

Le Hasard

Perception et mesure

Perception du hasard

- Vous allez au restaurant, il y a 70 personnes. Est-il presque sûr que deux personnes aient la même date d'anniversaire?

1. Oui
2. Non

Pile ou Face?

F P F P F F F P F P P F P F
F F F P F P P P P P P F P F
F P P F F P F F F P P P P P
P P F P F F P P P P P P P
P P F F P F P F F P P P F P
P F P P F P P F P P P F P
F F F F P F P P P P P P P
P F F F F

100 pile ou face au hasard
Il y a 8 « P » de suite!

Perception du hasard

- **70 dans la pièce** → 99% chances que 2 personnes aient le **même anniversaire**
- En 2007 la **Cash 5 lottery** de Caroline du Nord a sorti **4, 21, 23, 34, 39** a deux reprises
- Mark Twain : « **La vérité est toujours plus surprenante que la *fiction*** »

Coïncidences Lincoln - Kennedy, « un siècle après » (Serge Reggiani)

- 7 lettres chacun
- Lincoln élu en 1846 au congrès, Kennedy en 1946
- Lincoln élu président en 1860, Kennedy en 1960
- Perte d'un jeune enfant
- Assassinés un vendredi par derrière d'une balle dans la tête, par un assassin venant du Sud ayant un patronyme de 15 lettres, en présence de leur épouse
- Leur successeur est « Johnson », démocrate du sud
- Etc...



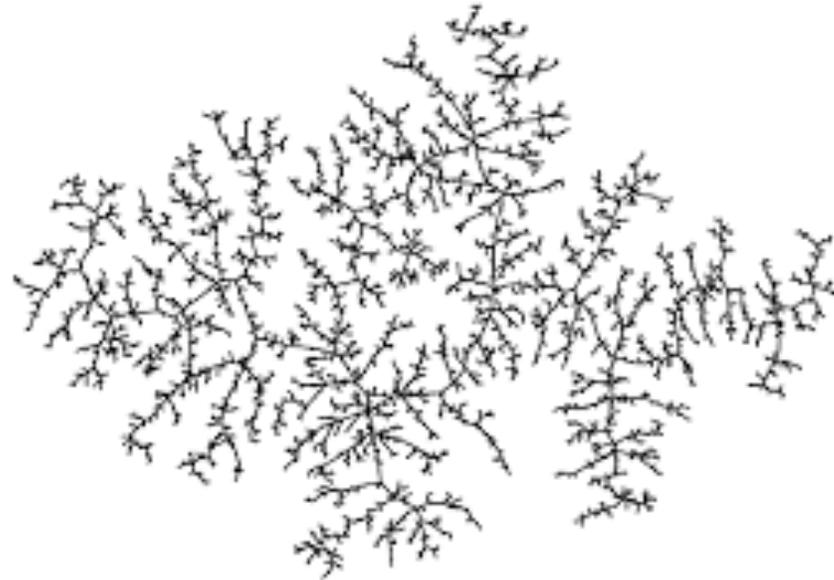
Est-il louche que deux présidents partagent
17 points communs?

1. Oui
2. Non

Donnez un nombre « au hasard » entre 1 et
12

Générer le hasard

- **Darwinisme:** Ramène au concept de sérendipité, utile aussi dans la formation des neurones, dans la créativité...
- **Nous descendons du hasard!**



Hasard anthropique assisté

Paquet de cartes bien mélangé:



- Il faut mélanger **7 fois** un paquet de cartes pour qu'il soit **bien mélangé**



shutterstock.com - 1906092145

Hasard anthropique assisté

18 (heure)

