/prix-logiciel-libre](https://ouvrirlascience.fr/category/prix-logiciel-libre)  
[Cat+23]

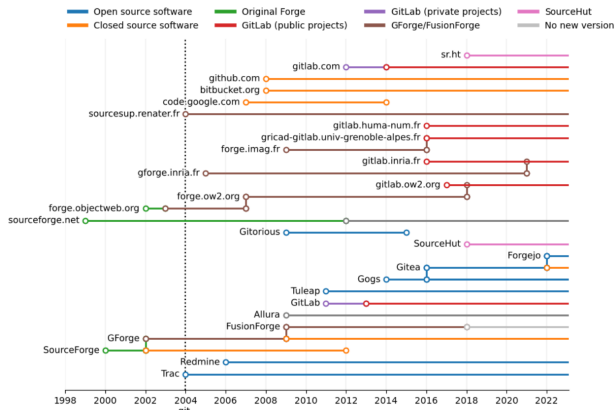


# Travaux du collège (III) – État des lieux sur les forges logicielles [Le +23]



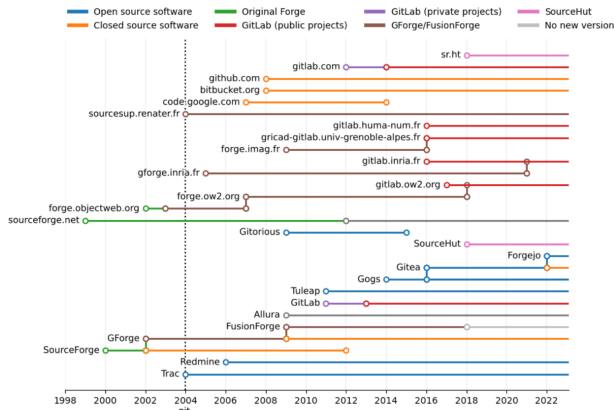
► Recensement de 39 forges auto-hébergées dans l'ESR

# Travaux du collège (III) – État des lieux sur les forges logicielles [Le +23]



- ▶ Recensement de 39 forges auto-hébergées dans l'ESR
- ▶ Enjeu clé : interopérabilité internationale

# Travaux du collège (III) – État des lieux sur les forges logicielles [Le +23]



- ▶ Recensement de 39 forges auto-hébergées dans l'ESR
- ▶ Enjeu clé : interopérabilité internationale
- ▶ Daniel Le Berre référent national pour les forges de l'ESR

- ▶ Enquête “stratégies de diffusion et pérennité des logiciels produits dans les établissements publics français” [Ton+25]

- ▶ Enquête “stratégies de diffusion et pérennité des logiciels produits dans les établissements publics français” [Ton+25]
- ▶ Issu des réflexions de certains membres : CODE beyond FAIR

- ▶ Enquête “stratégies de diffusion et pérennité des logiciels produits dans les établissements publics français” [Ton+25]
- ▶ Issu des réflexions de certains membres : CODE beyond FAIR
- ▶ Interventions variées en France et à l’international, liens avec d’autres entités actrices du logiciel



## CODE beyond FAIR

---

# FAIR principles for data [Wil+16]



- ▶ **F** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées associées, est facile à trouver pour les humains comme pour les machines. (F1, F1.1, F1.2, F2, F3, F4)

- ▶ **F** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées associées, est facile à trouver pour les humains comme pour les machines. (F1, F1.1, F1.2, F2, F3, F4)
- ▶ **A** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées, est accessible via des protocoles standardisés. (A1, A1.1, A1.2, A2)

- ▶ **F** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées associées, est facile à trouver pour les humains comme pour les machines. (F1, F1.1, F1.2, F2, F3, F4)
- ▶ **A** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées, est accessible via des protocoles standardisés. (A1, A1.1, A1.2, A2)
- ▶ **I** — Le logiciel interopère avec d'autres logiciels en échangeant des données et/ou des métadonnées, et/ou via des interactions à travers des interfaces de programmation applicative (API), décrites à l'aide de standards. (I1, I2)

- ▶ **F** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées associées, est facile à trouver pour les humains comme pour les machines. (F1, F1.1, F1.2, F2, F3, F4)
- ▶ **A** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées, est accessible via des protocoles standardisés. (A1, A1.1, A1.2, A2)
- ▶ **I** — Le logiciel interopère avec d'autres logiciels en échangeant des données et/ou des métadonnées, et/ou via des interactions à travers des interfaces de programmation applicative (API), décrites à l'aide de standards. (I1, I2)
- ▶ **R** — Le logiciel est à la fois utilisable (peut être exécuté) et réutilisable (peut être compris, modifié, étendu ou intégré dans d'autres logiciels). (R1, R1.1, R1.2, R2, R3)

