

Algorithmes et transformation des processus des administrations: l'exemple de Parcoursup

Claire Mathieu



**Travail sur Parcoursup:
collaboration avec Hugo Gimbert**

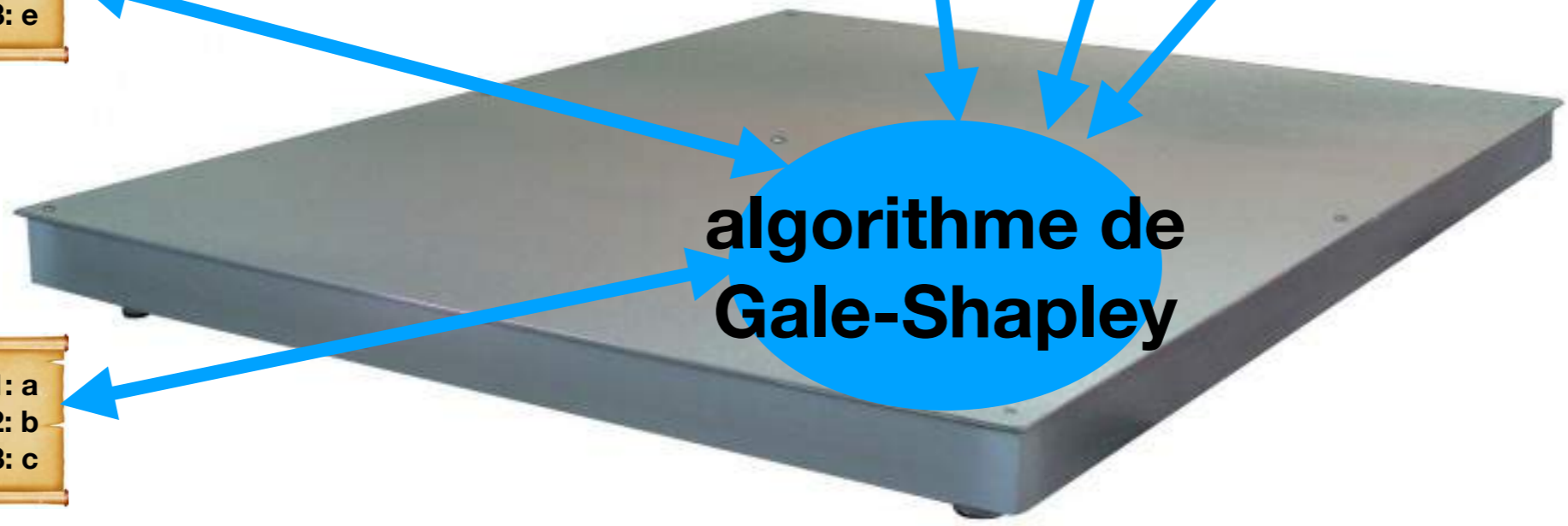
Idée #1

L'algorithme, entre loi et code

Parcoursup : la base

Entrée :

**Classements candidats par formations
Capacités des formations**



Sortie :

**Affectation candidats à formations
respectant capacités**

algorithme de Gale-Shapley

Le matin

Chaque formation envoie des propositions aux candidats suivants de sa liste jusqu'à capacité

Le midi

Chaque candidat refuse toutes les propositions reçues (y compris celles du passé) sauf la meilleure, qu'il accepte de manière conditionnelle.

Le soir

Chaque formation barre les propositions refusées de sa liste

Après un jour sans aucune action

Les acceptations conditionnelles deviennent définitives

point de vue formation

Capacité = 4

Classement

Jour 5

Artémise	non
Barbara	oui
Cunégonde	non
Delphine	oui
Eve	non
Fabienne	non
<hr/>	
Geneviève	← propositions
Hélène	← suivantes
Irène	
Jacqueline	

point de vue candidat

Classement

Jour 5

F1			
F2	nouvelle proposition	→	oui
F3			
F4			
F5	oui	→	non
F6			
F7	nouvelle proposition	→	non
F8	non		
F9			

**Une conception d'algorithme
pour Parcoursup :
les quotas**

Arrive la loi

“l'autorité académique fixe un pourcentage minimal de bacheliers retenus bénéficiaires d'une bourse nationale de lycée”



Taux de boursiers

“l'autorité académique fixe un pourcentage minimal de bacheliers retenus bénéficiaires d'une bourse nationale de lycée”

