

# Théorie de la décision - le choix intertemporel

Mikaël Cozic

ENS Ulm - Cogmaster



- ▶ Saint Augustin, *Confessions*, VIII, 7, 17

“Donnez-moi la chasteté et la continence,...

- ▶ Saint Augustin, *Confessions*, VIII, 7, 17

“Donnez-moi la chasteté et la continence,...

...mais pas encore”

## exemples

les choix intertemporels sont des décisions qui mettent en jeu des arbitrages entre des coûts et des bénéfices qui surviennent à différents moments

- ▶ acheter un nouveau scooter ou placer l'équivalent en assurance-vie
- ▶ travailler ce soir sur un article à rendre la semaine prochaine
- ▶ continuer ses études ou entrer sur le marché du travail
- ▶ aller au cinéma ce soir ou plutôt la semaine prochaine
- ▶ fixer le montant épargné automatiquement chaque mois

## préliminaires

- ▶ les choix intertemporels ont attiré l'attention des philosophes et moralistes depuis toujours ; des économistes depuis la naissance de la discipline à la fin du XVIIIème
- ▶ l'économie moderne a développé la formalisation mathématique du choix intertemporel (Samuelson, 1937) et en fait un usage extrêmement intensif
- ▶ depuis une quinzaine d'années, émergence et explosion d'études interdisciplinaires (économie / psychologie cognitive / neurosciences) sur le choix intertemporel ⇒ renouvellement du champ

► Plan de l'exposé :

1. les préférences temporelles
2. actualisation exponentielle et cohérence temporelle
3. incohérence temporelle et actualisation hyperbolique
4. naïveté, lucidité et auto-contrainte
5. bases biologiques des préférences temporelles

les préférences temporelles

actualisation exponentielle et cohérence temporelle

incohérence temporelle et actualisation hyperbolique

naïveté, lucidité et auto-contrainte

bases biologiques des préférences temporelles

## 1. Les préférences temporelles

## préférences temporelles

- ▶ idée fdtale : les agents ont des **préférences temporelles** (pures) : des plans d'actions sont préférés à d'autres uniquement en vertu de différences dans la position temporelle.
- ▶ exemple :  $(c, 0) \succ (0, c)$

## préférences temporelles

- ▶ idée fdtale : les agents ont des **préférences temporelles** (pures) : des plans d'actions sont préférés à d'autres uniquement en vertu de différences dans la position temporelle.
- ▶ exemple :  $(c, 0) \succ (0, c)$
- ▶ préférences temporelles  $\neq$  **préférences calendaires** (Strotz 1956) : je peux préférer gagner un dîner samedi soir plutôt que ce soir parce que ce soir, on est en semaine, je suis plus fatigué, ma femme ne pourra pas m'accompagner, etc. - avec les préférences temporelles, on fait abstraction de toute propriété particulière des dates hormis leur succession temporelle

## préférence temporelle et actualisation

- ▶ retour à l'exemple :  $(c, 0) \succ (0, c)$

Question : s'il l'on fait abstraction de toute propriété des dates, comment rendre compte de ces préférences ?

## préférence temporelle et actualisation

- ▶ retour à l'exemple :  $(c, 0) \succ (0, c)$

Question : s'il l'on fait abstraction de toute propriété des dates, comment rendre compte de ces préférences ?

- ▶ addition d'utilités actualisée :

$$U(c, 0) = u(c) + \delta u(0)$$

$$U(0, c) = u(0) + \delta u(c)$$

$u(\cdot)$  est l'**utilité instantanée**

$\delta$  est le **facteur d'actualisation** ; il reflète l'importance que le décideur accorde au moment du choix à son utilité instantanée dans le futur - ou encore le poids que le moi présent du décideur accorde à son moi futur

- ▶ si  $\delta < 1$  ( $u(c) > 0$ ,  $u(0) = 0$ ),  $U(c, 0) > U(0, c)$

## rationalité des préférences temporelles ?

- ▶ Question : est-il rationnel d'avoir des préférences temporelles?
- ▶ J. Rawls, philosophe (1971)  
“La rationalité exige une attitude impartiale à l'égard des différentes parties de notre vie. La seule différence de position temporelle, le fait que quelque chose arrive plus ou moins tôt, ne constitue pas une raison pour avoir plus ou moins d'égard vis-à-vis d'elle”
- ▶ Pigou, économiste (1902)  
“notre faculté télescopique est défective, aussi voyons-nous nos plaisirs futurs comme s'ils étaient à une échelle réduite.”

## identité personnelle et préférences temporelles

- ▶ impartialité vis-à-vis des différents soi (présent, futurs) ;  
mais pourquoi le moi présent devrait-il se soucier du moi futur ?
- ▶ Parfit (1984)  
“Mon souci pour mon futur peut correspondre au degré de connexion entre moi, aujourd’hui, et moi, dans le futur...puisque la connexion est presque toujours plus faible sur de longues périodes, je peux rationnellement attacher moins d’importance à mon futur.”