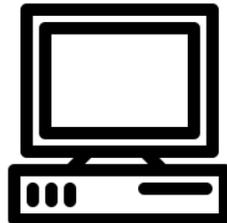


$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{2 \operatorname{tr} [e^{\lambda} (m_e - \gamma \bar{R}) (\gamma \bar{e}(k_2)) (\gamma (-\bar{k}_2 - \bar{R}) + m_e) (\gamma \bar{e}^*(q_2))] \right. \\
 & \quad \times (\gamma (-\bar{k}_2 - \bar{R} + q_2) + m_e) (\gamma \bar{e}^*(q_1))] \\
 & \quad \times (\gamma (-\bar{k}_2 - \bar{R} + q_1 + q_2) + m_e) (\gamma \bar{e}(k_1))] \Bigg) \\
 & \left(\frac{(R^2 - m_e^2) ((\bar{k}_2 + \bar{R})^2 - m_e^2)}{\times ((\bar{k}_2 + \bar{R} - q_2)^2 - m_e^2) ((\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1 - q_2)^2 - m_e^2)} \right) \\
 & + \left(\frac{2 \operatorname{tr} [e^{\lambda} (\gamma (\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1 - q_2) + m_e) (\gamma \bar{e}^*(q_2))] \right. \\
 & \quad \times (\gamma (\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1) + m_e) (\gamma \bar{e}(k_2)) (\gamma (\bar{R} - q_1) + m_e) \\
 & \quad \times (\gamma \bar{e}^*(q_1)) (\gamma \bar{R} + m_e) (\gamma \bar{e}(k_1))] \Bigg) \\
 & \left(\frac{(R^2 - m_e^2) ((\bar{R} - q_1)^2 - m_e^2)}{\times ((\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1)^2 - m_e^2) ((\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1 - q_2)^2 - m_e^2)} \right) \\
 & + \left(\frac{2 \operatorname{tr} [e^{\lambda} (\gamma (\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1 - q_2) + m_e) (\gamma \bar{e}^*(q_2))] \right. \\
 & \quad \times (\gamma (\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1) + m_e) (\gamma \bar{e}^*(q_1))] \\
 & \quad \times (\gamma (\bar{k}_2 + \bar{R}) + m_e) (\gamma \bar{e}(k_2)) (\gamma \bar{R} + m_e) (\gamma \bar{e}(k_1))] \Bigg) \\
 & \left(\frac{(R^2 - m_e^2) ((\bar{k}_2 + \bar{R})^2 - m_e^2)}{\times ((\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1)^2 - m_e^2) ((\bar{k}_2 + \bar{R} - q_1 - q_2)^2 - m_e^2)} \right)
 \end{aligned}$$



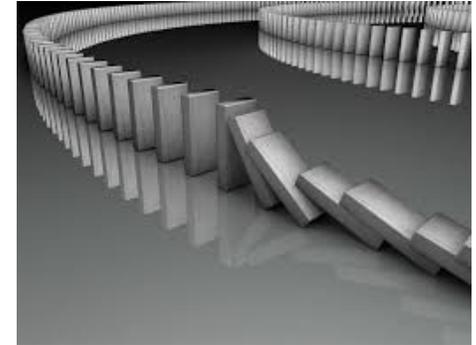
11

« pseudo aléatoire »



Le hasard existe-t-il?

- Presque tout hasard est l'effet d'une cause connue, elle-même conséquence d'une autre cause.



$$\frac{\left(2 \operatorname{tr} \left[e^{\epsilon} (m_{\nu} - \bar{\gamma} \bar{K}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon} (k_2)) (\bar{\gamma} (-\bar{k}_2 - \bar{K}) + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon}^* (q_2)) \right) \times (\bar{\gamma} (-\bar{k}_2 - \bar{K} + \bar{q}_2) + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon}^* (q_1)) \right]}{\left((K^2 - m_{\nu}^2) ((k_2 + K)^2 - m_{\nu}^2) \right)} \times (\bar{\gamma} (-\bar{k}_2 - \bar{K} + \bar{q}_1 + \bar{q}_2) + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon} (k_1)) \right)}{\left((K^2 - m_{\nu}^2) ((k_2 + K)^2 - m_{\nu}^2) \right)} \times ((k_2 + K - \bar{q}_2)^2 - m_{\nu}^2) ((k_2 + K - \bar{q}_1 - \bar{q}_2)^2 - m_{\nu}^2)$$

