

Atelier-TP : Des statistiques autour de la météo de la 6^e à la terminale

Philippe Garat^(1,2) Florent Girod ⁽²⁾
Damien Jacquemoud ⁽²⁾ Frédérique Letué ^(1,2)

⁽¹⁾Université de Grenoble, IUT 2, Département STID

⁽²⁾IREM de Grenoble

29 octobre 2012

Plan de la présentation

- 1 Contexte
- 2 Activité sur la météorologie
 - Cadre général
 - Au collège
 - Au lycée
- 3 Conclusion

- Travail réalisé au sein du groupe Probabilités/Statistique de l'IREM de Grenoble
- testé sur des classes en collège et lycée
- utilisé comme support pour la formation des enseignants stagiaires du secondaire de l'académie de Grenoble

Principes

- mise en place des **fiches d'activités** pour chaque niveau de classe (de la 6^e à la Terminale) ;
- en prenant appui sur des **données réelles** ;
- utiliser les **outils statistiques** ou de **modélisation probabiliste** propres à chaque niveau ;
- **expérimenter** en classe et **analyser** les productions des élèves.

Choix de travailler sur deux thèmes : l'IMC (voir Atelier-communication dimanche) et les données météorologiques

Pourquoi ?

- notions simples, issues de la vie quotidienne
- en relation avec les thèmes de convergence des programmes du collège "Santé" et "Climatologie"
- qui permettent de réinvestir d'autres notions du programme de mathématiques

Climatologie : Normales saisonnières

Les normales saisonnières sont des statistiques utilisées dans le but de résumer les conditions du climat d'un endroit donné. La période de référence est habituellement fixée à 30 ans.

Données proposées ici : Besançon de 1971 à 2011.

Question :

Les données météo récentes (2008 à 2011) sont-elles conformes aux normales saisonnières (1971 à 2000) ?

Peut-on parler de changement climatique en France ?

Climatologie : Normales saisonnières

Les normales saisonnières sont des statistiques utilisées dans le but de résumer les conditions du climat d'un endroit donné. La période de référence est habituellement fixée à 30 ans.

Données proposées ici : Besançon de 1971 à 2011.

Question :

Les données météo récentes (2008 à 2011) sont-elles conformes aux normales saisonnières (1971 à 2000) ?

Peut-on parler de changement climatique en France ?

Motivation

- le sujet intéresse beaucoup les élèves
- l'enjeu n'est pas personnel
- de nombreuses données en accès libre (ECA & D)

Activité sur les températures minimales à Besançon

moenne mensuelle des temperatures minimales de 1971 à 2011 pour la ville de Besançon (toutes les temperatures sont données en °C)