## signe de l'actualisation

- ▶ on suppose en général que l'actualisation est positive ( $\delta < 1$ , préférence pour le présent), même s'il existe des cas où elle semble être négative ( $\delta > 1$ )
- ▶ exemple 1: aux Etats-Unis, certains enseignants ont le choix entre être payés pendant les mois de l'année scolaire ou être payé sur les 12 mois de l'année (mais voir section "Naïveté et lucidité")
- ▶ exemple 2 (Loewenstein 1987) : quand profiter d'une invitation à un restaurant gastronomique : le week-end prochain, celui d'après, ou le suivant encore ? 84 % des sujets préfèrent le second week-end.

Marshall (1891) : "Quand on calcule le taux auquel un bénéfice futur est actualisé, il faut prendre garde de tenir compte du plaisir de l'attente"

les préférences temporelles

**actualisation exponentielle et cohérence temporelle**

incohérence temporelle et actualisation hyperbolique

naïveté, lucidité et auto-contrainte

bases biologiques des préférences temporelles

## **2. actualisation exponentielle et cohérence temporelle**

## l'actualisation exponentielle

- ▶ le modèle classique de préférence temporelle est le **modèle d'actualisation exponentielle**

$$U(c_0, c_1, c_2, c_3) = u(c_0) + \delta u(c_1) + \delta^2 u(c_2) + \delta^3 u(c_3)$$

## l'actualisation exponentielle

- ▶ le modèle classique de préférence temporelle est le **modèle d'actualisation exponentielle**

$$U(c_0, c_1, c_2, c_3) = u(c_0) + \delta u(c_1) + \delta^2 u(c_2) + \delta^3 u(c_3)$$

$$U^t(c_t, \dots, c_T) = \sum_{k=0}^{T-t} \delta^k \cdot u(c_{t+k})$$

- $U^t(\cdot)$  est l'utilité d'une suite de décision du point de vue du moment présent  $t$
- $T$  est la dernière période
- $\delta(t)$  **diminue** avec le temps ( $\delta'(t) \leq 0$ )
- $\delta(t)$  diminue à un **taux constant** : le rapport entre  $\delta(2)$  et  $\delta(4)$  est la même qu'entre  $\delta(28)$  et  $\delta(30)$

## cohérence temporelle, exemple préliminaire

- ▶ Paul a le choix entre 2 plans d'action : statu quo  $(0, 0, 0)$  ou  $(0, m, a)$  = rien à  $t = 0$ , ménage (désagréable) à  $t = 1$  et environnement agréable à  $t = 2$ .
- ▶ Supposons que  $u(m) = -6$  et  $u(a) = +8$  et  $(0, 0, 0) \prec (0, m, a)$  ; alors  

$$U^0(0, m, a) = 0 - \delta 6 + \delta^2 8 > 0$$
- ▶ Paul reconsidère son plan à  $t = 1$  :  

$$U^1(m, a) = -6 + \delta 8 = U^0(0, m, a) / \delta > 0$$
 donc  

$$U^1(m, a) > U^1(0, 0)$$
 ; en  $t = 1$ , le décideur préfère toujours ranger puis profiter du rangement au statu quo  
 $\Rightarrow$  Paul est **cohérent** temporellement : ses préférences futures confirment ses préférences présentes.

## cohérence temporelle

- ▶  $U^t(c_t, \dots, c_T) = \sum_{k=0}^{T-t} \delta^k \cdot u(c_{t+k})$
- ▶ cohérente temporelle des préférences : les préférences en  $t$  sont confirmées ultérieurement. Soient deux suites de  $(c_t, \dots, c_T)$  et  $(c'_t, \dots, c'_T)$  qui commencent de la même façon ie  $(c_t = c'_t)$ :

$$U^t(c_t, \dots, c_T) \geq U^t(c'_t, \dots, c'_T) \text{ ssi } U^{t+1}(c_{t+1}, \dots, c_T) \geq U^{t+1}(c'_{t+1}, \dots, c'_T)$$

- ▶ exemple :
  - 1100 euros dans 13 mois plutôt que 1000 euros dans 12 mois
  - 1100 euros dans un mois plutôt que 1000 euros tout de suite

