

Quelques mots sur la validation des ABM et la microfondation des modèles

Jean-Daniel KANT

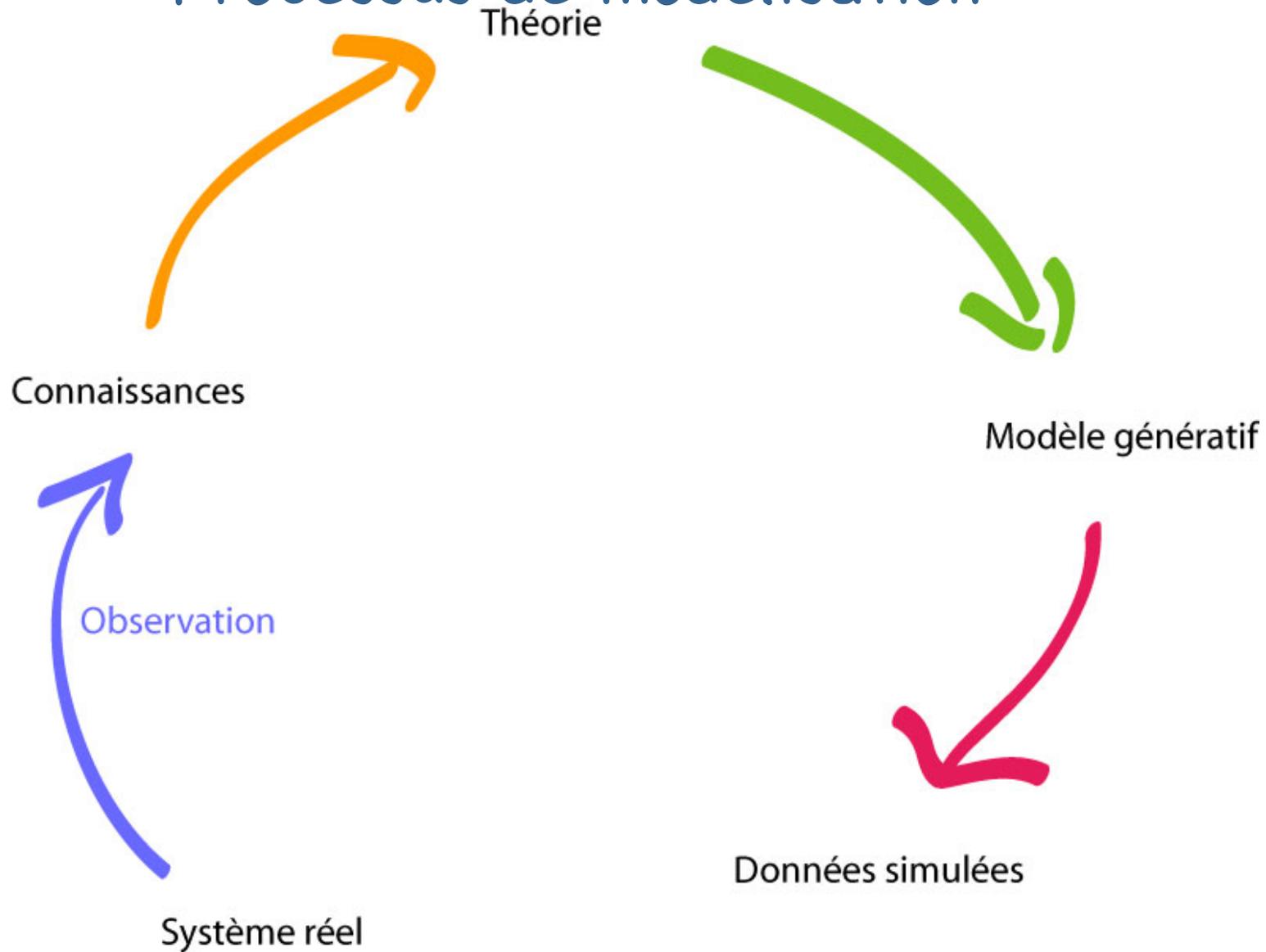
Validation et vérification (en informatique)

- ⊙ Validation = making the *right* system
 - Le modèle fait bien ce qu'on lui demande et pas autre chose, il remplit les objectifs (qu'il faut donc fixer)
 - Buts du modèles ? Questions à lui poser ?
 - Minsky (1965) : un modèle A^* de A permet à un observateur de répondre à des questions qui l'intéressent sur A
 - Coquillard et Hill (1997) : « un modèle doit reproduire le comportement du système réel, et ce, en fonction des objectifs fixés (la problématique du problème) pour le cadre de l'étude »
 - nsky)
- ⊙ Vérification = making the system *right*
 - Le système fonctionne correctement, a de bonnes performances, remplit certains critères « *internes* »
 - Rapidité, fiabilité, tolérance aux pannes,....