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
1971	-2,997	-0,768	-1,690	6,043	9,600	10,747	13,806	13,723	9,210	6,306	1,017	-0,542
1972	-1,048	1,852	2,632	4,293	7,687	9,910	12,761	12,026	7,433	4,813	2,193	-2,139
1973	-3,068	-1,489	0,116	2,247	9,139	12,090	13,458	14,919	11,033	5,203	1,660	-0,835
1974	2,390	2,182	4,213	3,573	7,355	10,343	11,913	13,787	10,573	3,561	3,527	3,110
1975	2,306	-0,057	1,903	4,560	7,687	10,717	13,261	14,500	12,410	4,861	2,797	-2,258
1976	-0,039	-0,017	0,552	3,740	8,703	12,423	14,755	11,768	9,590	7,984	3,233	-1,781
1977	1,097	3,864	4,677	3,207	7,958	11,233	12,890	12,203	8,493	7,939	3,143	0,419
1978	-0,600	-0,243	2,939	3,317	8,458	10,427	12,729	11,313	8,977	5,535	0,100	1,171
1979	-4,213	0,696	3,745	3,287	7,574	12,247	12,597	11,729	10,157	8,155	2,220	1,571
1980	-1,913	1,903	2,813	3,567	7,458	10,933	11,677	13,335	10,727	5,406	0,460	-2,735
1981	-2,710	-2,657	5,884	5,403	8,319	11,107	13,003	12,848	11,490	7,061	1,710	0,197
1982	0,439	-0,171	1,613	3,190	8,368	13,227	15,000	13,348	12,103	7,448	3,680	1,445
1983	0,894	-1,946	2,294	5,037	7,177	12,440	16,952	14,277	11,180	6,803	1,423	-0,390
1984	0,406	-0,769	-0,119	3,483	6,671	10,690	12,445	13,219	10,500	7,577	4,570	-0,035
1985	-7,416	-1,911	1,174	5,190	8,539	10,843	14,445	12,490	10,933	6,532	0,163	1,581
1986	0,097	-6,171	1,232	4,043	10,377	12,413	13,332	13,042	10,585	7,848	3,540	0,177
1987	-5,745	-0,189	0,052	5,603	6,600	11,457	14,635	13,784	13,050	8,897	3,293	0,242
1988	2,868	0,255	2,458	6,160	10,590	11,567	13,142	14,023	10,903	8,571	0,927	1,961
1989	-1,003	0,457	4,161	4,830	9,929	11,377	14,310	13,574	10,610	7,239	0,383	-0,226
1990	-1,239	3,757	3,339	4,527	10,135	11,637	13,958	14,113	9,620	8,871	3,210	-1,329
1991	-0,277	-3,436	5,026	3,337	5,510	11,313	14,916	14,648	12,770	6,190	2,633	-1,861
1992	-2,887	-0,472	3,061	4,943	10,194	12,547	14,635	15,329	10,757	6,003	4,260	1,229
1993	1,565	-2,093	1,352	6,493	9,871	12,720	13,348	13,116	10,397	6,539	-0,107	2,726
1994	1,255	1,175	6,084	4,200	9,881	12,597	16,806	15,410	11,567	7,468	6,150	3,084
1995	-0,565	3,811	1,148	5,740	8,523	11,100	16,110	14,648	9,243	8,903	2,627	-0,484
1996	-0,132	-1,683	0,677	4,827	8,684	12,490	13,371	13,503	7,793	7,052	2,913	-1,065
1997	-2,226	1,807	4,290	3,450	9,677	12,350	13,584	15,752	10,950	6,497	3,390	1,745
1998	1,106	0,075	2,742	5,623	9,719	12,490	14,184	13,168	11,223	7,652	0,013	-0,294
1999	1,265	-0,821	3,516	5,760	11,661	11,257	15,323	14,555	13,323	7,423	0,977	0,777
2000	-0,355	1,862	2,913	5,967	10,429	12,853	12,632	14,516	11,663	8,229	4,687	3,239
2001	1,616	1,196	5,616	4,633	11,474	11,103	14,739	15,135	9,430	10,316	1,143	-1,323
2002	-0,423	4,057	3,903	4,783	6,342	14,240	13,500	14,423	10,493	7,355	5,857	3,587
2003	-0,887	-2,568	3,542	5,557	10,439	17,123	15,342	17,542	10,307	5,023	4,063	0,726
2004	0,019	-0,421	1,555	5,793	7,687	12,467	13,790	14,939	11,867	9,500	2,843	-0,352
2005	-1,019	-1,957	2,123	6,317	9,339	13,603	14,842	12,097	12,140	9,177	2,083	-0,839
2006	-2,161	-0,514	2,358	5,453	10,303	13,170	18,445	13,042	10,407	10,723	4,670	1,103
2007	3,697	3,236	2,500	8,037	11,474	14,410	14,132	13,574	9,177	6,681	2,273	-0,735
2008	1,932	1,214	2,545	5,527	11,368	13,603	14,252	13,390	9,320	5,919	3,973	0,219
2009	-3,274	-0,418	2,710	7,070	11,758	12,937	15,074	14,968	11,683	6,684	6,170	1,190
2010	-2,606	0,439	1,823	5,950	9,113	13,647	15,897	13,429	9,443	6,206	4,167	-1,581
2011	0,306	0,554	3,761	7,180	9,532	12,670	12,135	14,020	12,477	6,429	0,468	0,305
2012	0,172	-0,492										

1^e étape : travail sur les "normales saisonnières"

- ① calculer pour les années de 1971 à 2000 et pour chaque mois de l'année les indicateurs suivants :
 - minimum, maximum
 - médiane
 - premier et troisième quartiles
- ② tracer des courbes de chacun des indicateurs sur les 12 mois de l'année