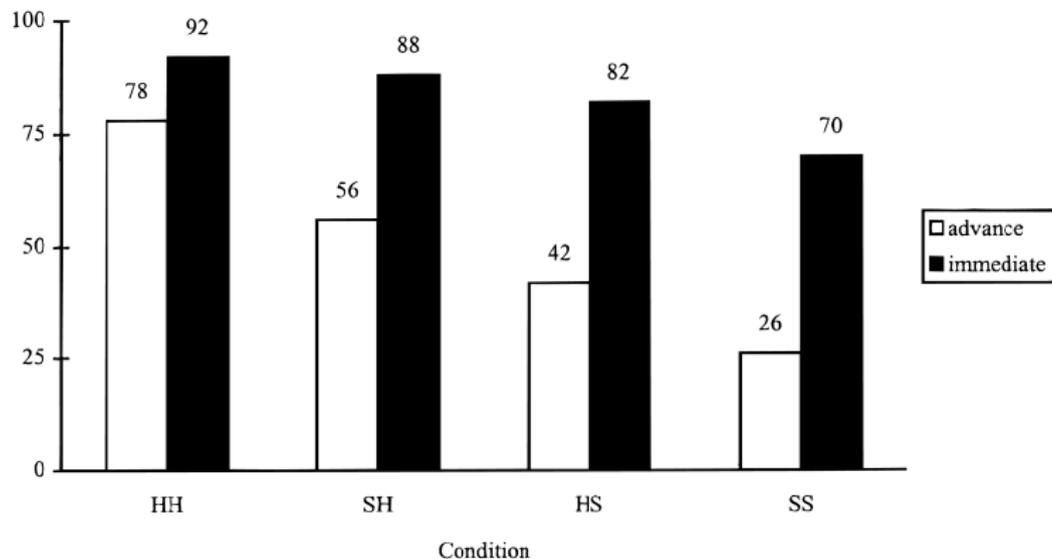
les préférences temporelles  
actualisation exponentielle et cohérence temporelle  
**incohérence temporelle et actualisation hyperbolique**  
naïveté, lucidité et auto-contrainte  
bases biologiques des préférences temporelles

### **3. incohérence temporelle et actualisation hyperbolique**

## mars ou pomme ?

- ▶ Exemple 1 : étude expérimentale de Read & Leeuwen (1998) :
- Question 1 (posée mardi 4 mars) : le mardi 11 mars, vous pourrez avoir, au choix, une barre de chocolat ou une pomme ; que choisirez-vous ?
- Question 2 (posée le mardi 11 mars) : vous pouvez revenir sur votre décision prise la semaine dernière ; préférez-vous une barre de chocolat ou une pomme ?

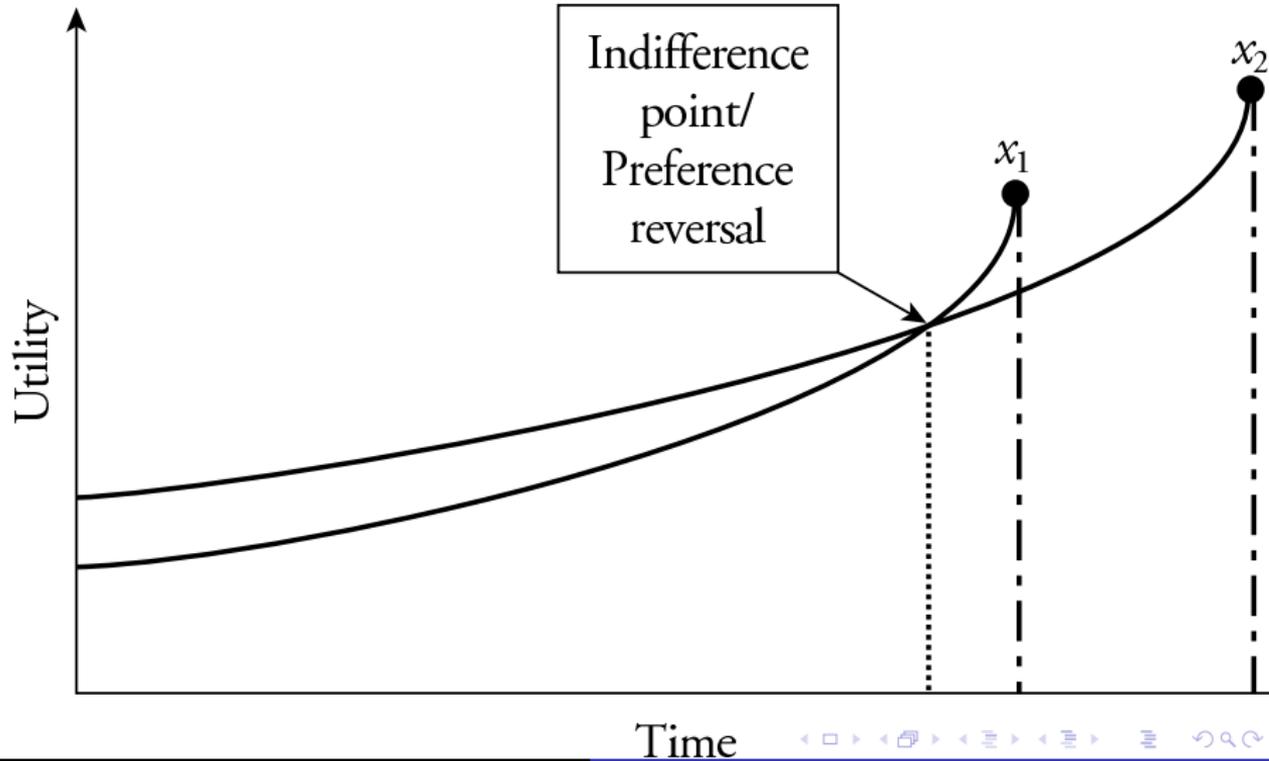
## mars ou pomme ? résultats



## commentaires

- ▶ 4 conditions:  $H = hungry$  (en fin d'après-midi) et  $S = satisfied$  (juste après le repas). Les individus sont informés du moment où l'expérimentateur repassera, une semaine plus tard, avec la nourriture
- ▶ on désigne les biais de prédiction liés à la présence ou non d'états viscéraux par le terme de **manque d'empathie intrapersonnelle**