Traduction (ambigüe) en maths

formation f : au moins 25% de boursiers

Traduction (non-ambigüe) en maths

Si la formation fait k **propositions**
alors ou bien :
au moins $k/4$ propositions à des boursiers
ou :
tous les boursiers ont reçu une proposition

Note: garantie sur **opportunité**, et non sur **résultat**

Algorithme

Modifie classement formation avant de faire tourner Gale-Shapley



Avantages :

Modulaire (peut être inséré avant tout algorithme)

Simple à comprendre

Candidat connaît rang sur liste d'attente

Autre possibilité
réserver 25% des places pour les boursiers
adapter l'ordre des propositions

- **davantage de contrôle sur le résultat final**
- **moins de visibilité (classement liste d'attente)**

Et une autre loi

taux académie



**taux:
au plus 4%
de candidats
hors
académie**

Translate Tweet

Ordre d'appel	Rang de classement
2	1
25	2
50	3
3	4
75	5
1	6
4	7
5	8
100	9
6	10
125	11
150	12
175	13

**Le classement risque
d'être totalement
modifié**

DURA LEX,
SED LEX

Et les deux lois ensemble

Autorité académique



taux :

**au plus 4% de candidats hors académie,
at moins 25% de candidats boursiers**

Problème potentiel !...

Deux taux simultabés



taux :

**au plus 4% de candidats hors académie,
at moins 25% de candidats boursiers
problème potentiel :**

Amendement :

**En cas de conflit entre les taux,
priorité au taux de boursiers**

Algorithme

si les deux taux sont critiques

- faire remonter un candidat boursier de l'académie s'il existe, ou sinon un candidat boursier s'il existe, ou sinon un candidat de l'académie.**

https://framagit.org/parcoursup/algorithmes-de-parcoursup/blob/master/doc/presentation_algorithmes_parcoursup.pdf

Parcoursup · algorithmes-de-parcoursup · Repository

master / algorithmes-de-parcoursup / doc


Q Find file History Permalink

/ presentation_algorithmes_parcoursup.pdf

maj doc algos
Parcoursup authored 5 months ago

29b092c1

presentation_algorithmes_parcoursup.pdf 802 KB



Document de présentation des algorithmes de Parcoursup

1. Contexte

Parcoursup est la plateforme numérique, support de la procédure nationale de préinscription pour l'accès aux formations initiales du premier cycle de l'enseignement supérieur. Cette plateforme permet aux lycéens, apprentis ou étudiants en réorientation qui souhaitent entrer dans l'enseignement supérieur de formuler leurs vœux de poursuite d'études et de répondre aux propositions d'admission des établissements dispensant des formations du premier cycle de l'enseignement supérieur (Licences, STS, IUT, CPGE, écoles d'ingénieurs, etc...).

Cette plateforme permet la mise en œuvre des dispositions de la loi n° 2018-166 du 8 mars 2018 relative à l'orientation et à la réussite des étudiants et de ses textes d'application¹. Autorisée par l'arrêté du 28 mars 2018, pris après délibération de la Commission nationale de l'informatique et des libertés², la plateforme Parcoursup est ainsi le support de la procédure nationale de préinscription 2018 qui se compose d'une phase principale et d'une phase complémentaire et se tient du 22 janvier 2018 au 21 septembre 2018.

Conformément à la loi du 8 mars 2018, un comité éthique et scientifique, institué auprès de la ministre chargée de l'enseignement supérieur, veille notamment au respect des principes juridiques et éthiques qui fondent la procédure nationale de préinscription ainsi que les procédures mises en place par les établissements dispensant des formations initiales du premier cycle de l'enseignement supérieur pour l'examen des candidatures. Il formule, dans le cadre de son rapport annuel et des avis qu'il délivre de sa propre initiative ou à la demande de

4.1 Formations soumises au seul taux minimum boursiers

Considérons un groupe de classement et notons $q_s\%$ le taux minimum boursiers dans le groupe (q_s est entre 0 et 100). L'algorithme fournit une garantie sur la proportion de boursiers parmi les candidats C_1, \dots, C_k énumérés dans l'ordre d'appel du groupe de classement : pour tout k au moins $q_s\%$ des candidats C_1, \dots, C_k sont boursiers ; ou sinon, aucun candidat parmi C_{k+1}, \dots, C_n n'est boursier.