- ▶ **F** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées associées, est facile à trouver pour les humains comme pour les machines. (F1, F1.1, F1.2, F2, F3, F4)
- ▶ **A** — Le logiciel, ainsi que ses métadonnées, est accessible via des protocoles standardisés. (A1, A1.1, A1.2, A2)
- ▶ **I** — Le logiciel interopère avec d'autres logiciels en échangeant des données et/ou des métadonnées, et/ou via des interactions à travers des interfaces de programmation applicative (API), décrites à l'aide de standards. (I1, I2)
- ▶ **R** — Le logiciel est à la fois **utilisable** (peut être exécuté) et **réutilisable** (peut être compris, modifié, étendu ou intégré dans d'autres logiciels). (R1, R1.1, R1.2, R2, R3)

### Au-delà des principes actuels

- ▶ Les bonnes pratiques ne doivent pas être portées uniquement par les personnes développeuses de logiciels de recherche



## Au-delà des principes actuels

- ▶ Les bonnes pratiques ne doivent pas être portées uniquement par les personnes développeuses de logiciels de recherche
- ▶ S'appuyer sur l'expérience du logiciel libre

### Au-delà des principes actuels

- ▶ Les bonnes pratiques ne doivent pas être portées uniquement par les personnes développeuses de logiciels de recherche
- ▶ S'appuyer sur l'expérience du logiciel libre
- ▶ Prendre en compte les spécificités du logiciel

## Au-delà des principes actuels

- ▶ Les bonnes pratiques ne doivent pas être portées uniquement par les personnes développeuses de logiciels de recherche
- ▶ S'appuyer sur l'expérience du logiciel libre
- ▶ Prendre en compte les spécificités du logiciel

## Une feuille de route graduelle pour les dev. de logiciels de recherche

## Au-delà des principes actuels

- ▶ Les bonnes pratiques ne doivent pas être portées uniquement par les personnes développeuses de logiciels de recherche
- ▶ S'appuyer sur l'expérience du logiciel libre
- ▶ Prendre en compte les spécificités du logiciel

## Une feuille de route graduelle pour les dev. de logiciels de recherche

- ▶ Ne pas décourager via une approche graduelle

## Au-delà des principes actuels

- ▶ Les bonnes pratiques ne doivent pas être portées uniquement par les personnes développeuses de logiciels de recherche
- ▶ S'appuyer sur l'expérience du logiciel libre
- ▶ Prendre en compte les spécificités du logiciel

## Une feuille de route graduelle pour les dev. de logiciels de recherche

- ▶ Ne pas décourager via une approche graduelle
- ▶ Reconnaître la diversité des profils des personnes développeuses de logiciels de recherche

## Au-delà des principes actuels

- ▶ Les bonnes pratiques ne doivent pas être portées uniquement par les personnes développeuses de logiciels de recherche
- ▶ S'appuyer sur l'expérience du logiciel libre
- ▶ Prendre en compte les spécificités du logiciel

## Une feuille de route graduelle pour les dev. de logiciels de recherche

- ▶ Ne pas décourager via une approche graduelle
- ▶ Reconnaître la diversité des profils des personnes développeuses de logiciels de recherche
- ▶ Prendre en compte les disparités entre disciplines

### Un appel à l'action pour tous les acteurs de l'ESR

- Garantir les moyens de pérenniser ces nouvelles pratiques

## Un appel à l'action pour tous les acteurs de l'ESR

- Garantir les moyens de pérenniser ces nouvelles pratiques

## Publications

- *Nature* Commentary  
“Stop treating code like an afterthought: record, share and value it” [Di +25b]



## Un appel à l'action pour tous les acteurs de l'ESR

- ▶ Garantir les moyens de pérenniser ces nouvelles pratiques

## Publications

- ▶ *Nature* Commentary  
“Stop treating code like an afterthought: record, share and value it” [Di +25b]
- ▶ *Nature Scientific Data* (bientôt) [hal.science/hal-04930405](https://hal.science/hal-04930405) [Di +25a]

## CODE beyond FAIR

---

Une feuille de route pour les dev. de logiciels de  
recherche

Publier le code source sur une forge publique

Obligatoire

- ▶ ~~“Code disponible sur demande”~~ ne fonctionne pas empiriquement [CP16]

## Publier le code source sur une forge publique

Obligatoire

- ▶ ~~“Code disponible sur demande”~~ ne fonctionne pas empiriquement [CP16]
- ▶ Les forges fournissent des outils adaptés au développement et à la collaboration

## Publier le code source sur une forge publique

Obligatoire

- ▶ ~~“Code disponible sur demande”~~ ne fonctionne pas empiriquement [CP16]
- ▶ Les forges fournissent des outils adaptés au développement et à la collaboration

## Archiver le dépôt dans une archive dédiée

Obligatoire

## Publier le code source sur une forge publique

Obligatoire

- ▶ ~~“Code disponible sur demande”~~ ne fonctionne pas empiriquement [CP16]
- ▶ Les forges fournissent des outils adaptés au développement et à la collaboration

## Archiver le dépôt dans une archive dédiée

Obligatoire

- ⚠ Les dépôts et les forges peuvent fermer (Google Code, 2016)