les préférences temporelles  
actualisation exponentielle et cohérence temporelle  
incohérence temporelle et actualisation hyperbolique  
naïveté, lucidité et auto-contrainte  
bases biologiques des préférences temporelles



Time



## décroissance du taux d'actualisation

- ▶ un croisement des courbes d'utilité n'est possible que si le taux d'actualisation n'est pas constant (comme c'est le cas dans le modèle exponentiel)
- ▶ données en faveur de la décroissance du taux d'actualisation (Thaler 1981) :

Question : pour quelle somme  $X$  seriez vous indifférent entre (a) 15 \$ maintenant et (b)  $X$  dans [1 mois/1 année/10 ans] ?

Réponse médiane : [20 \$ / 50 \$ / 100 \$], ce qui correspond à un taux d'actualisation annuel moyen de [345 % / 120 % / 19 %]

## actualisation hyperbolique

- ▶ réaction aux données qui précèdent : modèle de décision qui rend possible l'incohérence temporelle et la diminution du taux d'actualisation
- ▶ exemple (Elster, 1979 ; Laibson, 1997) : modèle quasi-hyperbolique :

$$U(c_0, c_1, c_2, c_3) = u(c_0) + \beta\delta u(c_1) + \beta\delta^2 u(c_2) + \beta\delta^3 u(c_3)$$

$$U(c_0, c_1, c_2, c_3) = u(c_0) + \beta[\delta u(c_1) + \delta^2 u(c_2) + \delta^3 u(c_3)]$$

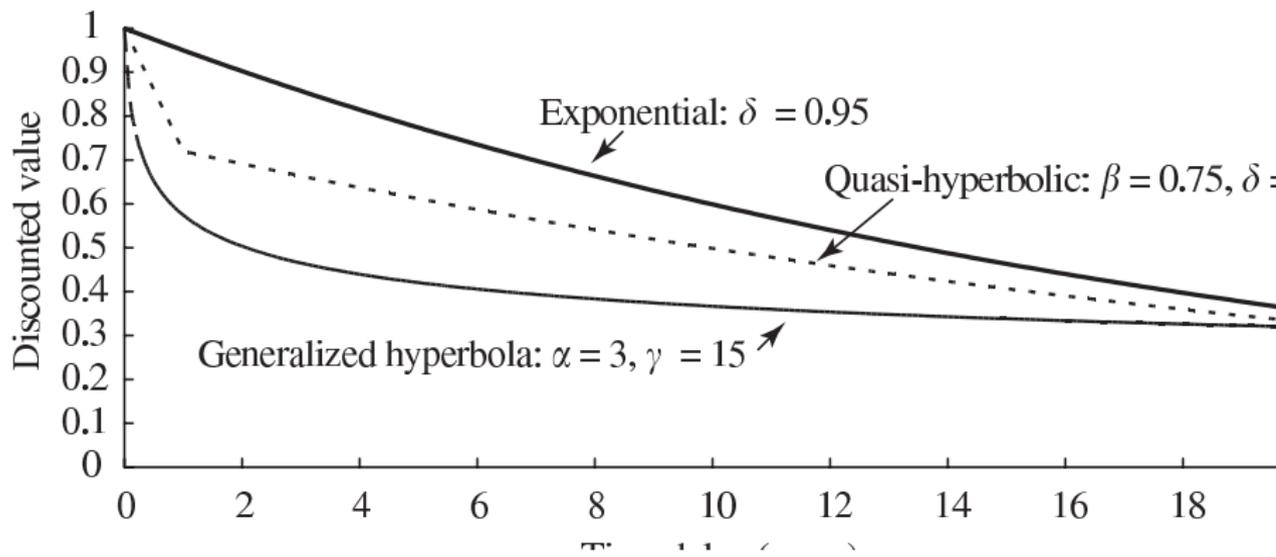
$$U^t(c_t, \dots, c_T) = u(c_t) + \beta[\sum_{k=1}^{T-t} \delta^k \cdot u(c_{t+k})]$$