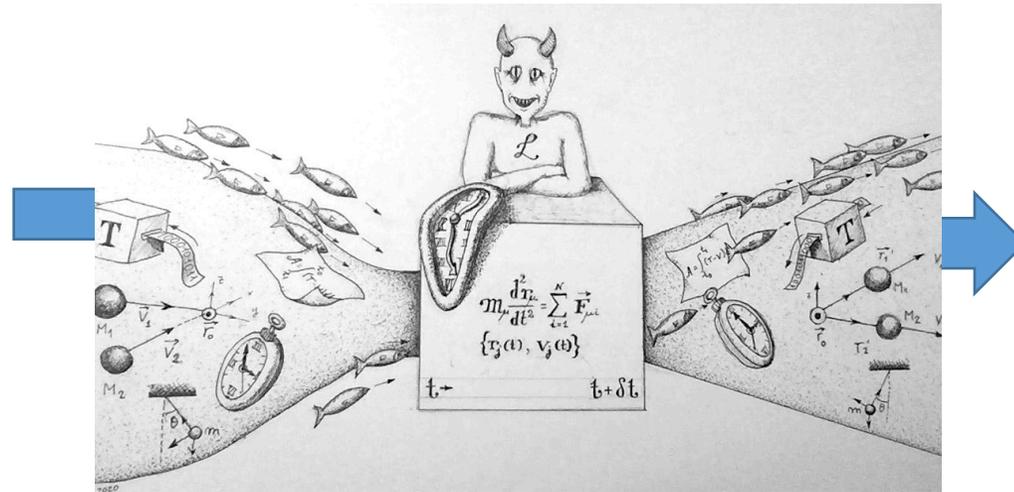
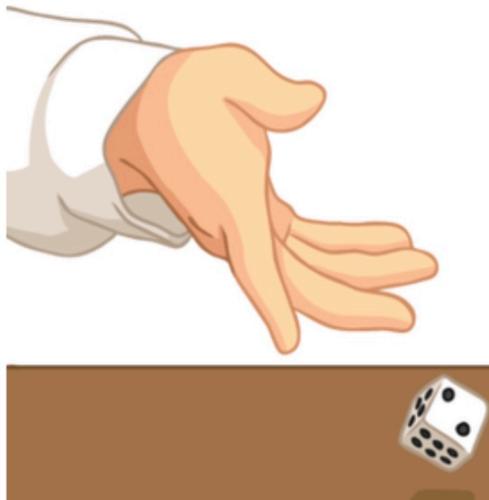
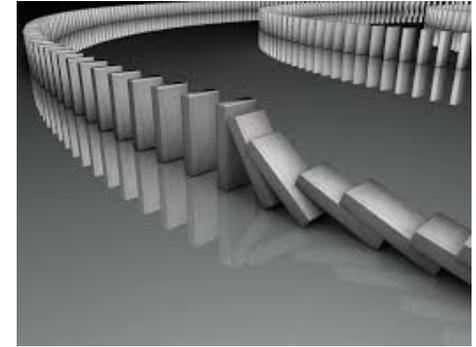
$$+ \frac{\left(2 \operatorname{tr} \left[e^{\epsilon} (\bar{\gamma} (k_2 + \bar{K} - \bar{q}_1 - \bar{q}_2) + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon}^* (q_2)) \right) \times (\bar{\gamma} (k_2 + \bar{K} - \bar{q}_1) + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon} (k_2)) (\bar{\gamma} (\bar{K} - \bar{q}_1) + m_{\nu}) \right]}{\left((K^2 - m_{\nu}^2) ((K - \bar{q}_1)^2 - m_{\nu}^2) \right)} \times (\bar{\gamma} \bar{\epsilon}^* (q_1)) (\bar{\gamma} \bar{K} + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon} (k_1)) \right)}{\left((K^2 - m_{\nu}^2) ((K - \bar{q}_1)^2 - m_{\nu}^2) \right)} \times ((k_2 + K - \bar{q}_1)^2 - m_{\nu}^2) ((k_2 + K - \bar{q}_1 - \bar{q}_2)^2 - m_{\nu}^2)$$