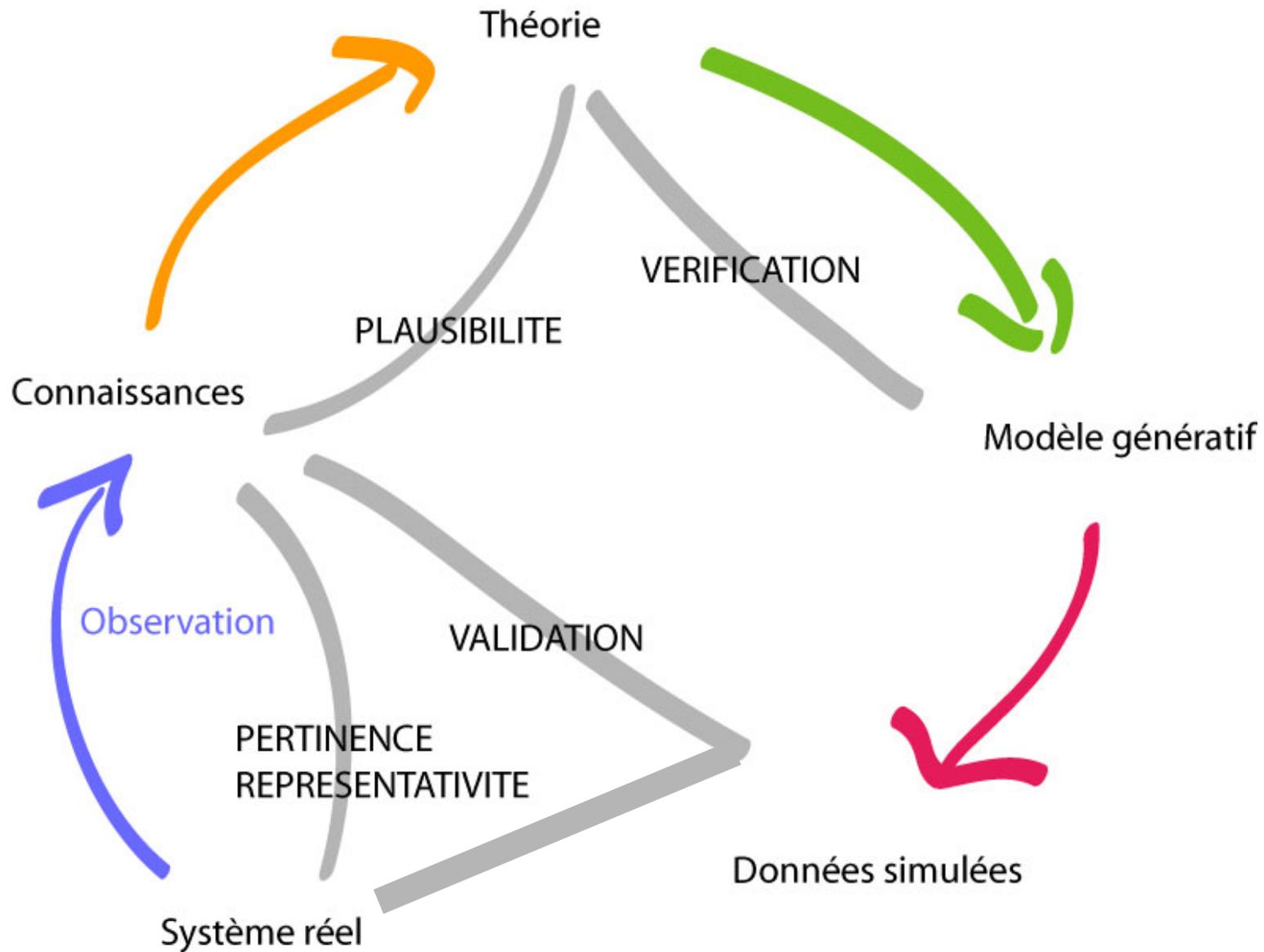
Exemple de vérification : cohérence numérique

- ⊙ Fondamental : l'implémentation ne doit pas influencer les résultats
- ⊙ Vérifier la cohérence avec le problème, choix importants. Exemples =
 - Pas de temps ou d'espace dans les modèles discrets
 - ✓ 1 tick dans la simulation = combien de temps dans la vie réelle ?
 - ✓ Les valeurs des variables internes (statiques) en dépendent !
 - Synchronisation des agents (ou pas)
 - Problème classique des générateurs aléatoires
- ⊙ Analyse de la cohérence est difficile à mener
 - Pas de méthode « standard »
 - Mais il ne faut pas l'oublier !