1^e étape : travail sur les "normales saisonnières"

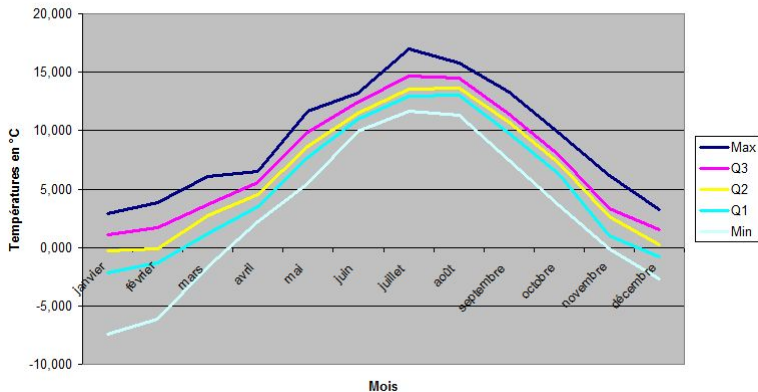
- 1 calculer pour les années de 1971 à 2000 et pour chaque mois de l'année les indicateurs suivants :
 - minimum, maximum
 - médiane
 - premier et troisième quartiles
- 2 tracer des courbes de chacun des indicateurs sur les 12 mois de l'année

Compétences mises en jeu

- notions statistiques
- maniement d'un tableur
- construction de courbes (introduction aux boxplot sans le dire)

Activité en classe de troisième (non testée)

Normales saisonnières des températures mensuelles minimales à Besançon



2^e étape : confrontation avec des données-test

placer sur le graphique précédent les courbes des années 2008 à 2011

2^e étape : confrontation avec des données-test

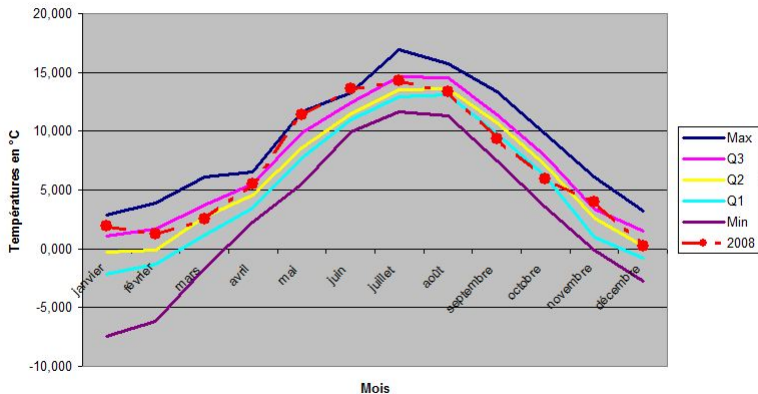
placer sur le graphique précédent les courbes des années 2008 à 2011

Compétences mises en jeu

- confrontation de données observées avec des données issues d'un modèle

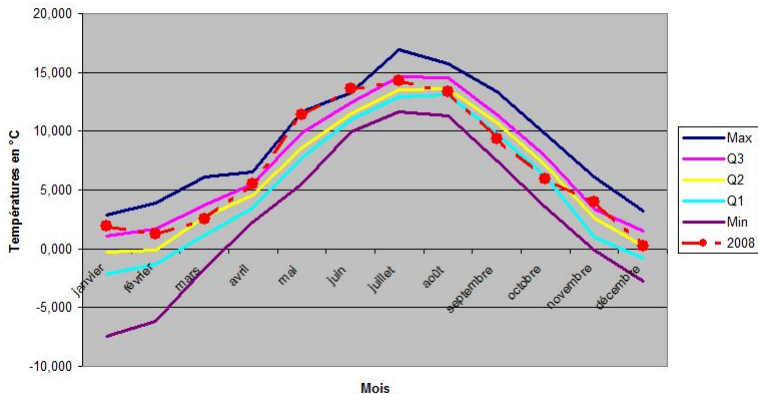
Activité en classe de troisième (non testée)

Températures minimales en 2008 à Besançon



Activité en classe de troisième (non testée)

Températures minimales en 2008 à Besançon



Analogie avec les courbes d'IMS dans le carnet de santé

- Fournir les courbes des normales saisonnières avec pour légendes 25%, 50%, 75%
- Faire placer sur ces graphiques les courbes des années à tester
- Si on a plus de données "test" (par exemple normales sur 1950-1980 et test sur 1990-2010), comparer sur un mois donné le nombre d'années où la température moyenne est inférieure à la médiane (en 5^e).