Si l'algorithme garantit un taux minimum de boursiers appelés, il ne peut pas garantir un taux minimum de boursiers recrutés dans la ou les formations utilisant cet ordre d'appel, puisque tout candidat, et en particulier tout candidat boursier, est libre de refuser les propositions d'admission qui lui sont faites.

L'algorithme constitue l'ordre d'appel en partant du classement pédagogique et en faisant remonter certains boursiers dans le classement.

Algorithme de calcul de l'ordre d'appel dans un groupe soumis au seul taux minimum boursiers :

1. Notons n le nombre de candidats dans le groupe.
2. Pour chaque entier k de 1 à n , dans cet ordre, le candidat C_k de rang k dans l'ordre d'appel est calculé de la manière suivante. On a déjà sélectionné les candidats C_1, \dots, C_{k-1} dans l'ordre d'appel, et parmi eux il y a b boursiers. On dit que le taux est contraignant si $b/k < q_s\%$. On considère tous les autres candidats, pris dans l'ordre pédagogique. Pour choisir C_k , parmi ceux-là :
 - * Si le taux n'est pas contraignant, on prend le premier candidat.
 - * Si le taux est contraignant, on prend le premier candidat boursier s'il y en a, le premier candidat sinon.

¹³ Article D. 612-1-13 du code de l'éducation.

Le code

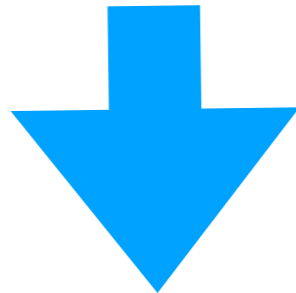
```
while (ordreAppel.voeux.size() < voeuxClasses.size()) {  
  
    /* on calcule lequel ou lesquels des critères boursiers et résidents  
       contraignent le choix du prochain candidat dans l'ordre d'appel */  
    boolean contrainteTauxBoursier  
        = (nbBoursiersAppeles < nbBoursiersTotal)  
        && (nbBoursiersAppeles * 100 < tauxMinBoursiersPourcents * (1 + nbAppeles));  
  
    boolean contrainteTauxResident  
        = (nbResidentsAppeles < nbResidentsTotal)  
        && (nbResidentsAppeles * 100 < tauxMinResidentsPourcents * (1 + nbAppeles));  
  
    /* on fait la liste des voeux satisfaisant  
       les deux contraintes à la fois, ordonnée par rang de classement */  
    PriorityQueue<VoeuClasse> eligibles = new PriorityQueue<>();  
  
    for (Queue<VoeuClasse> queue : filesAttente.values()) {  
        if (!queue.isEmpty()) {  
            VoeuClasse voe = queue.peek();  
            if ((voe.estBoursier() || !contrainteTauxBoursier)  
                && (voe.estResident() || !contrainteTauxResident)) {  
                eligibles.add(voe);  
            }  
        }  
    }  
}
```


L'algorithme, entre la loi et le code

"c'est la loi qui fait le code et non pas le code qui fait la loi"

« V.-Pour l'accès aux formations autres que celles mentionnées au VI, lorsque le nombre de candidatures excède les capacités d'accueil d'une formation, l'autorité académique fixe un pourcentage minimal de bacheliers retenus bénéficiaires d'une bourse nationale de lycée, en fonction du nombre de candidats à l'accès à cette formation et le nombre total de demandeurs de la procédure de préinscription prévue au deuxième alinéa du I.
« Pour l'accès à ces mêmes formations résidant dans l'académie, l'autorité académique fixe également, afin de faciliter l'accès des bacheliers qui le souhaitent aux formations d'enseignement supérieur situées dans l'académie où ils résident, un pourcentage maximal de bacheliers retenus résidant dans une académie autre que celle dans laquelle est situé l'établissement. Pour l'application du présent alinéa, sont assimilés à des candidats résidant dans l'académie où se situe la formation à laquelle ils présentent leur candidature :

