



Informatique Avancée

Projet

Université de Nantes

21 novembre 2022



UNIVERSITÉ DE NANTES

Informatique Avancée Math-info

X11I030

- ▶ Groupes de 4 (éventuellement 3 si nécessaire)
- ▶ 25% de la note du module
- ▶ Analyse et conception en TD *présence vérifiée*
- ▶ Rapport de conception de 4 pages **Mercredi 30 novembre 2022**
- ▶ Implémentation en TP *présence vérifiée*
- ▶ Démonstration/Evaluation dernier créneau de TP **Semaine 50**
- ▶ Rendu final sur madoc **Vendredi 16 décembre**
 - ▶ fichiers source .cpp
 - ▶ au moins 3 fichiers d'entrée qui fonctionnent et illustrent des cas différents
 - ▶ un compte-rendu texte de 2 pages

plus de détails dans le sujet

- ▶ Groupes hétérogènes souhaités (contrainte éventuelle)
- ▶ Avantages et inconvénients
- ▶ Expliquer et convaincre
- ▶ Documenter la répartition des tâches
- ▶ **Chaque membre du groupe doit pouvoir répondre aux questions**
 - ▶ où se trouve telle fonctionnalité dans le code
 - ▶ quelles alternatives ont été évaluées mais non choisies
 - ▶ quel impact aurait tel changement dans le code
 - ▶ quel impact aurait tel changement dans la spécification

Ne codez pas sans avoir fait valider votre conception !

- ▶ Par les membres du groupes
- ▶ Par un enseignant

Coder trop tôt sans une bonne compréhension de l'ensemble fait perdre du temps.

- ▶ Mettre à profit les prochaines séances de TD sur la conception de programmes.
- ▶ De nouvelles exigences fonctionnelles vont arriver bientôt.

Analyse : Identifier

- ▶ les usages du logiciel *Initialement un, mais d'autres viendront*
- ▶ les fonctionnalités principales
- ▶ les données traitées

Puis concevoir

- ▶ la structuration des données
- ▶ le découpage des fonctionnalités en sous-algos

Ordonner et répartir les tâches de façon à pouvoir tester à chaque étape

Planifier une tâche de calcul

coûteuse en fonction de critères multiples dont environnementaux

- ▶ Planification sur plusieurs centres de calcul
- ▶ Contraintes multiples
- ▶ Données de production réelles (RTE)
- ▶ Coûts sourcés (IPCC 2014), variation possible

Le calcul intensif est atypique dans le numérique par la part considérable de sa consommation électrique (puissances de 1 à 30 MW)¹ dans son impact environnemental.

1. 1 MWh : environ 5 mois de consommation d'un français moyen.

Le calcul intensif est atypique dans le numérique par la part considérable de sa consommation électrique (puissances de 1 à 30 MW)¹ dans son impact environnemental.

Quelques impacts environnementaux de la production électrique :

- ▶ **production de gaz à effets de serre**
- ▶ consommation d'eau
- ▶ consommation de ressources fossiles
- ▶ surface utilisée
- ▶ impact sur la biodiversité
- ▶ impact sociaux

1. 1 MWh : environ 5 mois de consommation d'un français moyen.

Le calcul intensif est atypique dans le numérique par la part considérable de sa consommation électrique (puissances de 1 à 30 MW)¹ dans son impact environnemental.

Quelques impacts environnementaux de la production électrique :

- ▶ **production de gaz à effets de serre**
- ▶ consommation d'eau
- ▶ consommation de ressources fossiles
- ▶ surface utilisée
- ▶ impact sur la biodiversité
- ▶ impact sociaux

Ici : production de gaz à effet de serre en g eqCO₂
(conversion en fonction du gaz et de l'horizon de temps considéré).

1. 1 MWh : environ 5 mois de consommation d'un français moyen.

Production électrique en France



UNIVERSITÉ DE NANTES

Le mix électrique français émet environ 55g eqCO₂/kWh en moyenne.

Mais tous les moyens de production n'émettent pas autant par kWh produit.

Production électrique en France



UNIVERSITÉ DE NANTES

Le mix électrique français émet environ 55g eqCO₂/kWh en moyenne.

Mais tous les moyens de production n'émettent pas autant par kWh produit.