Remarque : en classe de 4^e

Notion principale : la moyenne.

Notion peu exploitable ici car on n'a pas l'outil de dispersion lié à la moyenne (variance ou écart-type) pour discuter des écarts à la moyenne.

Activité sur les températures minimales à Embrun

Document No 1



Embrun, Hautes Alpes(05), 871m

Températures

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
--	-------	------	------	-------	-----	------	-------	------	-------	------	------	------

Températures minimales (°C)

Moyenne	-3.2	-2.1	0.1	3.1	6.7	9.9	12.4	12.1	9.7	5.8	0.9	-1.9
Record absolu	-19.1	-18.8	-13.9	-6.3	-3.2	-0.8	3.4	3.4	-0.4	-5.3	-11.2	-14.6
Date	09/01/1985	15/02/1956	07/03/1971	03/04/1970	05/05/1991	03/06/2003	08/07/1984	30/08/1986	30/09/1974	31/10/1950	30/11/1973	18/12/1950

Températures maximales (°C)

Moyenne	5.7	7.6	10.9	14.4	18.6	22.4	26.2	25.5	22.1	16.9	10.4	6.7
Record absolu	16.7	20.2	24.3	26.4	29.3	33.1	36.0	34.0	32.2	26.2	22.5	17.7
Date	27/01/1949	28/02/1960	18/03/1993	14/04/1949	13/05/1958	29/06/1986	27/07/1983	15/08/1974	17/09/1975	06/10/1981	03/11/1981	22/12/1991

Températures moyennes (°C)

Moyenne	1.2	2.7	5.5	8.7	12.7	16.2	19.3	18.8	15.9	11.4	5.6	2.4
---------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	-----	-----

Nombre moyen de jours avec :

TN<=-5°C	9.4	6.6	2.4	0.2	0	0	0	0	0	0	2	6.7
TN<=0°C	25.3	19.7	15.3	6.3	0.6	0	0	0	0	2.1	12.4	21.2
TX<=0°C	2.5	0.4	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2	1.3
TX>=25°C	0	0	0	0	1.3	9	21.1	18	8	0.3	0	0
TX>=30°C	0	0	0	0	0	0.7	3.9	4.1	0.6	0	0	0

Activité sur les températures minimales à Embrun

Document No 2



Températures Minimales Journalières à Embrun (05) Année 2009 (*)