Processus de modélisation



Processus de modélisation



Validation d'un modèle ABM = évaluation

- ⊙ Notion un peu floue, composite, varie suivant les domaines, dépend des objectifs
- ⊙ Confrontation du modèle au réel
- ⊙ Confrontation du modèle à des théories
- ⊙ Mesure voire preuve de l'apport du modèle par rapport à l'existant
 - Pouvoir descriptif, explicatif, prédictif
- ⊙ Difficile de comparer 2 modèles compliqués comme les ABMs entre eux
- ⊙ Quid de l'émergence ?

Inconvénients de l'approche agents

⊙ Robustesse des résultats

- Des erreurs de codage peuvent donner lieu à de fausses corrélations ou résultats
 - ✓ Programme complexe !
- Les SMAs entraînent généralement une multiplication des paramètres ce qui rend la mise au point délicate

⊙ Evaluation de la simulation

- Pas de méthodologie générale pour évaluer le résultat d'une simulation MA
- Très grande sensibilité aux paramètres inhérents au calcul
 - ✓ Réseaux d'interactions
 - ✓ Mode de déroulement (e.g. séquentiel vs. Aléatoire)
 - ✓ Modes de calcul (e.g. générateurs aléatoires)

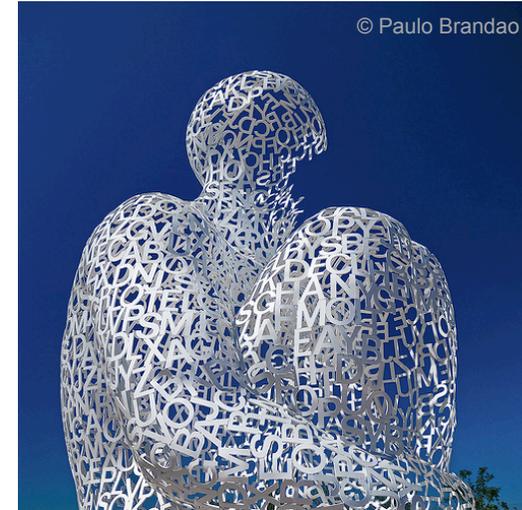
⊙ Absence de standard pour les plateformes de simulation MA

- Rend la comparaison entre modèles, entre travaux, plus difficile

Confronter le modèle au réel (1) : les données

Il faut les trouver !!

- ⊙ Niveau global / macro / collectif
- ⊙ Niveau individuel / micro / comportements
 - Plus difficile !!
- ⊙ Faits stylisés (en économie) micro ou macro
 - « constat d'ordre empirique, généralement non quantifié, mais jugé représentatif du fonctionnement de l'économie » (econo.free.fr)
 - Ex : « La croissance de la population est corrélée négativement avec le niveau de revenu par tête » (Rommer, 1989)
- ⊙ Questionnaires et enquêtes
 - Problème de la représentativité
 - Problème de la confidentialité quand cela est trop personnel (consommation des ménages, stratégies des firmes)



Confronter le modèle au réel (2) : les paramètres



⊙ Estimation

- On mesure un paramètre sur un échantillon
- On construit un estimateur de ce paramètre à partir de cet échantillon
 - ✓ Exemple : la moyenne
- On estime aussi l'erreur : intervalle de confiance
- La qualité dépend de la taille de l'échantillon et de celle de l'estimateur

⊙ Calibration

- « estimation par simulation »
- Sélection d'un ensemble de caractéristiques mesurables dans la population réelle et dans la simulation
 - ✓ E.g. taux de chômage pour la marché du travail
- Algorithme de minimisation de la différence

Sur la microfondation...

- ⊙ Microfondation = critère d'évaluation / validation, notamment pour les modèles agrégés
- ⊙ Les modèles de la microéconomie sont-ils vraiment microfondés, quand ils utilisent des agents représentatifs ?
- ⊙ Equations de Bellman, Cobb-Douglas,...