- ▶ Variabilité temporelle
 - ▶ pour le solaire et l'éolien : non pilotables
 - ▶ pour les fossiles : disponibilité et coût de la ressource
 - ▶ pour le nucléaire : rechargement, maintenances lourdes
- ▶ Variabilité régionale
- ▶ Importations lorsque la production nationale ne suffit plus

Production électrique en France



UNIVERSITÉ DE NANTES

Le mix électrique français émet environ 55g eqCO₂/kWh en moyenne.

Mais tous les moyens de production n'émettent pas autant par kWh produit.

- ▶ Variabilité temporelle
 - ▶ pour le solaire et l'éolien : non pilotables
 - ▶ pour les fossiles : disponibilité et coût de la ressource
 - ▶ pour le nucléaire : rechargement, maintenances lourdes
- ▶ Variabilité régionale
- ▶ Importations lorsque la production nationale ne suffit plus

RTE l'opérateur du Réseau de Transport de l'Électricité en France fournit les informations de production historiques et en temps réel.

<https://www.rte-france.com/eco2mix/les-donnees-regionales>

- ▶ Durant la production (quasiment 0 pour les bas carbone)
- ▶ Méthodes en ACV (Analyse en Cycle de Vie) qui intègrent
 - ▶ construction, maintenance, démantèlement
 - ▶ extraction et transport des ressources nécessaires
 - ▶ en général, pas les coûts d'infrastructure électrique (*raccordements, stockage...*)

et divisent par la production durant la durée de vie prévue

- ▶ Durant la production (quasiment 0 pour les bas carbone)
- ▶ Méthodes en ACV (Analyse en Cycle de Vie) qui intègrent
 - ▶ construction, maintenance, démantèlement
 - ▶ extraction et transport des ressources nécessaires
 - ▶ en général, pas les coûts d'infrastructure électrique (*raccordements, stockage...*)

et divisent par la production durant la durée de vie prévue

Très nombreuses études, périmètres différents.

Valeurs classiques : médiane des études ACV retenues par le GIEC (IPCC 2014).

Le parc français est en dessous mais les ordres de grandeur restent les bons.

- ▶ capacité, disponibilité et efficacité uniforme des centres de calculs
- ▶ présence d'un centre dans chaque région FR
- ▶ utilisation de données passées plutôt que de prévisions
- ▶ fichier de données pré-traité et réduit au pas d'une heure
- ▶ regroupement des productions thermiques (charbon, gaz, fioul)
- ▶ ...

Fichier de données de production 2021



UNIVERSITÉ DE NANTES

Region, mois, jour, heure (*ici 1er janvier 2021 à minuit*)

1	01	01	00	836	0	10	0	6	238	18738
2	01	01	00	210	18038	54	0	24	130	-12654
3	01	01	00	250	0	88	0	150	78	4774
4	01	01	00	614	15502	64	0	28	98	-7654
5	01	01	00	2292	9212	784	0	2	240	152
6	01	01	00	2174	18436	402	0	2000	248	-12616

Puis productions en MWh (thermique, nucléaire, éolien, solaire, hydraulique, bioénergie) et importations.

Le fichier est trié par heure puis par régions, sans trous ni doublons.

12 régions x 24h x 365 jours = 105 120 lignes.

Fichier de données de production 2021



UNIVERSITÉ DE NANTES

Region, mois, jour, heure (*ici 1er janvier 2021 à minuit*)

1	01	01	00	836	0	10	0	6	238	18738
2	01	01	00	210	18038	54	0	24	130	-12654
3	01	01	00	250	0	88	0	150	78	4774
4	01	01	00	614	15502	64	0	28	98	-7654
5	01	01	00	2292	9212	784	0	2	240	152
6	01	01	00	2174	18436	402	0	2000	248	-12616

Puis productions en MWh (thermique, nucléaire, éolien, solaire, hydraulique, bioénergie) et importations.

Le fichier est trié par heure puis par régions, sans trous ni doublons.

12 régions x 24h x 365 jours = 105 120 lignes.

Permet de calculer la part de chaque moyen dans la production, la part d'importation.

Fichier des régions



UNIVERSITÉ DE NANTES

Île-de-France
Centre-Val de Loire
Bourgogne-Franche-Comté
Normandie
Hauts-de-France
Grand Est
Pays de la Loire
Bretagne
Nouvelle-Aquitaine
Occitanie
Auvergne-Rhône-Alpes
Provence-Alpes-Côte d'Azur

en g eqCO₂/kWh Thermique, nucléaire, éolien, solaire, hydraulique, bioénergie.