## Publier le code source sur une forge publique

Obligatoire

- ▶ ~~“Code disponible sur demande”~~ ne fonctionne pas empiriquement [CP16]
- ▶ Les forges fournissent des outils adaptés au développement et à la collaboration

## Archiver le dépôt dans une archive dédiée

Obligatoire

- ⚠ Les dépôts et les forges peuvent fermer (Google Code, 2016)  
≈ 1,4 million de projets hébergés

## Publier le code source sur une forge publique

Obligatoire

- ▶ ~~“Code disponible sur demande”~~ ne fonctionne pas empiriquement [CP16]
- ▶ Les forges fournissent des outils adaptés au développement et à la collaboration

## Archiver le dépôt dans une archive dédiée

Obligatoire

- ⚠ Les dépôts et les forges peuvent fermer (Google Code, 2016)  
≈ 1,4 million de projets hébergés
- ▶ Software Heritage, soutenue par l'UNESCO, comme archive logicielle dédiée et de long terme



## Publier le code source sur une forge publique

Obligatoire

- ▶ ~~“Code disponible sur demande”~~ ne fonctionne pas empiriquement [CP16]
- ▶ Les forges fournissent des outils adaptés au développement et à la collaboration

## Archiver le dépôt dans une archive dédiée

Obligatoire

- ⚠ Les dépôts et les forges peuvent fermer (Google Code, 2016)  
≈ 1,4 million de projets hébergés
- ▶ Software Heritage, soutenue par l'UNESCO, comme archive logicielle dédiée et de long terme  
Inclue une copie de Google Code

Licencier le code avec une licence ouverte

Fortement recommandé

- ▶ Pas de licence = aucun droits

Licencier le code avec une licence ouverte

Fortement recommandé

- ▶ Pas de licence = aucun droits
- ▶ Voir Choose a License et les politiques institutionnelles

**Licencier le code avec une licence ouverte**

**Fortement recommandé**

- ▶ Pas de licence = aucun droits
- ▶ Voir Choose a License et les politiques institutionnelles

**Déclarer l'auteur·ice et les ayants droit**

**Recommandé**

### Licencier le code avec une licence ouverte

Fortement recommandé

- ▶ Pas de licence = aucun droits
- ▶ Voir Choose a License et les politiques institutionnelles

### Déclarer l'auteur·ice et les ayants droit

Recommandé

- ▶ Aspects juridiques

### Licencier le code avec une licence ouverte

Fortement recommandé

- ▶ Pas de licence = aucun droits
- ▶ Voir Choose a License et les politiques institutionnelles

### Déclarer l'auteur·ice et les ayants droit

Recommandé

- ▶ Aspects juridiques
- ▶ Pour la citation des logiciels

Particulièrement important pour les logiciels de recherche, afin de définir l'état de l'art et des méthodes spécialisées

Particulièrement important pour les logiciels de recherche, afin de définir l'état de l'art et des méthodes spécialisées

**Choisir des noms explicites**

**Recommandé**



Particulièrement important pour les logiciels de recherche, afin de définir l'état de l'art et des méthodes spécialisées

**Choisir des noms explicites**

**Recommandé**

**Commenter le code**

**Recommandé**

Particulièrement important pour les logiciels de recherche, afin de définir l'état de l'art et des méthodes spécialisées

Choisir des noms explicites

Recommandé

Commenter le code

Recommandé

Fournir des exemples, notebooks et/ou tutoriels

Recommandé

Particulièrement important pour les logiciels de recherche, afin de définir l'état de l'art et des méthodes spécialisées

Choisir des noms explicites	Recommandé
-----------------------------	------------

Commenter le code	Recommandé
-------------------	------------

Fournir des exemples, notebooks et/ou tutoriels	Recommandé
---	------------

Documenter l'API	Optionnel
------------------	-----------

Objectif : garantir la reproductibilité computationnelle.

Lister les dépendances logicielles et matérielles	Recommandé

Objectif : garantir la reproductibilité computationnelle.

## Lister les dépendances logicielles et matérielles

Recommandé

- ▶ Version des dépendances (y compris le système d'exploitation)

Objectif : garantir la reproductibilité computationnelle.

## Lister les dépendances logicielles et matérielles

Recommandé

- ▶ Version des dépendances (y compris le système d'exploitation)
- ▶ Une mauvaise utilisation peut provoquer des bogues, dont des résultats incorrects

Objectif : garantir la reproductibilité computationnelle.

## Lister les dépendances logicielles et matérielles

Recommandé

- ▶ Version des dépendances (y compris le système d'exploitation)
- ▶ Une mauvaise utilisation peut provoquer des bogues, dont des résultats incorrects
  - Bhandari Neupane et al. [Bha+19] script fonctionnel sous Windows, mais erreur d'alignement de fichiers sous Linux

Objectif : garantir la reproductibilité computationnelle.