Approche préliminaire : « Agentification » d'un modèle économique - cas du CNE

Lewkovicz & Kant (2007-2008)

Modèle ACE d'introduction du Contrat Nouvelle Embauche (CNE)

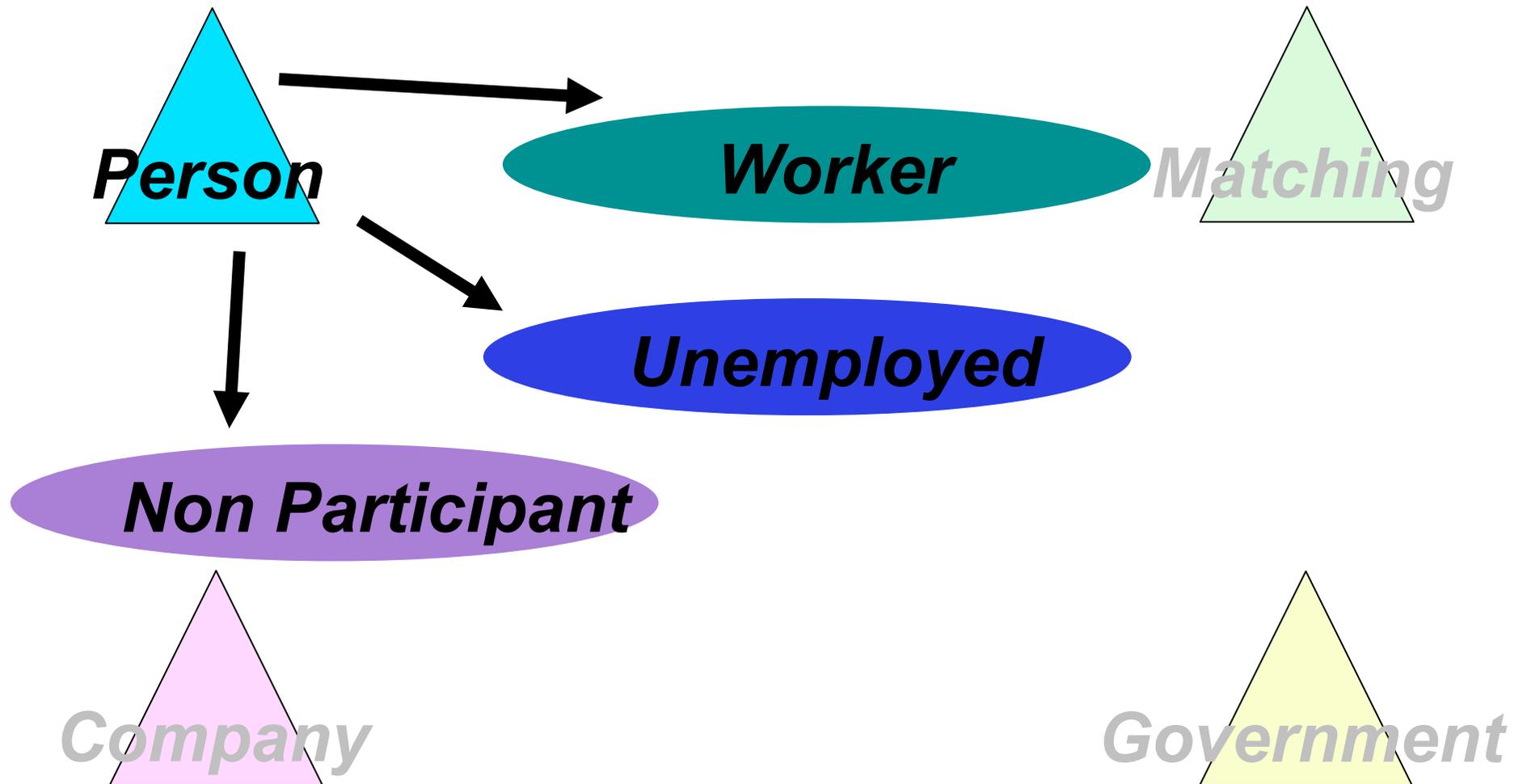
Z. Lewkovicz et J.-D. Kant (2008) "A multi-agent simulation of a stylized French Labor Market : emergences at the micro-level". Advances in Complex Systems, Vol 11, N°2, pp. 217--230.