## retour à l'exemple

- ▶ Paul a le choix entre 2 plans d'action : statu quo  $(0, 0, 0)$  ou  $(0, m, a) =$  rien à  $t = 0$ , ménage (désagréable) à  $t = 1$  et environnement agréable à  $t = 2$ .  $u(m) = -6$  et  $u(a) = +8$
- ▶ Modèle exponentiel avec  $\delta = 0.95$  :  $U^0(0, m, a) = 1.52 > 0$  et  $U^1(m, a) = 1.6 > 0$  (cohérence)
- ▶ Modèle hyperbolique avec  $\delta = 0.95$  et  $\beta = 0.75$  :  
 $U^0(0, m, a) = 0 - \beta\delta 6 + \beta\delta^2 8 = 1.14 > 0$   
 $U^1(m, a) = -6 + \beta\delta 8 = -0.3 < 0$

⇒ à  $t = 1$ , Paul change de plan et opte pour le statu quo

## hyperbolique vs. exponentiel



## procrastination

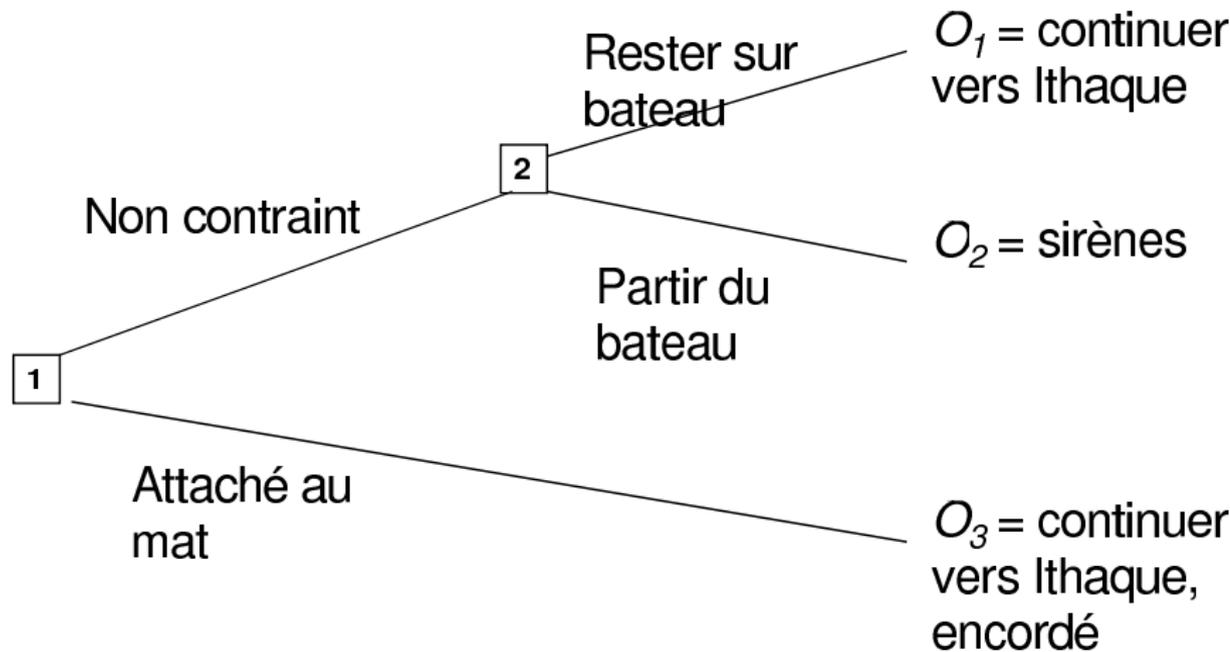
- ▶ l'exemple montre comment la **procrastination** = [remettre indéfiniment une tâche désagréable (ranger son bureau, arrêter de fumer) alors qu'on était déterminé à l'accomplir] peut apparaître
- ▶ la procrastination provient du changement de taux d'actualisation : plus on se rapproche du moment de l'action, plus le biais temporel en faveur de ce moment augmente
- ▶ le puzzle du dentiste (Elster) : Paul prend rdv chez le dentiste pour le 1er avril en raison d'une dent douloureuse ; le 31 mars, il appelle le dentiste et prétexte un deuil familial pour annuler le rdv

## 4.naïveté, lucidité et auto-contrainte

## auto-contrainte

- ▶ **naïveté** : Paul n'a pas conscience que ses préférences actuelles seront remises en question
- ▶ **lucidité** : Paul prévoit que ses préférences actuelles vont être mises à mal dans le futur
- ▶ un agent dont l'actualisation n'est pas exponentielle a intérêt à s'**auto-contraindre** i.e. à prendre des engagements qui l'empêchent d'abandonner ses plans