## Lister les dépendances logicielles et matérielles

Recommandé

- ▶ Version des dépendances (y compris le système d'exploitation)
- ▶ Une mauvaise utilisation peut provoquer des bogues, dont des résultats incorrects
  - Bhandari Neupane et al. [Bha+19] script fonctionnel sous Windows, mais erreur d'alignement de fichiers sous Linux
  - Voir aussi Errors due to research software



Fournir un environnement computationnel	Optionnel
Guix, Nix, ou a minima des conteneurs (Docker, VM)	

**Fournir un environnement computationnel**

**Optionnel**

Guix, Nix, ou a minima des conteneurs (Docker, VM)

**Mettre en place une suite de tests**

**Optionnel**

Peut aussi vous aider en tant que développeur.euse à détecter des régressions !

**Fournir un environnement computationnel**

**Optionnel**

Guix, Nix, ou a minima des conteneurs (Docker, VM)

**Mettre en place une suite de tests**

**Optionnel**

Peut aussi vous aider en tant que développeur.euse à détecter des régressions !

**Montrer un exemple d'utilisation réelle avec des résultats attendus** **Optionnel**

Répondre aux issues

Recommandé

Répondre aux issues	Recommandé
Fournir des règles de contribution	Recommandé

Répondre aux issues	Recommandé
---------------------	------------

Fournir des règles de contribution	Recommandé
------------------------------------	------------

Décrire la maintenance, les fonctionnalités et les limites de support	Recommandé
---	------------

Répondre aux issues	Recommandé
---------------------	------------

Fournir des règles de contribution	Recommandé
------------------------------------	------------

Décrire la maintenance, les fonctionnalités et les limites de support	Recommandé
---	------------

Construire et animer une communauté	Optionnel
-------------------------------------	-----------

## CODE beyond FAIR

---

Un appel à l'action pour toute entité actrice de l'ESR



## Soutenir le développement logiciel

Obligatoire

- Recrutement d'ingénieur·e·s pour les logiciels de recherche

## Soutenir le développement logiciel

Obligatoire

- ▶ Recrutement d'ingénieur·e·s pour les logiciels de recherche
- ▶ Processus légers pour le choix de licence/diffusion des logiciels

## Soutenir le développement logiciel

Obligatoire

- ▶ Recrutement d'ingénieur·e·s pour les logiciels de recherche
- ▶ Processus légers pour le choix de licence/diffusion des logiciels

## Promouvoir les logiciels

Recommandé

## Soutenir le développement logiciel

Obligatoire

- ▶ Recrutement d'ingénieur·e·s pour les logiciels de recherche
- ▶ Processus légers pour le choix de licence/diffusion des logiciels

## Promouvoir les logiciels

Recommandé

- ▶ Les logiciels comme contributions scientifiques pour le recrutement et la promotion [Can+21; Ver+25]

## Soutenir le développement logiciel

Obligatoire

- ▶ Recrutement d'ingénieur·e·s pour les logiciels de recherche
- ▶ Processus légers pour le choix de licence/diffusion des logiciels

## Promouvoir les logiciels

Recommandé

- ▶ Les logiciels comme contributions scientifiques pour le recrutement et la promotion [Can+21; Ver+25]
- ▶ Des prix pour créer de la visibilité et sensibiliser [Cat+23]

## Soutenir le développement logiciel

Obligatoire

- ▶ Recrutement d'ingénieur-e-s pour les logiciels de recherche
- ▶ Processus légers pour le choix de licence/diffusion des logiciels

## Promouvoir les logiciels

Recommandé

- ▶ Les logiciels comme contributions scientifiques pour le recrutement et la promotion [Can+21; Ver+25]
- ▶ Des prix pour créer de la visibilité et sensibiliser [Cat+23]

## Construire et maintenir des forges institutionnelles

Optionnel

## Fournir des financements pour le support à long terme

Obligatoire

- La durabilité à long terme ne peut pas être la seule responsabilité des scientifiques.

## Fournir des financements pour le support à long terme

Obligatoire

- ▶ La durabilité à long terme ne peut pas être la seule responsabilité des scientifiques.
- ▶ Initiatives récentes du Software Sustainability Institute (Royaume-Uni) ou de la Deutsche Forschungsgemeinschaft.



## Fournir des financements pour le support à long terme

Obligatoire

- ▶ La durabilité à long terme ne peut pas être la seule responsabilité des scientifiques.
- ▶ Initiatives récentes du Software Sustainability Institute (Royaume-Uni) ou de la Deutsche Forschungsgemeinschaft.

## Promouvoir la reproductibilité

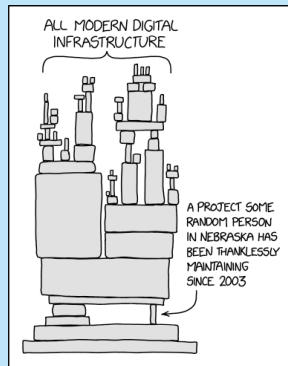
Recommandé

Suite naturelle des actions de grands financeurs (ERC) en faveur de la science ouverte.