560 12 11 27 24 230

Thermique = charbon (820), fioul (777) et gaz (490)
proportionnellement à la production annuelle.

Sources : IPCC 2014 et RTE

en g eqCO₂/kWh Thermique, nucléaire, éolien, solaire, hydraulique, bioénergie.

560 12 11 27 24 230

Thermique = charbon (820), fioul (777) et gaz (490)
proportionnellement à la production annuelle.

Sources : IPCC 2014 et RTE

Permet de calculer pour chaque heure et région :

- ▶ le coût moyen
- ▶ le coût marginal (coût le plus élevé appelé)

Tâches de calcul



Elles sont supposées interruptibles.

- A Identifiant de la tâche
- B Nom de la tâche
- C Durée de calcul prévue

Tâches de calcul

Elles sont supposées interruptibles.

- A Identifiant de la tâche
- B Nom de la tâche
- C Durée de calcul prévue

Contraintes

- D date et horaire de départ minimum
- E date et horaire de terminaison au plus tard

Tâches de calcul

Elles sont supposées interruptibles.

- A Identifiant de la tâche
- B Nom de la tâche
- C Durée de calcul prévue

Contraintes

- D date et horaire de départ minimum
- E date et horaire de terminaison au plus tard
- F coût moyen maximum du Mix toléré

Tâches de calcul

Elles sont supposées interruptibles.

- A Identifiant de la tâche
- B Nom de la tâche
- C Durée de calcul prévue

Contraintes

- D date et horaire de départ minimum
- E date et horaire de terminaison au plus tard
- F coût moyen maximum du Mix toléré
- G et H coût marginal maximum toléré
pourcentage minimum pour prendre en compte une
production marginale

Tâches de calcul

Elles sont supposées interruptibles.

- A Identifiant de la tâche
- B Nom de la tâche
- C Durée de calcul prévue

Contraintes

- D date et horaire de départ minimum
- E date et horaire de terminaison au plus tard
- F coût moyen maximum du Mix toléré
- G et H coût marginal maximum toléré
pourcentage minimum pour prendre en compte une
production marginale
- I pourcentage maximal d'importation toléré (pertinence)

Tâches de calcul

Elles sont supposées interruptibles.

- A Identifiant de la tâche
- B Nom de la tâche
- C Durée de calcul prévue

Contraintes

- D date et horaire de départ minimum
- E date et horaire de terminaison au plus tard
- F coût moyen maximum du Mix toléré
- G et H coût marginal maximum toléré
 - pourcentage minimum pour prendre en compte une production marginale
- I pourcentage maximal d'importation toléré (pertinence)
- J pourcentage maximal d'importation nationale toléré (pic de consommation)

Tâches de calcul

Elles sont supposées interruptibles.

- A Identifiant de la tâche
- B Nom de la tâche
- C Durée de calcul prévue

Contraintes

- D date et horaire de départ minimum
- E date et horaire de terminaison au plus tard
- F coût moyen maximum du Mix toléré
- G et H coût marginal maximum toléré
pourcentage minimum pour prendre en compte une
production marginale
- I pourcentage maximal d'importation toléré (pertinence)
- J pourcentage maximal d'importation nationale toléré (pic de
consommation)
- K régions de calcul possibles

Tâches de calcul : format



UNIVERSITÉ DE NANTES

Grokalkul de 8h, à lancer entre le 1er janvier minuit et le 3 janvier 14h

tache.txt

```
1 Grokalkul 8
```

```
1 1 0
```

```
1 3 14
```

```
185 500 4
```

```
10 5
```

```
1 2 3 4 5 7
```

Tâches de calcul : format



UNIVERSITÉ DE NANTES

Grokalkul de 8h, à lancer entre le 1er janvier minuit et le 3 janvier 14h

tache.txt

```
1 Grokalkul 8
1 1 0
1 3 14
185 500 4
10 5
1 2 3 4 5 7
```

- ▶ émission moyenne pour un créneau utilisable ≤ 185
- ▶ coût marginal < 500 , ne compter que les moyens au delà de 4%

Tâches de calcul : format



UNIVERSITÉ DE NANTES

Grokalkul de 8h, à lancer entre le 1er janvier minuit et le 3 janvier 14h

tache.txt

```
1 Grokalkul 8
1 1 0
1 3 14
185 500 4
10 5
1 2 3 4 5 7
```

- ▶ émission moyenne pour un créneau utilisable ≤ 185
- ▶ coût marginal < 500 , ne compter que les moyens au delà de 4%
- ▶ Ne pas tenir compte de créneaux de régions important + de 10% de leur production