$$+ \frac{\left(2 \operatorname{tr} \left[e^{\epsilon} (\bar{\gamma} (k_2 + \bar{K} - \bar{q}_1 - \bar{q}_2) + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon}^* (q_2)) \right) \times (\bar{\gamma} (k_2 + \bar{K} - \bar{q}_1) + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon}^* (q_1)) \right]}{\left((K^2 - m_{\nu}^2) ((k_2 + K)^2 - m_{\nu}^2) \right)} \times (\bar{\gamma} (k_2 + \bar{K}) + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon} (k_2)) (\bar{\gamma} \bar{K} + m_{\nu}) (\bar{\gamma} \bar{\epsilon} (k_1)) \right)}{\left((K^2 - m_{\nu}^2) ((k_2 + K)^2 - m_{\nu}^2) \right)} \times ((k_2 + K - \bar{q}_1)^2 - m_{\nu}^2) ((k_2 + K - \bar{q}_1 - \bar{q}_2)^2 - m_{\nu}^2)$$



Le hasard existe-t-il?

- Presque tout hasard est l'effet d'une cause connue, elle-même conséquence d'une autre cause.



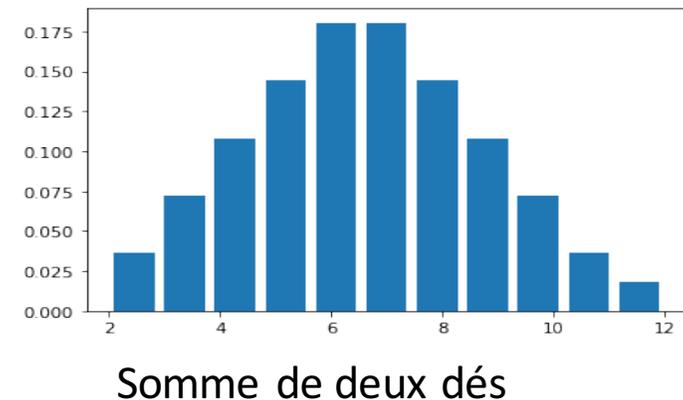
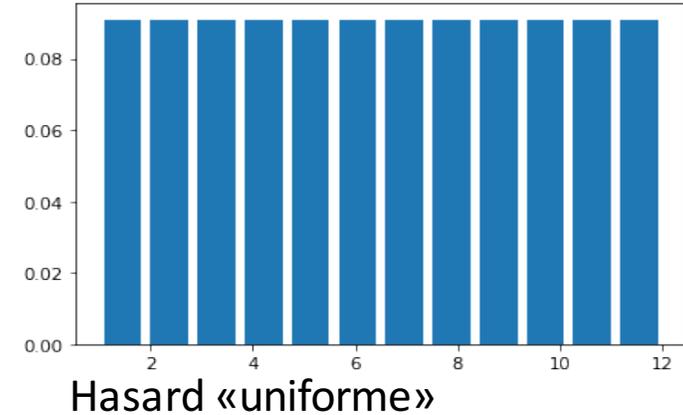
Dieu ne joue pas aux dominos

- Y'a-t-il une cause première de hasard « pur »?
- Controverse Einstein / Bohr « dieu ne joue pas aux dés »
- **Hasard:** Ce qu'on ne connaît pas, ou que partiellement.



Comment décrire et mesurer le hasard

- **Mois de naissance d'un inconnu: 1** chance sur 12 d'obtenir « 12 ».
- **Somme de deux dés: beaucoup moins** de chances de faire 12. $(\frac{1}{6} * \frac{1}{6} = \frac{1}{36})$
- **Chiffre choisi « au hasard » par un humain: Encore une autre distribution**