### Faciliter les collaborations

Optionnel

- ▶ une partie d'un financement pourrait être dédiée au support de bibliothèque nécessaires au projet
- ▶ un équivalent logiciel de recherche du financeur public allemand Sovereign Tech Fund ?



XKCD #2347

Les bibliothèques peuvent accompagner la transition vers le logiciel de recherche et apporter leur expertise pour garantir une définition adéquate des métadonnées et l'archivage.

Les bibliothèques peuvent accompagner la transition vers le logiciel de recherche et apporter leur expertise pour garantir une définition adéquate des métadonnées et l'archivage.

**Préparer des plans d'archivage logiciel**

**Obligatoire**

Les bibliothèques peuvent accompagner la transition vers le logiciel de recherche et apporter leur expertise pour garantir une définition adéquate des métadonnées et l'archivage.

**Préparer des plans d'archivage logiciel**

**Obligatoire**

**Créer et maintenir les métadonnées logicielles**

**Obligatoire**

Exemples : [SWHID](#), [CodeMeta](#), [Bioschemas ComputationalTool](#) ou [Automated Software Metadata Publication](#).

# Bibliothèques

Les bibliothèques peuvent accompagner la transition vers le logiciel de recherche et apporter leur expertise pour garantir une définition adéquate des métadonnées et l'archivage.

**Préparer des plans d'archivage logiciel**

**Obligatoire**

**Créer et maintenir les métadonnées logicielles**

**Obligatoire**

Exemples : [SWHID](#), [CodeMeta](#), [Bioschemas ComputationalTool](#) ou [Automated Software Metadata Publication](#).

**Cataloguer les logiciels**

**Recommandé**

- Institutionnels : [Catalogue logiciel de la NASA](#), [du CERN \(en cours\)](#), [Catalogue français des logiciels de recherche  \$\beta\$](#) , [CRIL](#)

Les bibliothèques peuvent accompagner la transition vers le logiciel de recherche et apporter leur expertise pour garantir une définition adéquate des métadonnées et l'archivage.

**Préparer des plans d'archivage logiciel**

**Obligatoire**

**Créer et maintenir les métadonnées logicielles**

**Obligatoire**

Exemples : [SWHID](#), [CodeMeta](#), [Bioschemas ComputationalTool](#) ou [Automated Software Metadata Publication](#).

**Cataloguer les logiciels**

**Recommandé**

- ▶ Institutionnels : [Catalogue logiciel de la NASA](#), [du CERN \(en cours\)](#), [Catalogue français des logiciels de recherche  \$\beta\$](#) , [CRIL](#)
- ▶ Communautés spécifiques : [swMATH](#), [bio.tools](#)

## Imposer l'open source

Obligatoire

- ▶ Le code doit être publié en même temps que les articles



## Imposer l'open source

Obligatoire

- ▶ Le code doit être publié en même temps que les articles
- ▶ ~~Disponibilité sur demande~~

## Imposer l'open source

Obligatoire

- ▶ Le code doit être publié en même temps que les articles
- ▶ ~~Disponibilité sur demande~~

## Lier publications et codes

Recommandé

Exemples : Dagstuhl Artifact Series (DARTS) [Dag] et l'archive d'artefacts de l'IACR [IAC]

### Évaluer les logiciels

Optionnel

Processus d'évaluation d'artefacts depuis 2011 [Di +20; Inf+25]

- Artefact = environnement computationnel + logiciel

### Évaluer les logiciels

Optionnel

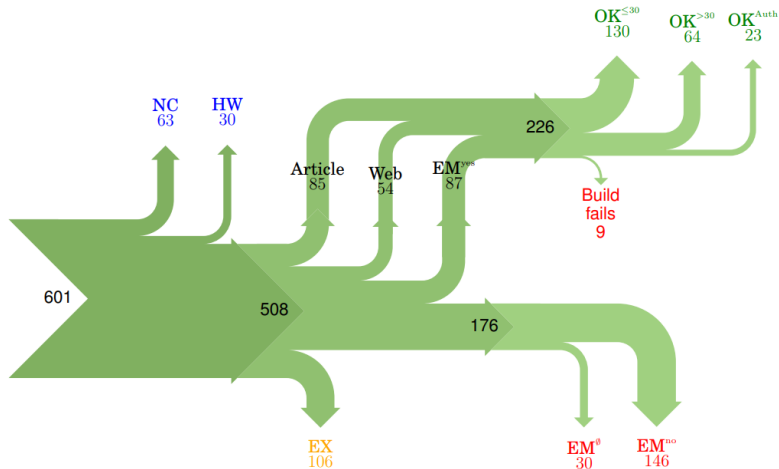
Processus d'évaluation d'artefacts depuis 2011 [Di +20; Inf+25]

- ▶ Artefact = environnement computationnel + logiciel
- ▶ Objectif : reproductibilité des résultats expérimentaux liés aux logiciels