Tâches de calcul : format



UNIVERSITÉ DE NANTES

Grokalkul de 8h, à lancer entre le 1er janvier minuit et le 3 janvier 14h

tache.txt

```
1 Grokalkul 8
1 1 0
1 3 14
185 500 4
10 5
1 2 3 4 5 7
```

- ▶ émission moyenne pour un créneau utilisable ≤ 185
- ▶ coût marginal < 500 , ne compter que les moyens au delà de 4%
- ▶ Ne pas tenir compte de créneaux de régions important + de 10% de leur production
- ▶ Ne pas planifier lorsque la France importe plus de 5%

Tâches de calcul : format



UNIVERSITÉ DE NANTES

Grokalkul de 8h, à lancer entre le 1er janvier minuit et le 3 janvier 14h

tache.txt

```
1 Grokalkul 8
1 1 0
1 3 14
185 500 4
10 5
1 2 3 4 5 7
```

- ▶ émission moyenne pour un créneau utilisable ≤ 185
- ▶ coût marginal < 500 , ne compter que les moyens au delà de 4%
- ▶ Ne pas tenir compte de créneaux de régions important + de 10% de leur production
- ▶ Ne pas planifier lorsque la France importe plus de 5%
- ▶ Limité aux régions n° 1-5 et 7

Point de départ

Code région	Date	Heure	Thermique	Nucléaire	Eolien	Solaire	Hydraulique	Bioénergies	Échanges physiques	production	coût Moyen	Coût marginal sup à 4%
1	2021-01-01	00:00:00	836	0	10	0	6	238	18 738			
2	2021-01-01	00:00:00	210	18 038	54	0	24	130	-12 654			
3	2021-01-01	00:00:00	250	0	88	0	150	78	4 774			
4	2021-01-01	00:00:00	614	15 502	64	0	28	98	-7 654			
5	2021-01-01	00:00:00	2 292	9 212	784	0	2	240	152			
6	2021-01-01	00:00:00	2 174	18 436	402	0	2 000	248	-12 616			

Production totale pour chaque région

Code région	Date	Heure	Thermique	Nucléaire	Eolien	Solaire	Hydraulique	Bioénergies	Échanges physiques	production	coût Moyen	Coût marginal sup à 4%
1	2021-01-01	00:00:00	836	0	10	0	6	238	18 738	1 090		
2	2021-01-01	00:00:00	210	18 038	54	0	24	130	-12 654	18 456		
3	2021-01-01	00:00:00	250	0	88	0	150	78	4 774	566		
4	2021-01-01	00:00:00	614	15 502	64	0	28	98	-7 654	16 306		
5	2021-01-01	00:00:00	2 292	9 212	784	0	2	240	152	12 530		
6	2021-01-01	00:00:00	2 174	18 436	402	0	2 000	248	-12 616	23 260		

Répartition de la production pour chaque région

Code région	Date	Heure	Thermique	Nucléaire	Eolien	Solaire	Hydraulique	Bioénergies	Échanges physiques	production	coût Moyen	Coût marginal sup à 4%
1	2021-01-01	00:00:00	836	0	10	0	6	238	18 738	1 090		
			76,70 %	0,00 %	0,92 %	0,00 %	0,55 %	21,83 %				
2	2021-01-01	00:00:00	210	18 038	54	0	24	130	-12 654	18 456		
			1,14 %	97,74 %	0,29 %	0,00 %	0,13 %	0,70 %				
3	2021-01-01	00:00:00	250	0	88	0	150	78	4 774	566		
			44,17 %	0,00 %	15,55 %	0,00 %	26,50 %	13,78 %				
4	2021-01-01	00:00:00	614	15 502	64	0	28	98	-7 654	16 306		
			3,77 %	95,07 %	0,39 %	0,00 %	0,17 %	0,60 %				
5	2021-01-01	00:00:00	2 292	9 212	784	0	2	240	152	12 530		
			18,29 %	73,52 %	6,26 %	0,00 %	0,02 %	1,92 %				
6	2021-01-01	00:00:00	2 174	18 436	402	0	2 000	248	-12 616	23 260		
			9,35 %	79,26 %	1,73 %	0,00 %	8,60 %	1,07 %				