	jan	fev	mar	avr	mai	jun	jul	aoû	sep	oct	nov	dec
1	0,4	-1,1	3,6	8,3	4,9	10,1	15,8	14,1	14,4	10,0	1,9	-1,2
2	-3,1	1,1	2,8	5,1	4,2	7,2	14,0	13,5	15,4	8,2	3,5	-2,2
3	-5,1	1,6	-1,0	4,8	9,5	9,5	15,1	14,6	18,2	5,1	0,0	-0,7
4	-4,6	1,8	-1,1	2,3	6,1	8,3	14,5	9,0	11,8	10,2	5,3	-0,5
5	-7,2	-1,0	-0,6	4,7	3,0	9,5	13,8	12,5	8,2	8,4	1,6	-3,1
6	NA	0,1	-2,6	3,9	4,6	8,9	12,1	14,1	5,7	9,9	-0,2	-1,2
7	-2,6	0,0	-3,7	4,3	8,1	4,0	10,7	16,7	8,8	9,6	NA	3,2
8	-3,1	-4,2	-4,4	4,4	NA	7,7	8,8	14,9	11,1	10,5	NA	1,4
9	1,7	-6,1	2,1	5,3	9,6	10,3	8,8	14,3	9,6	11,1	NA	-2,7
10	0,2	0,0	-3,5	11,8	9,7	6,8	8,2	13,2	10,5	11,0	NA	-1,9
11	-0,5	-3,1	-1,5	10,5	10,7	12,4	7,8	11,5	12,0	5,2	NA	-3,4
12	-0,5	-8,1	-3,1	10,7	11,5	7,7	12,2	13,4	10,7	5,5	NA	-5,0
13	-0,4	-6,7	-1,9	8,2	12,2	9,5	14,4	14,0	9,4	0,2	NA	0,8
14	-2,9	-10,6	0,7	6,4	10,9	13,7	16,0	14,0	7,2	NA	NA	-1,1
15	-4,5	-9,5	3,7	4,5	NA	14,5	18,1	15,5	9,2	NA	5,4	-3,1
16	-1,7	-6,2	4,2	1,4	NA	14,2	17,5	16,1	12,4	NA	7,8	-9,1
17	-2,6	-7,1	-0,7	1,7	NA	12,6	NA	16,3	12,1	-0,6	3,1	-10,9
18	-4,6	-3,1	4,3	0,3	NA	15,0	NA	16,6	8,7	-0,7	8,8	-10,7
19	-0,5	-7,0	4,1	4,6	9,1	14,9	NA	18,7	8,3	-3,5	6,8	-14,0
20	0,9	-6,2	2,1	6,8	11,8	9,7	NA	17,6	11,2	1,8	8,8	-15,6
21	-2,6	-3,6	-4,9	3,8	11,4	11,3	NA	17,2	10,7	6,3	5,2	-9,5
22	-4,4	-4,7	-4,6	5,2	13,0	6,3	19,4	14,5	9,6	2,9	1,3	NA
23	-3,0	-4,0	-2,1	4,1	14,2	5,2	NA	14,0	8,7	5,9	1,2	NA
24	0,0	-4,9	3,1	4,3	15,0	8,5	NA	15,5	9,7	NA	2,5	2,1
25	-3,5	-4,1	-3,6	4,7	14,5	NA	NA	16,5	10,7	NA	2,2	0,2
26	-0,4	-3,6	-1,9	6,3	13,7	NA	NA	15,8	13,7	NA	3,9	-1,6
27	-4,4	-2,9	0,3	6,3	6,4	NA	NA	12,8	10,6	1,6	0,4	-3,4
28	-8,5	-0,1	4,4	5,8	6,0	NA	NA	15,4	10,5	4,2	-0,7	-1,6
29	-9,0	NA	3,1	4,3	8,5	13,9	NA	13,4	9,2	3,2	1,0	-0,1
30	-6,1	NA	2,7	-1,0	14,8	13,8	16,3	9,3	10,5	2,8	0,1	3,5
31	-4,1	NA	2,9	NA	10,4	NA	13,3	13,3	NA	5,2	NA	2,2

Activité sur les températures minimales à Embrum

1^e étape : calculs sur tableur (à partir de la 1^e)

Nombre de données TN valides :

	jan	fev	mar	avr	mai	jun	jul	aoû	sep	oct	nov	dec
2007	31	27	31	30	31	29	29	31	29	29	28	31
2008	30	28	31	30	31	24	26	31	30	31	30	31
2009	30	28	31	30	26	26	19	31	30	25	22	29
2010	29	26	30	1	3	29	28	31	30	31	30	31

Création de la variable NTN05 = Nb de données Tmin \leq - 05°C

	jan	fev	mar	avr	mai	jun	jul	aoû	sep	oct	nov	dec
2007	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3
2008	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4	5
2009	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2010	17	12	6	0	0	0	0	0	0	0	3	13

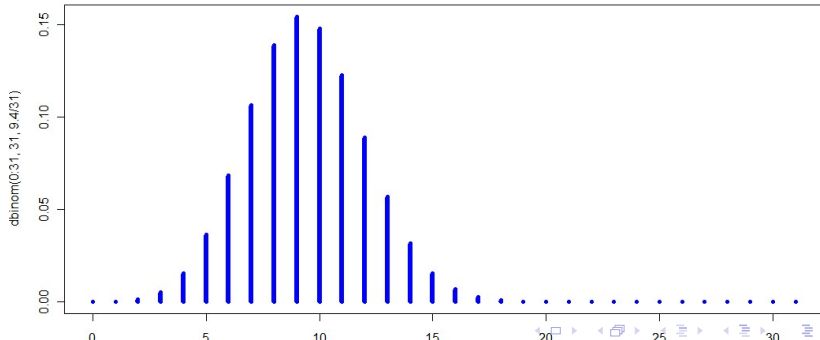
Activité sur les températures minimales à Embrum