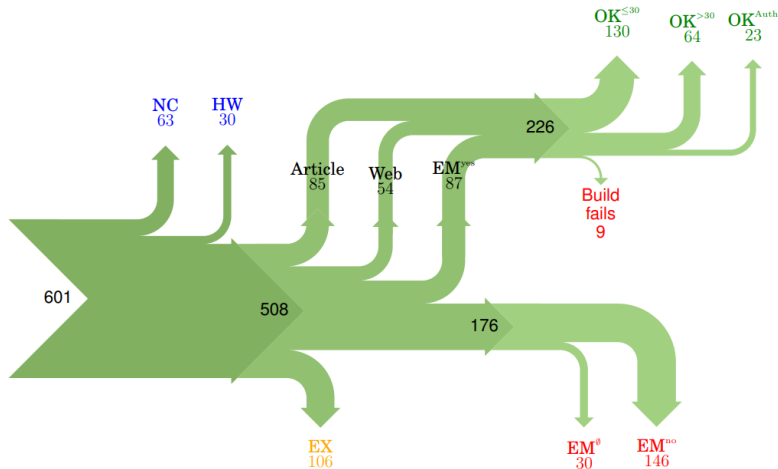
# Évaluation d'*artefacts*

---

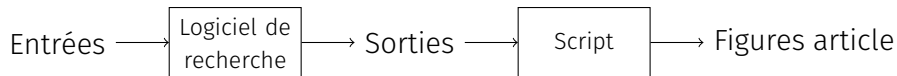
# Crise de la reproductibilité – Collberg and Proebsting [CP16]



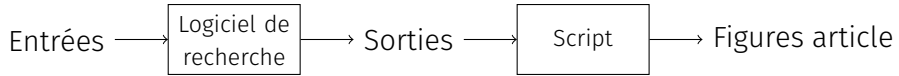
# Crise de la reproductibilité – Collberg and Proebsting [CP16]



Reconstruction d'exécutables, quid de la reproductibilité des résultats?

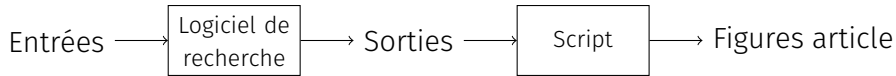






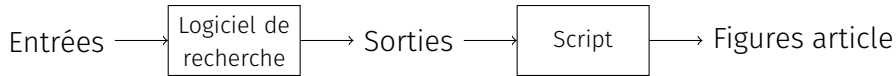
- ▶ Travaux scientifiques où les données expérimentales proviennent de logiciels

## Évaluation d'*artefacts*



- ▶ Travaux scientifiques où les données expérimentales proviennent de logiciels
- ▶ Démarrés en ingénierie logicielle (ESEC/FSE'11)

# Évaluation d'*artefacts*



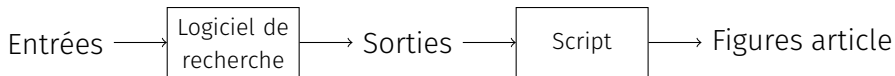
- ▶ Travaux scientifiques où les données expérimentales proviennent de logiciels
- ▶ Démarrés en ingénierie logicielle (ESEC/FSE'11)
- ▶ Artefact = environnement computationnel + logiciels  
pour reproduire les résultats expérimentaux

# Évaluation d'*artefacts*



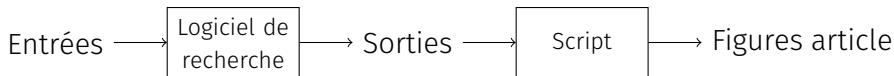
- ▶ Travaux scientifiques où les données expérimentales proviennent de logiciels
- ▶ Démarrés en ingénierie logicielle (ESEC/FSE'11)
- ▶ Artefact = environnement computationnel + logiciels  
pour reproduire les résultats expérimentaux
- ▶ Évaluation par les pairs, badges suivant les niveaux

# Évaluation d'*artefacts*



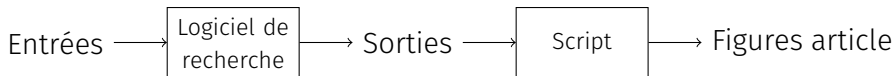
- ▶ Travaux scientifiques où les données expérimentales proviennent de logiciels
- ▶ Démarrés en ingénierie logicielle (ESEC/FSE'11)
- ▶ Artefact = environnement computationnel + logiciels  
pour reproduire les résultats expérimentaux
- ▶ Évaluation par les pairs, badges suivant les niveaux
  - Fonctionnel : reproductibilité de toutes les données expérimentales

# Évaluation d'*artefacts*



- ▶ Travaux scientifiques où les données expérimentales proviennent de logiciels
- ▶ Démarrés en ingénierie logicielle (ESEC/FSE'11)
- ▶ Artefact = environnement computationnel + logiciels  
pour reproduire les résultats expérimentaux
- ▶ Évaluation par les pairs, badges suivant les niveaux
  - Fonctionnel : reproductibilité de toutes les données expérimentales
  - Available : version publique dans une archive “long-terme” (Zenodo)

# Évaluation d'*artefacts*



- ▶ Travaux scientifiques où les données expérimentales proviennent de logiciels
- ▶ Démarrés en ingénierie logicielle (ESEC/FSE'11)
- ▶ Artefact = environnement computationnel + logiciels  
pour reproduire les résultats expérimentaux
- ▶ Évaluation par les pairs, badges suivant les niveaux
  - Fonctionnel : reproductibilité de toutes les données expérimentales
  - Available : version publique dans une archive “long-terme” (Zenodo)
- ▶ Autres communautés : langages de programmation, sécurité, cryptologie [IAC], “graphics replicability stamp”, ...