Coût moyen pour chaque région

Thermique 560 nucléaire 12 éolien 11 solaire 27 hydrau 24 bionrj 230

Code région	Date	Heure	Thermique	Nucléaire	Eolien	Solaire	Hydraulique	Bioénergies	Échanges physiques	production	coût Moyen	Coût marginal sup à 4%
1	2021-01-01	00:00:00	836	0	10	0	6	238	18 738	1 090	479,96	
			76,70 %	0,00 %	0,92 %	0,00 %	0,55 %	21,83 %				
2	2021-01-01	00:00:00	210	18 038	54	0	24	130	-12 654	18 456	19,78	
			1,14 %	97,74 %	0,29 %	0,00 %	0,13 %	0,70 %				
3	2021-01-01	00:00:00	250	0	88	0	150	78	4 774	566	287,12	
			44,17 %	0,00 %	15,55 %	0,00 %	26,50 %	13,78 %				
4	2021-01-01	00:00:00	614	15 502	64	0	28	98	-7 654	16 306	33,96	
			3,77 %	95,07 %	0,39 %	0,00 %	0,17 %	0,60 %				
5	2021-01-01	00:00:00	2 292	9 212	784	0	2	240	152	12 530	116,36	
			18,29 %	73,52 %	6,26 %	0,00 %	0,02 %	1,92 %				
6	2021-01-01	00:00:00	2 174	18 436	402	0	2 000	248	-12 616	23 260	66,56	
			9,35 %	79,26 %	1,73 %	0,00 %	8,60 %	1,07 %				

- region 1 : 3/4 thermique : 480 g eqCO₂/kWh
- region 2 : 98% nucléaire : 20 g eqCO₂/kWh

Coût marginal ($> 4\%$) pour chaque région

Code région	Date	Heure	Thermique	Nucléaire	Eolien	Solaire	Hydraulique	Bioénergies	Échanges physiques	production	coût Moyen	Coût marginal sup à 4%
1	2021-01-01	00:00:00	836	0	10	0	6	238	18 738	1 090	479,96	560
			76,70 %	0,00 %	0,92 %	0,00 %	0,55 %	21,83 %				
2	2021-01-01	00:00:00	210	18 038	54	0	24	130	-12 654	18 456	19,78	12
			1,14 %	97,74 %	0,29 %	0,00 %	0,13 %	0,70 %				
3	2021-01-01	00:00:00	250	0	88	0	150	78	4 774	566	287,12	560
			44,17 %	0,00 %	15,55 %	0,00 %	26,50 %	13,78 %				
4	2021-01-01	00:00:00	614	15 502	64	0	28	98	-7 654	16 306	33,96	12
			3,77 %	95,07 %	0,39 %	0,00 %	0,17 %	0,60 %				
5	2021-01-01	00:00:00	2 292	9 212	784	0	2	240	152	12 530	116,36	560
			18,29 %	73,52 %	6,26 %	0,00 %	0,02 %	1,92 %				
6	2021-01-01	00:00:00	2 174	18 436	402	0	2 000	248	-12 616	23 260	66,56	560
			9,35 %	79,26 %	1,73 %	0,00 %	8,60 %	1,07 %				

Si dans la région 5 les valeurs de production Thermique et Bioénergies avaient été échangées, le coût marginal retenu aurait été celui de bioénergie (230).

Taux d'importation

Code région	Date	Heure	Thermique	Nucléaire	Eolien	Solaire	Hydraulique	Bioénergies	Échanges physiques	production	coût Moyen	Coût marginal sup à 4%
1	2021-01-01	00:00:00	836	0	10	0	6	238	18 738	1 090	479,96	560
			76,70 %	0,00 %	0,92 %	0,00 %	0,55 %	21,83 %	94,50 %			
2	2021-01-01	00:00:00	210	18 038	54	0	24	130	-12 654	18 456	19,78	12
			1,14 %	97,74 %	0,29 %	0,00 %	0,13 %	0,70 %	-68,56 %			
3	2021-01-01	00:00:00	250	0	88	0	150	78	4 774	566	287,12	560
			44,17 %	0,00 %	15,55 %	0,00 %	26,50 %	13,78 %	89,40 %			
4	2021-01-01	00:00:00	614	15 502	64	0	28	98	-7 654	16 306	33,96	12
			3,77 %	95,07 %	0,39 %	0,00 %	0,17 %	0,60 %	-46,94 %			
5	2021-01-01	00:00:00	2 292	9 212	784	0	2	240	152	12 530	116,36	560
			18,29 %	73,52 %	6,26 %	0,00 %	0,02 %	1,92 %	1,20 %			
6	2021-01-01	00:00:00	2 174	18 436	402	0	2 000	248	-12 616	23 260	66,56	560
			9,35 %	79,26 %	1,73 %	0,00 %	8,60 %	1,07 %	-54,24 %			