## Ulysse et les sirènes

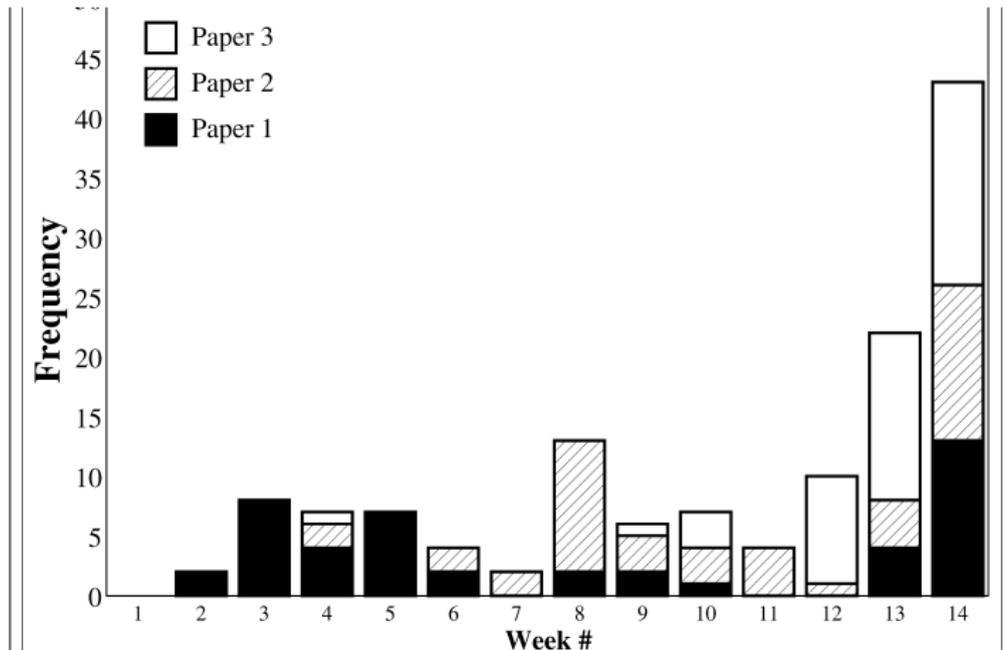


## exemples

- ▶ Christmas Club ; on peut concevoir les actifs illiquides comme des formes d'auto-contrainte (Laibson 1997)
- ▶ annoncer publiquement qu'on fera telle chose à tel moment
- ▶ idée générale : affecter l'environnement irréversiblement de manière à ce que le changement de préférence soit coûteux voire impossible

## les dates-butoir (Ariely & Wertenbroch 2002)

m



## modéliser naïveté vs. lucidité

- ▶ O'Donoghue & Rabin (1999) : 3 types d'agents :  
exponentiels ( $e$ ), hyperboliques naïfs ( $hn$ ) et hyperboliques  
lucides ( $hl$ )
- ▶ Quel samedi choisir pour finir le rapport (scénario à coût  
immédiat et croissant) ?  
agents  $e$  : le premier samedi  
agents  $hn$  : le dernier samedi (procrastination maximale)  
agents  $hl$  : le second samedi (procrastination modérée)

## modéliser naïveté vs. lucidité

- ▶ O'Donoghue & Rabin (1999) : 3 types d'agents :  
exponentiels ( $e$ ), hyperboliques naïfs ( $hn$ ) et hyperboliques lucides ( $hl$ )
- ▶ Quel samedi choisir pour finir le rapport (scénario à coût immédiat et croissant) ?  
agents  $e$  : le premier samedi  
agents  $hn$  : le dernier samedi (procrastination maximale)  
agents  $hl$  : le second samedi (procrastination modérée)
- ▶ **mais** quand il s'agit d'un scénario à récompense (vs. coût) immédiate, les hyperboliques lucides s'en tirent moins bien que les hyperboliques naïfs !

les préférences temporelles  
actualisation exponentielle et cohérence temporelle  
incohérence temporelle et actualisation hyperbolique  
naïveté, lucidité et auto-contrainte  
bases biologiques des préférences temporelles

## 5.bases biologiques des préférences temporelles

- ▶ approche **neuroéconomique** : exploration des fondements biologiques de l'inconsistance temporelle (McClure & Laison 2004, 2007)
- ▶ hypothèse : la divergence entre préférences à court-terme et à long terme reflète l'activation différentielle de deux systèmes

$$U^t(c_t, \dots, c_T) = u(c_t) + \beta [\sum_{k=1}^{T-t} \delta^k \cdot u(c_{t+k})]$$

$$W^t(c_t, \dots, c_T) = (1/\beta - 1)u(c_t) + [\sum_{k=0}^{T-t} \delta^k \cdot u(c_{t+k})]$$