## Problèmes récurrents

- ▶ Dépendances logiciels  $\simeq$  ok (Docker, ...)



## Problèmes récurrents

- ▶ Dépendances logiciels  $\simeq$  ok (Docker, ...)
- ▶ Problèmes matériels et ressources nécessaires

## Problèmes récurrents

- ▶ Dépendances logiciels  $\simeq$  ok (Docker, ...)
- ▶ Problèmes matériels et ressources nécessaires
- ▶ Automatisation des processus/workflows

## Problèmes récurrents

- ▶ Dépendances logiciels  $\simeq$  ok (Docker, ...)
- ▶ Problèmes matériels et ressources nécessaires
- ▶ Automatisation des processus/workflows
- ▶ Données/logiciels propriétaires

- ▶ Organisation de comités d'évaluations d'artefacts (AEC) en parallèle des comités de programme (PC)

- ▶ Organisation de comités d'évaluations d'artefacts (AEC) en parallèle des comités de programme (PC)
- ▶ Expérience : 2-3 organisations d'AEC et 9 participations à des AEC (conférences internationales)

- ▶ Organisation de comités d'évaluations d'artefacts (AEC) en parallèle des comités de programme (PC)
- ▶ Expérience : 2-3 organisations d'AEC et 9 participations à des AEC (conférences internationales)
- ▶ Usuellement plus objectif que pour les articles


- ▶ Organisation de comités d'évaluations d'artefacts (AEC) en parallèle des comités de programme (PC)
- ▶ Expérience : 2-3 organisations d'AEC et 9 participations à des AEC (conférences internationales)
- ▶ Usuellement plus objectif que pour les articles
- ▶ Effectué en majorité sur les articles acceptés...

- ▶ Organisation de comités d'évaluations d'artefacts (AEC) en parallèle des comités de programme (PC)
- ▶ Expérience : 2-3 organisations d'AEC et 9 participations à des AEC (conférences internationales)
- ▶ Usuellement plus objectif que pour les articles
- ▶ Effectué en majorité sur les articles acceptés...
- ▶ Pas/très peu d'interactions avec le comité de programme




## Conclusion


---

Travaux récents, et à venir du collège “Codes sources et logiciels”  **Ouvrir la science !**


- ▶ Catalogue des logiciels de recherche, prix du logiciel de recherche, inventaire des forges, ...

Travaux récents, et à venir du collège “Codes sources et logiciels”  **Ouvrir la science !**


- ▶ Catalogue des logiciels de recherche, prix du logiciel de recherche, inventaire des forges, ...
- ▶ CODE beyond FAIR: a roadmap for reusable research software

Travaux récents, et à venir du collège “Codes sources et logiciels”  **Ouvrir la science!**


- ▶ Catalogue des logiciels de recherche, prix du logiciel de recherche, inventaire des forges, ...
- ▶ CODE beyond FAIR: a roadmap for reusable research software
  - *Nature Scientific Data* (bientôt) [hal.science/hal-04930405](https://hal.science/hal-04930405) [Di +25a]

Travaux récents, et à venir du collège “Codes sources et logiciels”  **Ouvrir la science!**

- ▶ Catalogue des logiciels de recherche, prix du logiciel de recherche, inventaire des forges, ...
- ▶ CODE beyond FAIR: a roadmap for reusable research software
  - *Nature Scientific Data* (bientôt) [hal.science/hal-04930405](https://hal.science/hal-04930405) [Di +25a]
  - *Nature Commentary*  
“Stop treating code like an afterthought: record, share and value it” [Di +25b]

Travaux récents, et à venir du collège “Codes sources et logiciels”  **Ouvrir la science!**

- ▶ Catalogue des logiciels de recherche, prix du logiciel de recherche, inventaire des forges, ...
- ▶ CODE beyond FAIR: a roadmap for reusable research software
  - *Nature Scientific Data* (bientôt) [hal.science/hal-04930405](https://hal.science/hal-04930405) [Di +25a]
  - *Nature Commentary*  
“Stop treating code like an afterthought: record, share and value it” [Di +25b]
- ▶ Artefact logiciels et reproductibilité

Travaux récents, et à venir du collège “Codes sources et logiciels”  **Ouvrir la science!**

- ▶ Catalogue des logiciels de recherche, prix du logiciel de recherche, inventaire des forges, ...
- ▶ CODE beyond FAIR: a roadmap for reusable research software
  - *Nature Scientific Data* (bientôt) [hal.science/hal-04930405](https://hal.science/hal-04930405) [Di +25a]
  - *Nature Commentary*  
“Stop treating code like an afterthought: record, share and value it” [Di +25b]
- ▶ Artefact logiciels et reproductibilité

Restitution, des volontaires ?