2^e étape : modélisation (à partir de la 1^e)

Soit $K = \text{Nb de données } T_{\min} \leq -05^{\circ}\text{C}$

K est aléatoire et suit une loi Binomiale dont les paramètres dépendent du mois et de l'année.

Par exemple en janv K suit la loi binomiale $B(31; 9.4/31)$



3^e étape : Décision statistique

Les mois non-conformes aux valeurs saisonnières seront notés :

de **couleur rouge** (réchauffement climatique) si $NTN_{05} < Q_{05}$

de **couleur bleue** (refroidissement climatique) si $NTN_{05} > Q_{95}$

Variantes

- En seconde, travailler sur la proportion de jours où $T_{min} \leq -0.5^{\circ}C$ sur des mois où $0.2 \leq p \leq 0.8$.
- En Terminale, utiliser l'approximation gaussienne les mois où 30 ou 31 données sont disponibles

Activité sur les températures minimales à Embrum

4^e étape : Analyse critique des résultats

Résultats

Fractiles Q ₀₅ :	jan	fev	mar	avr	mai	jun	jul	aou	sep	oct	nov	dec
2007	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2008	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2009	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2010	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Fractiles Q ₉₅ :	jan	fev	mar	avr	mai	jun	jul	aou	sep	oct	nov	dec
2007	13	9	4	1	0	0	0	0	0	0	4	10
2008	12	9	4	1	0	0	0	0	0	0	4	10
2009	12	9	4	1	0	0	0	0	0	0	3	9
2010	12	9	4	0	0	0	0	0	0	0	4	10

Conclusion :

	jan	fev	mar	avr	mai	jun	jul	aou	sep	oct	nov	dec
2007	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3
2008	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4	5
2009	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2010	17	12	6	0	0	0	0	0	0	0	3	13

4^e étape : Analyse critique des résultats

Validité de la démarche statistique ?

4^e étape : Analyse critique des résultats

Validité de la démarche statistique ?

- le modèle binomial est-il correct sur les données observées ?
- les T_{min} sont-elles réellement indépendantes d'un jour à l'autre ?
- comment construire un échantillon i.i.d ?
- comment ajuster le meilleur modèle binomial sur les données de référence 1971-2000 ?

Bilan / Conclusion :

Bilan / Conclusion :

◇ Ces activités

- ont été testées en classes de 3^e 1^e
- seront bientôt disponibles sur le site de l'IREM de Grenoble.

Bilan / Conclusion :

◇ Ces activités

- ont été testées en classes de 3^e 1^e
- seront bientôt disponibles sur le site de l'IREM de Grenoble.

◇ Au près des élèves : retour très positif ; les activités de Proba/Stat plaisent beaucoup !

Bilan / Conclusion :

◇ Ces activités

- ont été testées en classes de 3^e 1^e
- seront bientôt disponibles sur le site de l'IREM de Grenoble.

◇ Auprès des élèves : retour très positif ; les activités de Proba/Stat plaisent beaucoup !

◇ Auprès des stagiaires : présentation de l'exemple de l'IMC, puis construction d'une activité sur l'exemple de la météo pour un niveau de leur choix.

- adhésion à la démarche
- intérêt pour un travail sur données réelles

Bilan / Conclusion :

◇ Ces activités

- ont été testées en classes de 3^e 1^e
- seront bientôt disponibles sur le site de l'IREM de Grenoble.

◇ Auprès des élèves : retour très positif ; les activités de Proba/Stat plaisent beaucoup !

◇ Auprès des stagiaires : présentation de l'exemple de l'IMC, puis construction d'une activité sur l'exemple de la météo pour un niveau de leur choix.

- adhésion à la démarche
- intérêt pour un travail sur données réelles

Rejoignez les groupes de travail proba/stat des IREM !