**système**  $\beta = (1/\beta - 1)u(c_t) =$  poids du présent

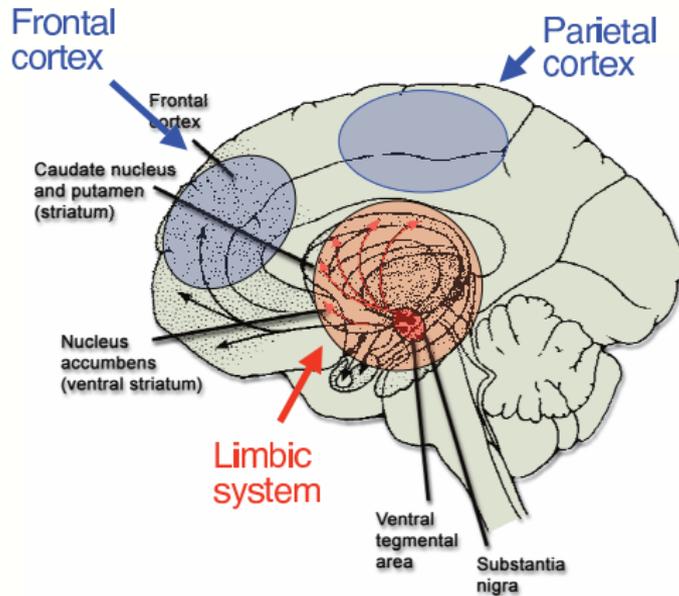
**système**  $\delta = [\sum_{k=0}^{T-t} \delta^k \cdot u(c_{t+k})] =$  actualisation exponentielle

## systemes $\beta$ et $\delta$

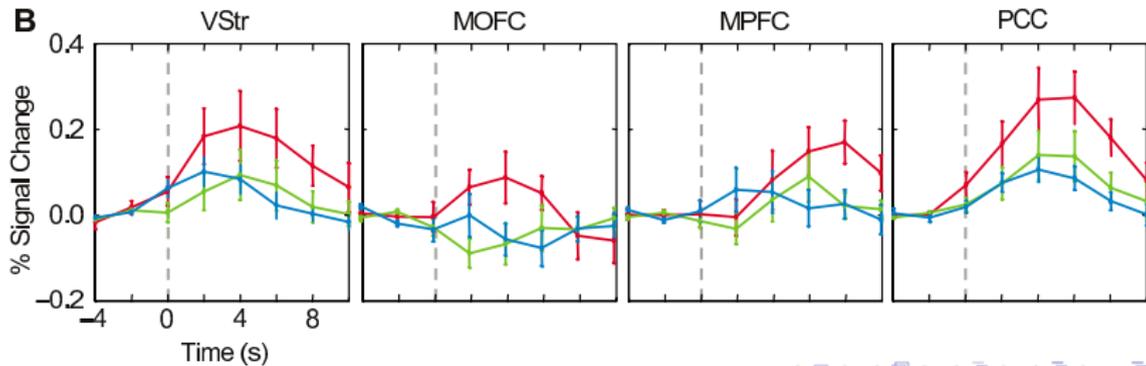
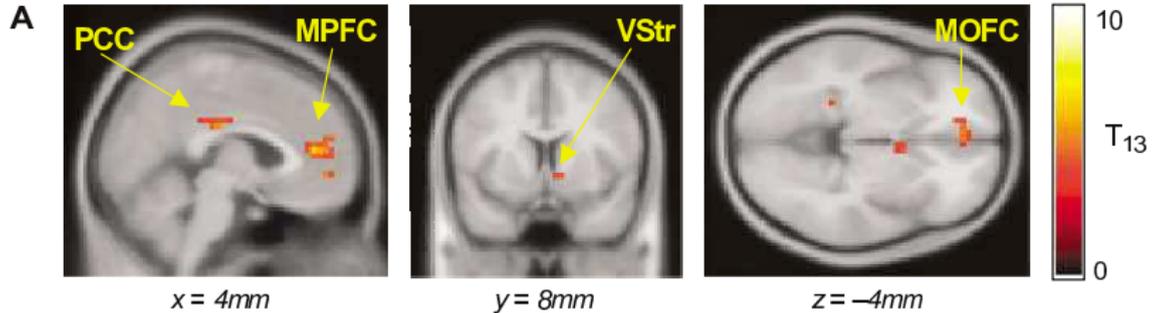
- ▶ Hypothèse de base :  $\beta \Leftrightarrow$  structures limbiques ;  $\delta \Leftrightarrow$  cortex préfrontal et pariétal
- ▶ Situations de choix : deux périodes  $d < d'$  (tout de suite, dans 1, 2, 3...semaines), deux sommes  $s < s'$ .  $s$  en  $d$  ou  $s'$  en  $d'$  ?
- ▶ Prédications:
  - (i) le système limbique est plus actif quand l'un des choix offre une récompense immédiate, moins quand tous les choix offrent des récompenses différées
  - (ii) le cortex pariétal et préfrontal n'est pas sensible à cette différence
  - (iii) les choix  $d'$  sont corrélés avec haute activité du système  $\delta$

les préférences temporelles  
actualisation exponentielle et cohérence temporelle  
incohérence temporelle et actualisation hyperbolique  
naïveté, lucidité et auto-contrainte  
bases biologiques des préférences temporelles