Texte Législatif



Parcoursup · algorithmes-de-parcoursup · Repository

master · algorithmes-de-parcoursup / doc

Q Find file History Permalink

/ presentation_algorithmes_parcoursup.pdf

maj doc algos
Parcoursup authored 5 months ago

29b092c1

presentation_algorithmes_parcoursup.pdf 802 KB

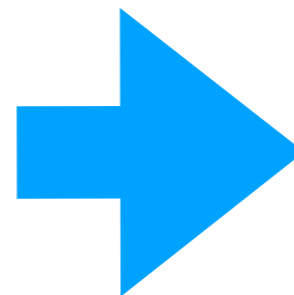
Algorithmes

1. Contexte

Parcoursup est la plateforme numérique, support de la procédure nationale de préinscription pour l'accès aux formations initiale du premier cycle de l'enseignement supérieur. Cette plateforme permet aux lycéens, apprentis ou étudiants en réorientation qui souhaitent entrer dans l'enseignement supérieur de formuler leurs vœux de poursuite d'études et de répondre aux propositions d'admission des établissements dispensant des formations du premier cycle de l'enseignement supérieur (Licences, STS, IUT, CPGE, écoles d'ingénieurs, etc...).

Cette plateforme permet la mise en œuvre des dispositions de la loi n° 2018-166 du 8 mars 2018 relative à l'orientation et à la réussite des étudiants et de ses textes d'application¹. Autorisée par l'arrêté du 28 mars 2018, pris après délibération de la Commission nationale de l'informatique et des libertés², la plateforme Parcoursup est ainsi le support de la procédure nationale de préinscription 2018 qui se compose d'une phase principale et d'une phase complémentaire et se tient du 22 janvier 2018 au 21 septembre 2018.

Conformément à la loi du 8 mars 2018, un comité éthique et scientifique, institué auprès de la ministre chargée de l'enseignement supérieur, veille notamment au respect des principes juridiques et éthiques qui fondent la procédure nationale de préinscription ainsi que les procédures mises en place par les établissements dispensant des formations initiales du premier cycle de l'enseignement supérieur pour l'examen des candidatures. Il formule, dans le cadre de son rapport annuel et des avis qu'il délivre de sa propre initiative ou à la demande de



```
public void ajouterVoeu(VoeuClasse v) {
    voeuxClasses.add(v);
}

/* calcule de l'ordre d'appel */
OrdreAppel calculerOrdreAppel() {

    /* on crée autant de listes de voeux que de types de candid
    triées par ordre de classement */
    Map<VoeuClasse.TypeCandidat, Queue<VoeuClasse>> filesAttent
    = new HashMap<>();

    for (VoeuClasse.TypeCandidat type : VoeuClasse.TypeCandidat
    filesAttente.put(type, new LinkedList<>());
    }

    /* Chaque voeu classé est ventilé dans la liste corresponda
    en fonction du type du candidat.
    Les quatre listes obtenues sont ordonnées par rang de class
    comme l'est la liste voeuxClasses. */

    voeuxClasses.sort((VoeuClasse v1, VoeuClasse v2) -> v1.rang

    for (VoeuClasse voe : voeuxClasses) {

        /* on ajoute le voeu à la fin de la file (FIFO) corresp
        filesAttente.get(voe.typeCandidat).add(voe);

        if (voe.estBoursier()) {
            nbBoursiersTotal++;
        }
        if (voe.estResident()) {
            nbResidentsTotal++;
        }
    }
}
```