## References – I

- [Bar+22] Michelle Barker et al. **“Introducing the FAIR Principles for research software”**. In: Scientific Data 1 (2022), page 622 (cited on pages 99–103).
- [Bas+23] Aricia Bassinet et al. **“Large-scale Machine-Learning analysis of scientific PDF for monitoring the production and the openness of research data and software in France”**. working paper or preprint. 2023. URL: <https://hal.science/hal-04121339> (cited on pages 17–22).



## References – II

- [Bha+19] Jayanti Bhandari Neupane et al. **“Characterization of Leptazolines A-D, Polar Oxazolines from the Cyanobacterium Leptolyngbya sp., Reveals a Glitch with the “Willoughby-Hoye” Scripts for Calculating NMR Chemical Shifts”**. In: Organic Letters 20 (2019), pages 8449–8453 (cited on pages 132–136).
- [Can+21] Anne Canteaut et al. **Software Evaluation**. Research Report. Inria, Jan. 2021. URL: <https://inria.hal.science/hal-03110728> (cited on pages 145–150).

## References – III

- [Cat+23] Isabelle Blanc Catala et al. **“Establishing a national research software award”**. In: Open Research Europe (Oct. 2023), page 185. URL: <https://doi.org/10.12688/openreseurope.16069.1> (cited on pages 85–90, 145–150).
- [Cat+24] Isabelle Catala et al. **Production et valorisation des logiciels issus de la recherche publique fr.** Technical report. Comité pour la science ouverte, Nov. 2024. URL: <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-04844037> (cited on pages 17–22).

## References – IV

- [CP16] Christian Collberg and Todd A Proebsting. **“Repeatability in computer systems research”**. In: Communications of the ACM 3 (2016), pages 62–69 (cited on pages 48, 49, 115–121, 166, 167).
- [Dag] Dagstuhl. **Dagstuhl Artifact Series**. URL: <https://drops.dagstuhl.de/entities/journal/DARTS> (visited on 06/21/2024) (cited on pages 160–162).
- [Di +20] Roberto Di Cosmo et al. **Scholarly Infrastructures for Research Software**. European Commission. Directorate General for Research and Innovation., 2020. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/28598> (cited on pages 163, 164).

## References – V

- [Di +25a] Roberto Di Cosmo et al. **“CODE beyond FAIR”**. working paper or preprint. Feb. 2025. URL: <https://inria.hal.science/hal-04930405> (cited on pages 111–113, 186–191).
- [Di +25b] Roberto Di Cosmo et al. **“Stop treating code like an afterthought: record, share and value it”**. In: Nature 8084 (Oct. 2025), pages 284–286. URL: <https://inria.hal.science/hal-05306427> (cited on pages 111–113, 186–191).
- [IAC] IACR. IACR Artifact Archive. URL: <https://artifacts.iacr.org/> (visited on 06/21/2024) (cited on pages 160–162, 168–175).

## References – VI

- [Inf+25] Informatics Europe et al. **Informatics Research Evaluation, 2025 Revised Report.** Mar. 2025. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15834583> (cited on pages 163, 164).
- [Le +23] Daniel Le Berre et al. **Higher Education and Research Forges in France.** Technical report. Comité pour la science ouverte, Nov. 2023. URL: <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-04208924> (cited on pages 91–93).
- [Lev13] Randall J. Leveque. In: SIAM News (Apr. 2013). URL: <https://sinews.siam.org/Details-Page/top-ten-reasons-to-not-share-your-code-and-why-you-should-anyway> (cited on pages 31–42).

## References – VII

- [Lou+24] Violaine Louvet et al.  
**Vers un catalogue des logiciels issus de la recherche.** Technical report.  
Comité pour la science ouverte, July 2024. URL:  
<https://hal.science/hal-04779846> (cited on pages 13–16).
- [Ton+25] Sylvie Tonda-Goldstein et al.  
**Stratégies de diffusion et pérennité pour les logiciels de recherche.**  
Technical report. Comité pour la science ouverte, Apr. 2025. URL:  
<https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-05284336> (cited on  
pages 94–96).

## References – VIII

- [Ver+25] Thanasis Vergoulis et al.  
**Landscape analysis of rewards and mechanisms for research software.**  
Mar. 2025. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14978474> (cited on pages 145–150).
- [Wil+16] Mark D. Wilkinson et al. **“The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship”**. In: Scientific Data 1 (Mar. 2016). URL: <http://dx.doi.org/10.1038/sdata.2016.18> (cited on page 98).