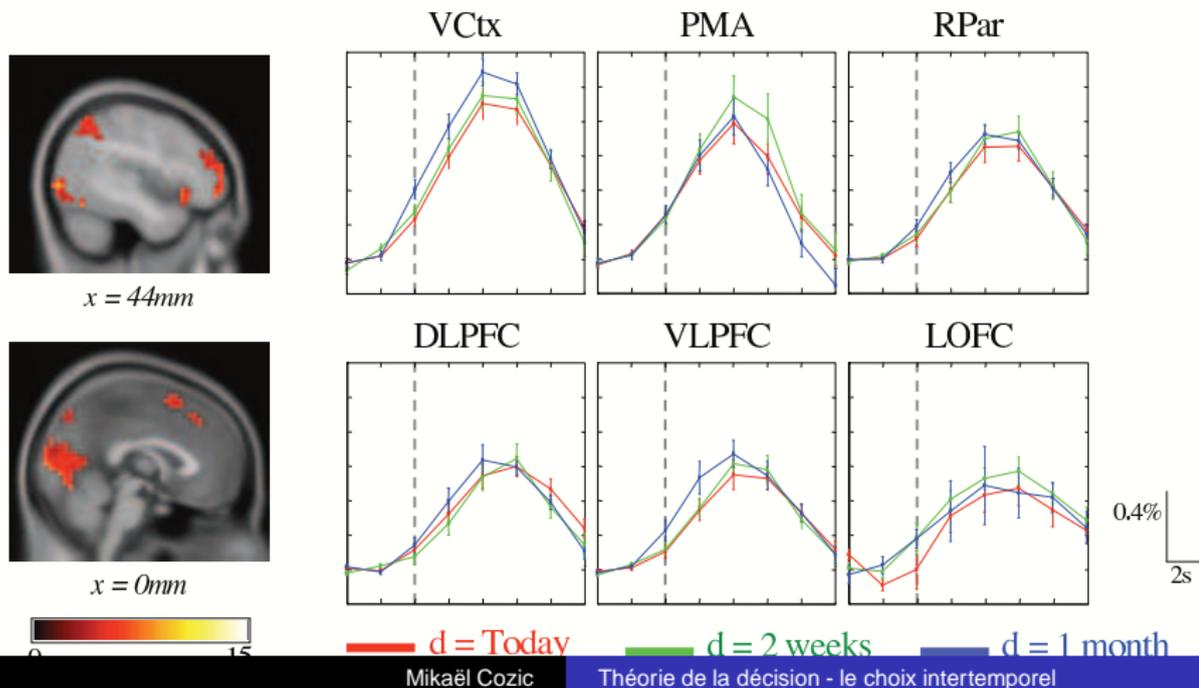
## Limbic system vs. Fronto-Parietal System



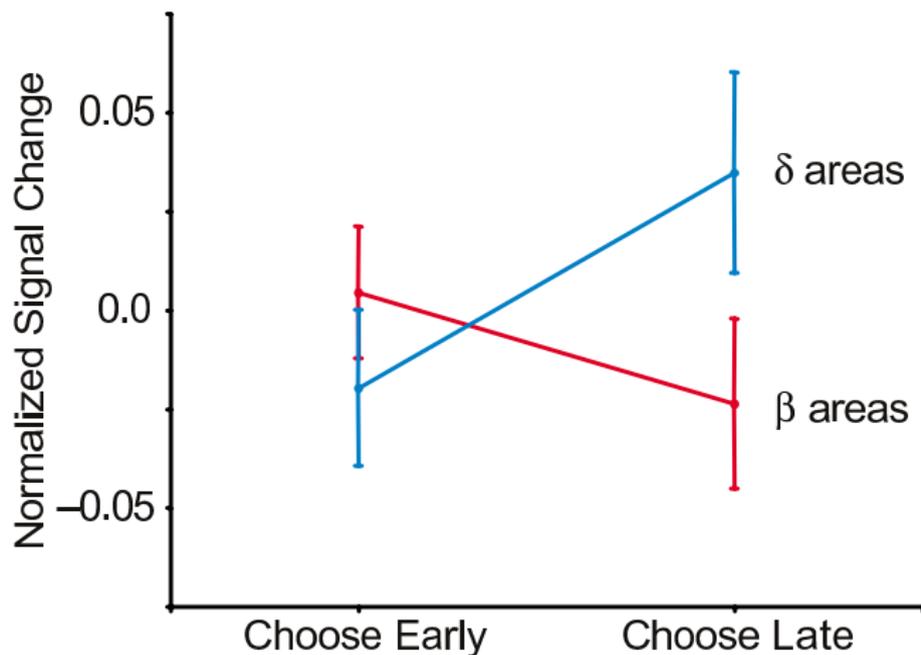
## prédiction (i)



## prédiction (ii)



## prédiction (iii)



les préférences temporelles  
actualisation exponentielle et cohérence temporelle  
incohérence temporelle et actualisation hyperbolique  
naïveté, lucidité et auto-contrainte  
bases biologiques des préférences temporelles

## conclusion

...la cigale limbique et la fourmi préfrontale !!