Le cadre scientifique: comment ne pas arriver à des absurdités

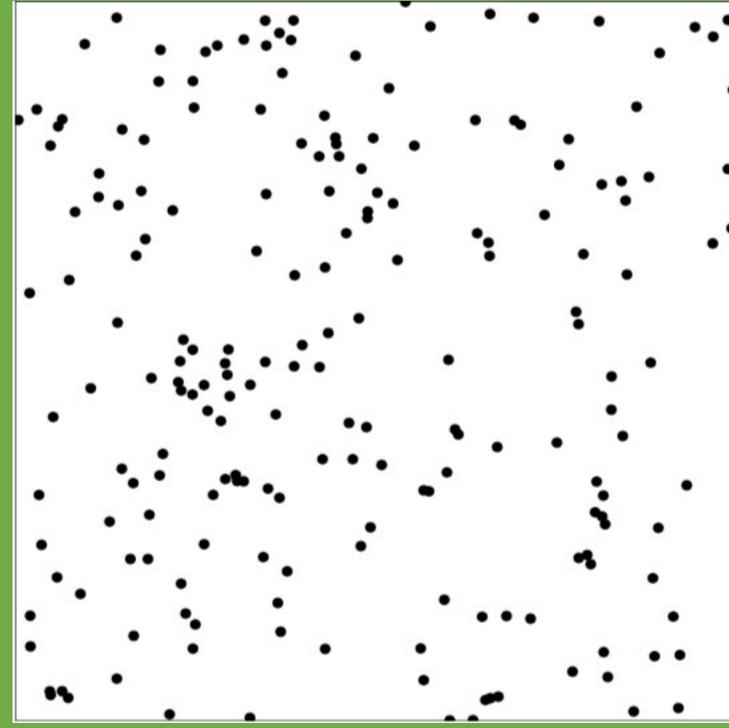
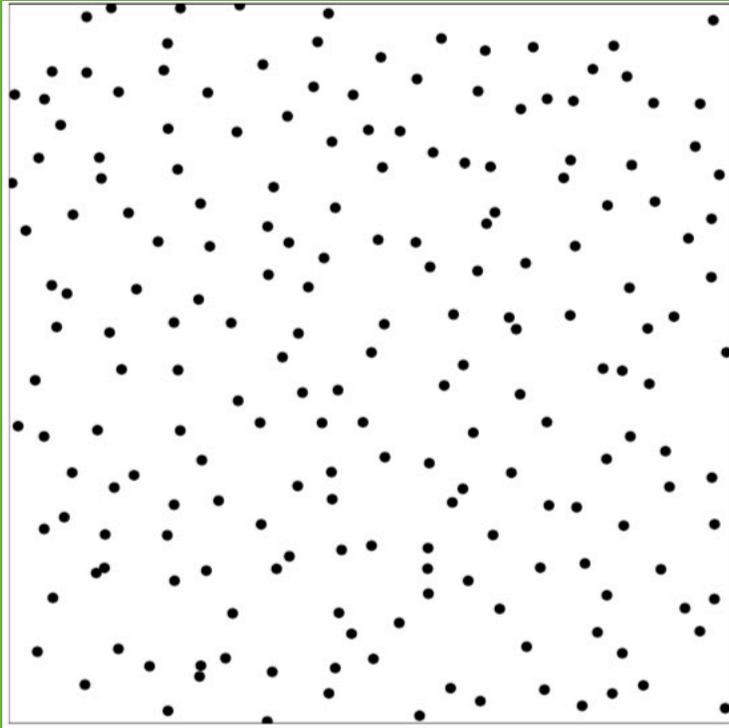
- Calcul de la probabilité de l'existence d'un être humain = $\frac{1}{100000\dots\dots 0}$
- **Règle numéro 1:** Ne pas concevoir l'expérience APRES avoir observé le hasard!

Coïncidences des présidents

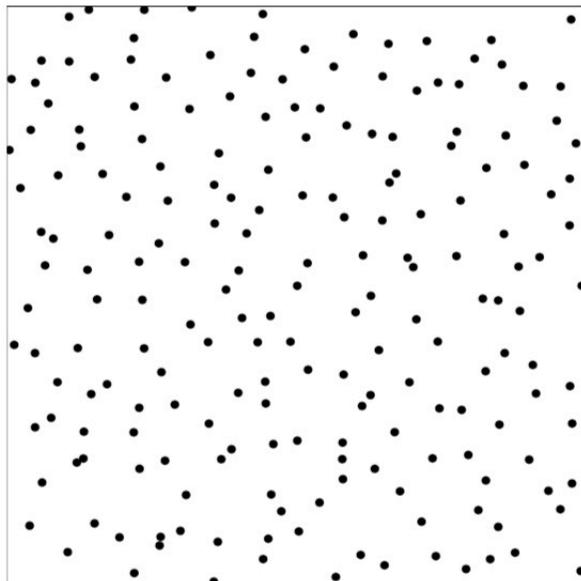
- **150 traits pour chaque individu** (année de naissance, nombre d'enfants, ...)
- **20 valeurs possibles pour chaque trait** (en moyenne ...), avec la même probabilité (uniforme)
- **45 présidents des Etats-Unis**

- **=> 80% de chances que 2 présidents aient 17 traits en communs**
- **Et même si c'était improbable:** il est probable que des choses improbables n'arrivent! (Aristote).