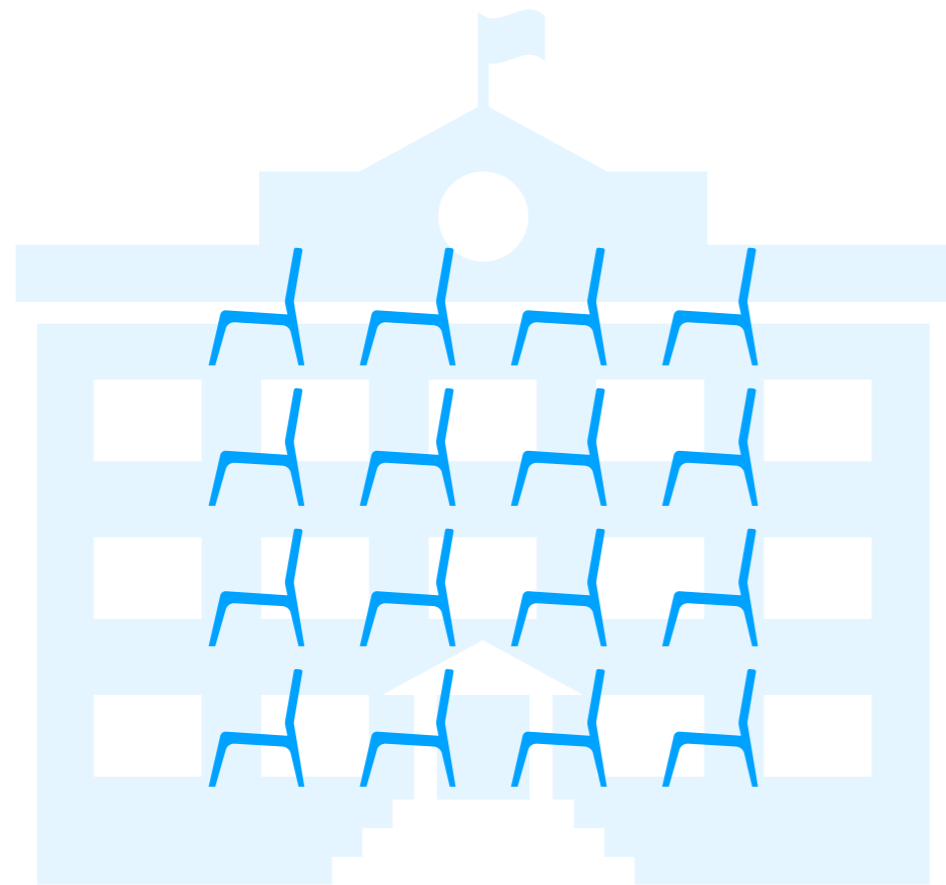
Code Informatique

Mais...nécessité de dialogue

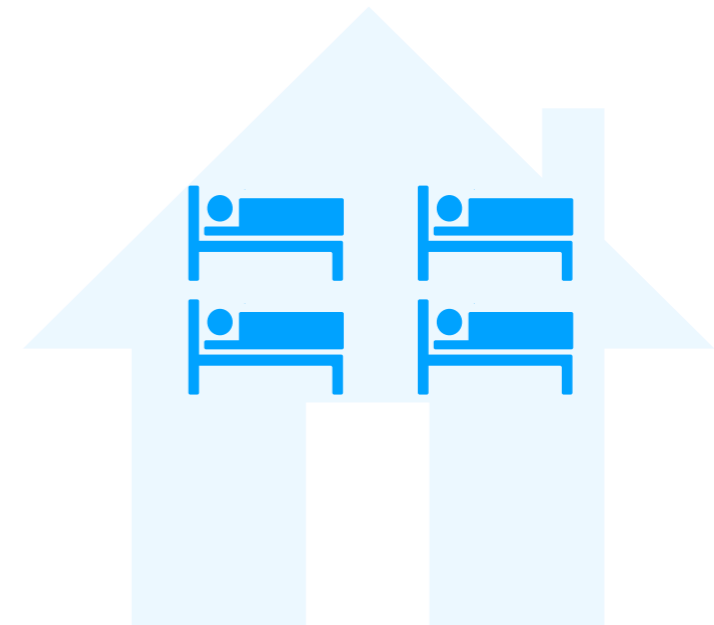
Idée #2

Algorithme et Transparence

**Une autre conception d'algorithme
pour Parcoursup :
allocation des places en internat**



**Classement
formation : A B C D E F**



**Classement
internat : C F A E B D**

Complexité

Plusieurs internats par formation

Plusieurs formations par internat

Chaque jour

L'algorithme choisit

un seuil pour chaque formation

un seuil pour chaque internat

- **Envoi d'une proposition avec internat à chaque candidat dont le classement formation et le classement internat passent les seuils**
- **Envoi d'une proposition sans internat à chaque candidat dont le classement formation passe le seuil**