D'après un modèle économique de Cahuc et Carcillo (2005) sur
l'introduction du CNE

Que peut on attendre du CNE et du CPE ?, de Pierre Cahuc et Stéphane Carcillo, Revue Française d'Economie, July 2006.

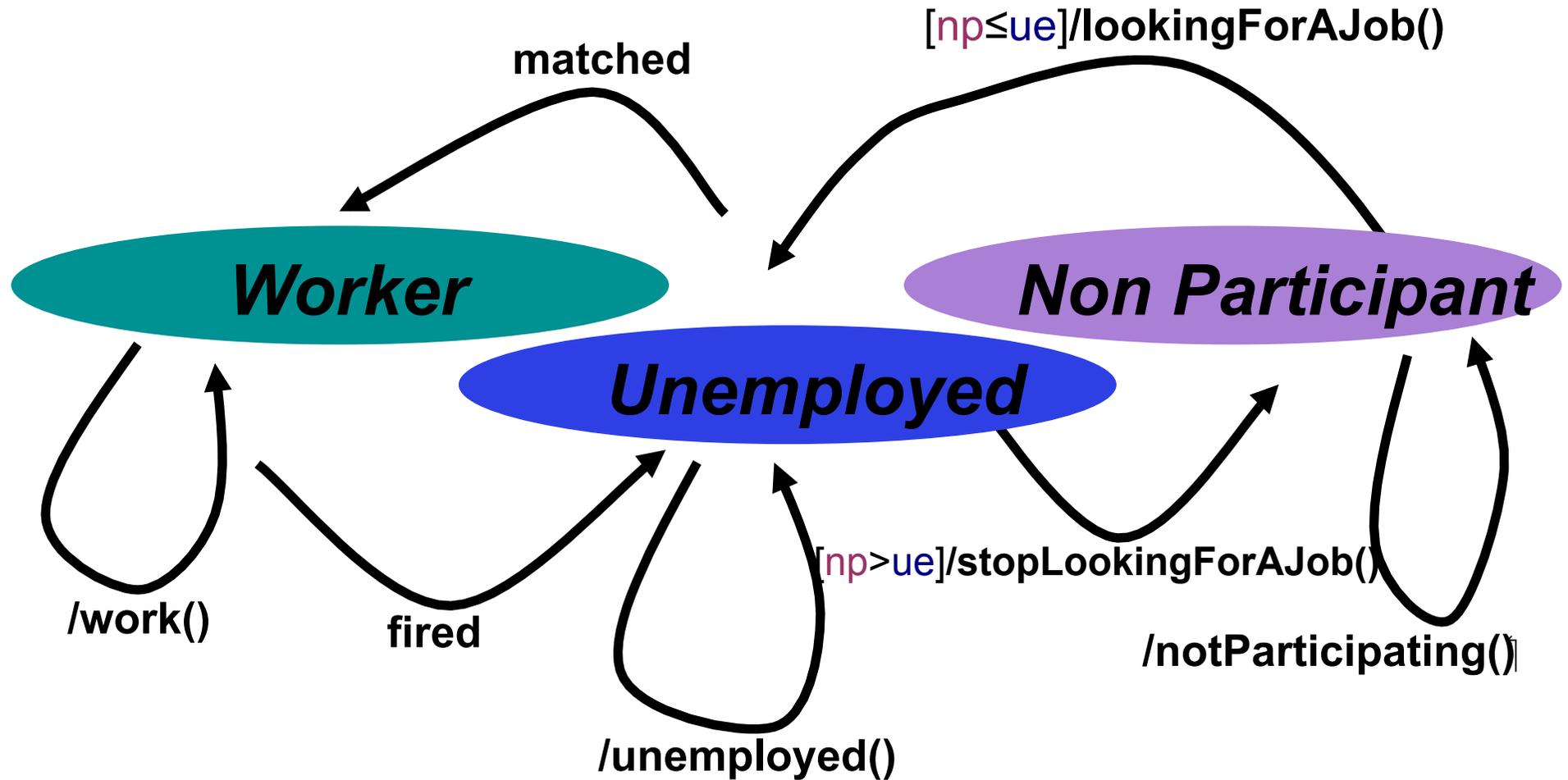
Cf. site de Pierre Cahuc : <http://www.crest.fr/ses.php?user=2909>

Un marché du travail classique



ue – *expected utility for an unemployed person*

np – *expected utility for a non-participating person*



Processus de décision des personnes (cas du CDD/CDI)