Parmi ces dessins, lequel est vraiment « au hasard »?

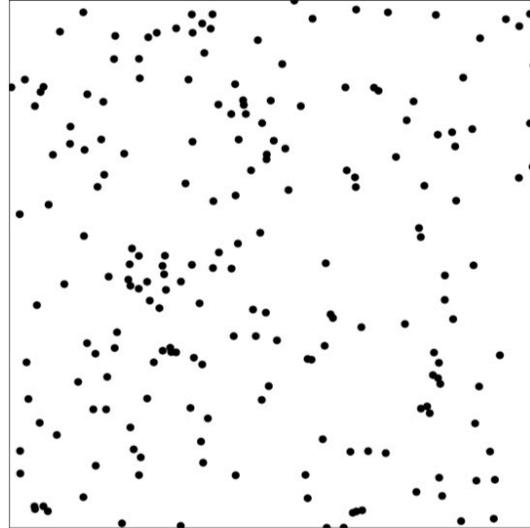


Mesurer le hasard géométrique



Points dessinés à la main
« au hasard »

Processus de « Poisson »



- Gouttes de pluie
- Impacts de météorites
- Points « aveugles », « indépendants »

Statistiques spatiales

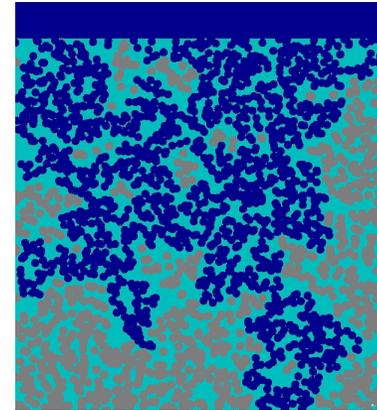
- Amas d'étoiles des « pléiades »

John Michell (XVIIIe): 1 chance sur 500 000 que ces étoiles soient groupées là « par hasard »

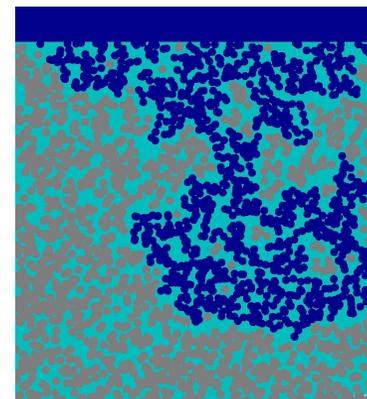


Hasard géométrique (suite)

- **Perméabilité** : porosités circulaires
- Répartition « au hasard »
- Ces questions sont hautement importantes en **physique statistique**



Perméable



Imperméable

Mesurer mathématiquement le hasard

Quelle est la probabilité qu'il y ait une théière en orbite autour de Saturne?

1. 0%
2. 0,0000000...01%
3. 50%
4. Autre

Tous les hasards ne sont pas uniformes

- Huxley : **Dieu a 50% de chances d'exister** tout simplement car on n'a pas de preuve pour ou contre
- Russell : dans ce cas **il y a 50% de chances qu'il y ait une théière invisible en orbite** autour de Saturne!



Conclusion

- Le hasard est présent au quotidien
- Nous ne rencontrons pas directement le hasard « pur », mais du « pseudo hasard » qui joue le même rôle
- Imiter ou reconnaître le hasard est très difficile pour nous, nous nous en remettons à des outils
- Tous les hasards qui se ressemblent ne sont pas identiques, il faut définir mathématiquement à l'avance la distribution (= histogramme) pour l'étudier, mais ça n'est pas toujours facile!



Time World 2021

Congrès international
SUR LE HASARD

1, 2 ET 3 JUILLET 2021

Conservatoire national
des arts et métiers - **Paris**

Programme et billetterie
www.timeworldevent.com