- ▶ régions 1 et 3 : 90% d'importation environ : inutilisable
- ▶ région 5 : 1,2% d'importation : négligeable
- ▶ régions 2, 4 et 6 : fortement exportatrices

Taux d'importation nationale

faisons ici comme si le calcul prenait les 12 régions

Code région	Date	Heure	Thermique	Nucléaire	Eolien	Solaire	Hydraulique	Bioénergies	Échanges physiques	production	coût Moyen	Coût marginal sup à 4%
1	2021-01-01	00:00:00	836	0	10	0	6	238	18 738	1 090	479,96	560
			76,70 %	0,00 %	0,92 %	0,00 %	0,55 %	21,83 %	94,50 %			
2	2021-01-01	00:00:00	210	18 038	54	0	24	130	-12 654	18 456	19,78	12
			1,14 %	97,74 %	0,29 %	0,00 %	0,13 %	0,70 %	-68,56 %			
3	2021-01-01	00:00:00	250	0	88	0	150	78	4 774	566	287,12	560
			44,17 %	0,00 %	15,55 %	0,00 %	26,50 %	13,78 %	89,40 %			
4	2021-01-01	00:00:00	614	15 502	64	0	28	98	-7 654	16 306	33,96	12
			3,77 %	95,07 %	0,39 %	0,00 %	0,17 %	0,60 %	-46,94 %			
5	2021-01-01	00:00:00	2 292	9 212	784	0	2	240	152	12 530	116,36	560
			18,29 %	73,52 %	6,26 %	0,00 %	0,02 %	1,92 %	1,20 %			
6	2021-01-01	00:00:00	2 174	18 436	402	0	2 000	248	-12 616	23 260	66,56	560
			9,35 %	79,26 %	1,73 %	0,00 %	8,60 %	1,07 %	-54,24 %			

-9 260	72 208
-12,82 %	

La France exporte, il n'y a donc pas de tensions sur l'approvisionnement (pic de consommation, sous-production. . .)

Allocation au plus tôt, dans le respect des contraintes.

- ▶ mono région : un scénario d'allocation pour chaque région
- ▶ séquentiel : choisir la meilleure région pour chaque créneau
- ▶ parallèle : utiliser toutes les régions possibles en même temps

L'allocation n'est pas forcément possible

Modes d'exécution : mono region



mono_region.txt

Centre-Val_de_Loire 8

1	1	0	2	19.78	1	1	1	2	19.66	1	1	2	2	19.79
---	---	---	---	-------	---	---	---	---	-------	---	---	---	---	-------

1	1	3	2	19.92	1	1	4	2	19.36	1	1	5	2	19.70
---	---	---	---	-------	---	---	---	---	-------	---	---	---	---	-------

1	1	6	2	19.25	1	1	7	2	19.66
---	---	---	---	-------	---	---	---	---	-------

Normandie 8

1	1	0	4	33.96	1	1	1	4	35.20	1	1	10	4	35.31
---	---	---	---	-------	---	---	---	---	-------	---	---	----	---	-------

1	1	11	4	35.11	1	1	12	4	35.05	1	1	13	4	35.17
---	---	----	---	-------	---	---	----	---	-------	---	---	----	---	-------

1	1	14	4	35.23	1	1	15	4	35.01
---	---	----	---	-------	---	---	----	---	-------

Impossible pour l'ile de France et la
Bourgogne-Franche-Comté (5 créneaux sur les 8 demandés)

parallele.txt

PARALLELE 8

1	1	0	2	19.78	1	1	0	4	33.96	1	1	1	2	19.66
1	1	1	4	35.20	1	1	2	2	19.79	1	1	3	2	19.92
1	1	4	2	19.36	1	1	5	2	19.70					

2 régions en parallèle pour les deux premières heures, puis 1 seule pour terminer.

s'il y avait plus de régions utilisables que d'heures restantes, on aurait sélectionné les moins coûteuses.

Visualisation



UNIVERSITÉ DE NANTES