**Seuils : choisis pour respecter les capacités
et remplir au maximum**

**(si plusieurs solutions : priorité aux seuils internats élevés),
modulo une marge de réserve pour les internats**

Theorème : Les seuils sont bien définis

Remarque

Bonne pratique : Vérification des résultats

Propriété de l'algorithme :

un candidat qui ne demande pas l'internat ne peut pas être doublé

Module de vérification des propriétés du code

- Pourquoi, puisque c'est vrai et démontré ?
- Pour la préserver lors des futures modifications

```
/*
P1 (respect ordre appel pour les voeux sans internat)

Si un candidat C1 précède un candidat C2 dans l'ordre d'appel d'une formation F
et si C1 a un voeu en attente pour F sans demande d'internat
alors C2 n'a pas de proposition pour F.
*/
public static void verifierRespectOrdreAppelVoeuxSansInternat(GroupeAffectation formation) {
    for (VoeuEnAttente v1 : formation.voeux) {
        if (!v1.avecClassementInternat() && !v1.estAProposer()) {
            for (VoeuEnAttente v2 : formation.voeux) {
                alerterSi(
                    v2.ordreAppel > v1.ordreAppel
                    && (v2.estAProposer() || v2.formationDejaObtenue()),
                    "Violation respect ordre appel pour les voeux sans demande internat"
                );
            }
        }
    }
}
```


Quelques bonnes pratiques

- publication avant mise en service
- effort pédagogique
 - simplicité
 - explications, exemples, tests exécutables
- spécification et vérification des résultats

A screenshot of a web browser showing a Git repository page on Framagit.org. The repository is named 'algorithmes-de-parcoursup' and is public, licensed under GNU AGPLv3. The page shows the project details, including the project ID (25653), 28 stars, 15 forks, and 15 divergences. It also displays a list of files and their last commit information.

Nom	Dernier commit	Dernière mise à jour
doc	maj doc algos	il y a 6 mois
java/parcoursup	Fix #10 : System.out -> JUL	il y a 5 mois
plsql	restauration plsql/ordreappel/calculOrdreAppel.sql	il y a 5 mois
LICENSE	Commit initial	il y a 6 mois
README.md	commentaires / typos / changement nom flag	il y a 6 mois
pom.xml	Nettoyage pom.xml	il y a 5 mois

README.md

Ce dépôt est utilisé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESRI) afin de publier les algorithmes utilisés par la plateforme Parcoursup dans le cadre de la procédure nationale de préinscription pour l'accès aux formations initiales du premier cycle de l'enseignement supérieur <https://www.parcoursup.fr>.

Le dépôt contient les algorithmes et le code Java permettant

- le calcul de l'ordre d'appel
- le calcul des propositions de formations

Des critiques

Temps de convergence

**Critique : au fil de l'eau :
des candidats attendent**

**Au fil de l'eau : ce n'est pas complètement
nécessaire**

**la seule nécessité au fil de l'eau: gestion des
démissions**

**L'algorithme de Gale-Shapley
est conçu pour un ensemble
de participants stable**

**Pas pour des participants
qui s'en vont au milieu du processus**

**Chaque vague de départs
réactive l'algorithme**

Critique : sélection en licence ?

Alternative au tirage au sort ?

**Gestion des candidats
dont tous les voeux sont
ou seront refusés**

**Inadéquation entre
profils des formations et
profils des candidats**

**Ce sont des problèmes
de l'enseignement supérieur,
plus que des
problèmes algorithmiques**

Des compliments

**Incontournable pour visibilité formation
National**

**Tous types de formations
Versatilité**

Les formations acquièrent de l'expérience

**Modélisations pour prévoir l'effet de places
supplémentaires**

Transparence

Les 4 dimensions de la transparence

1) Transparence du contexte. Une définition claire du rôle, des objectifs, et des conditions à satisfaire par l'algorithme.

Parcoursup : affectation aux formations de l'enseignement supérieur. Les conditions : taux de boursiers, d'externes, etc.

2) Transparence de l'approche. L'accès du public à la description de l'algorithme et du code, ainsi que des données utilisées le cas échéant (méthodes d'apprentissage automatique par exemple)

Parcoursup: publication de l'algorithme et du code, simplicité de l'algorithme

3) Transparence du résultat. L'obligation de rendre compte, et le contrôle

Parcoursup : Rapport annuel du comité éthique

4) Transparence de l'exécution. Il s'agit de rendre compréhensible le déroulement, le processus d'élaboration des décisions de l'algorithme

Parcoursup: Dialogue plateforme-candidats,
rang sur liste d'attente

CARE:

les 4 dimensions de la transparence

- 1) Transparence du **C**ontexte
- 2) Transparence de l'**A**pproche utilisée
- 3) Transparence du **R**ésultat
- 4) Transparence de l'**E**xécution

**Pour des algorithmes d'IA :
certaines des dimensions s'appliquent**