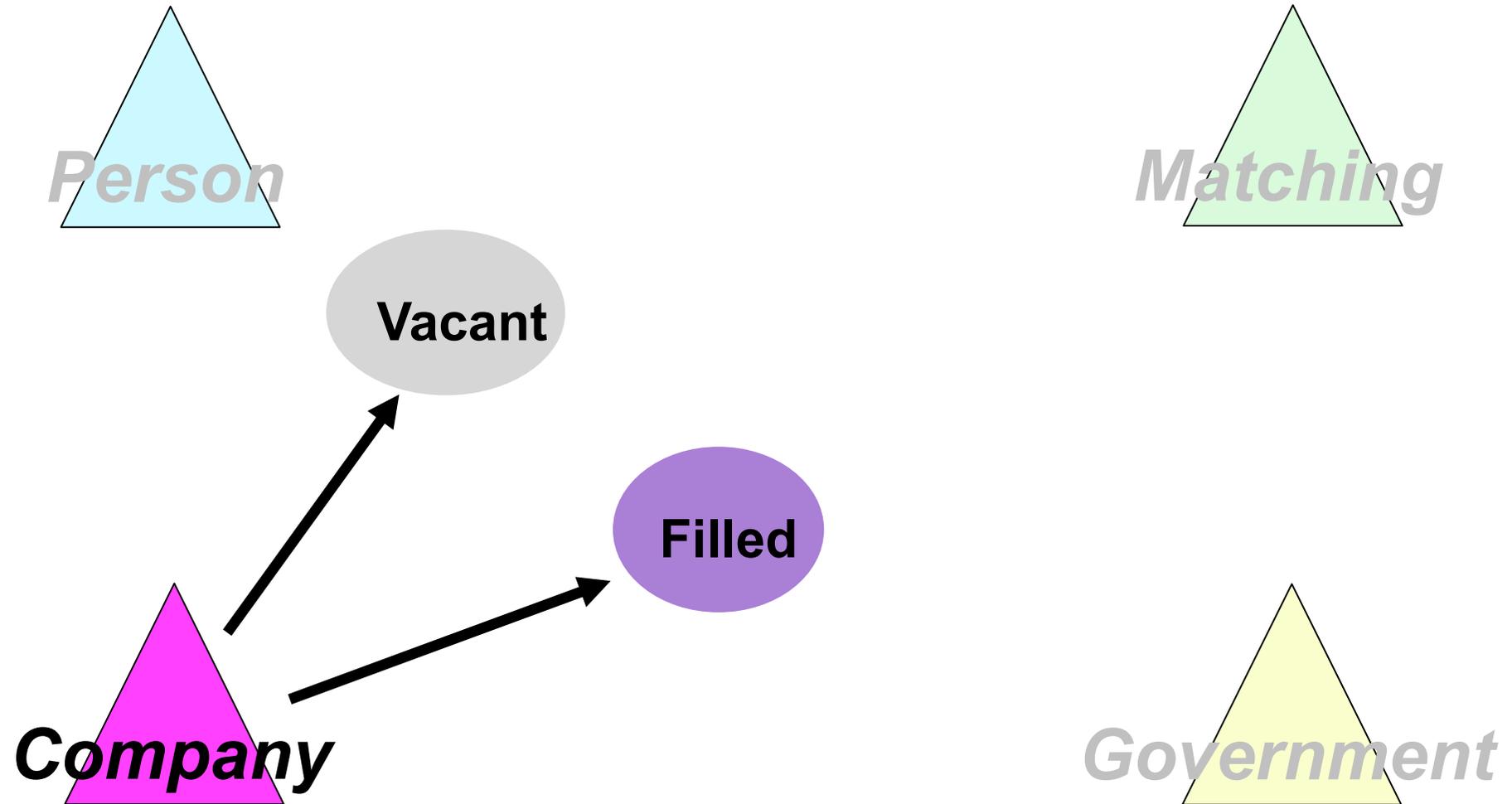
$$rV_u = v(b + \phi) + \theta m(\theta) [\alpha [1 - G(R_d^c)] (V_d^0 - V_u) + (1 - \alpha) [1 - G(R^c)] (V - V_u)] \quad (1)$$

$$rV_d^0 = v(w_d + \phi) + \lambda [[1 - G(R_d)] V_d^0 + G(R_d) V_d^1 - V_d^0] + \delta_d (V - V_d^0) \quad (2)$$

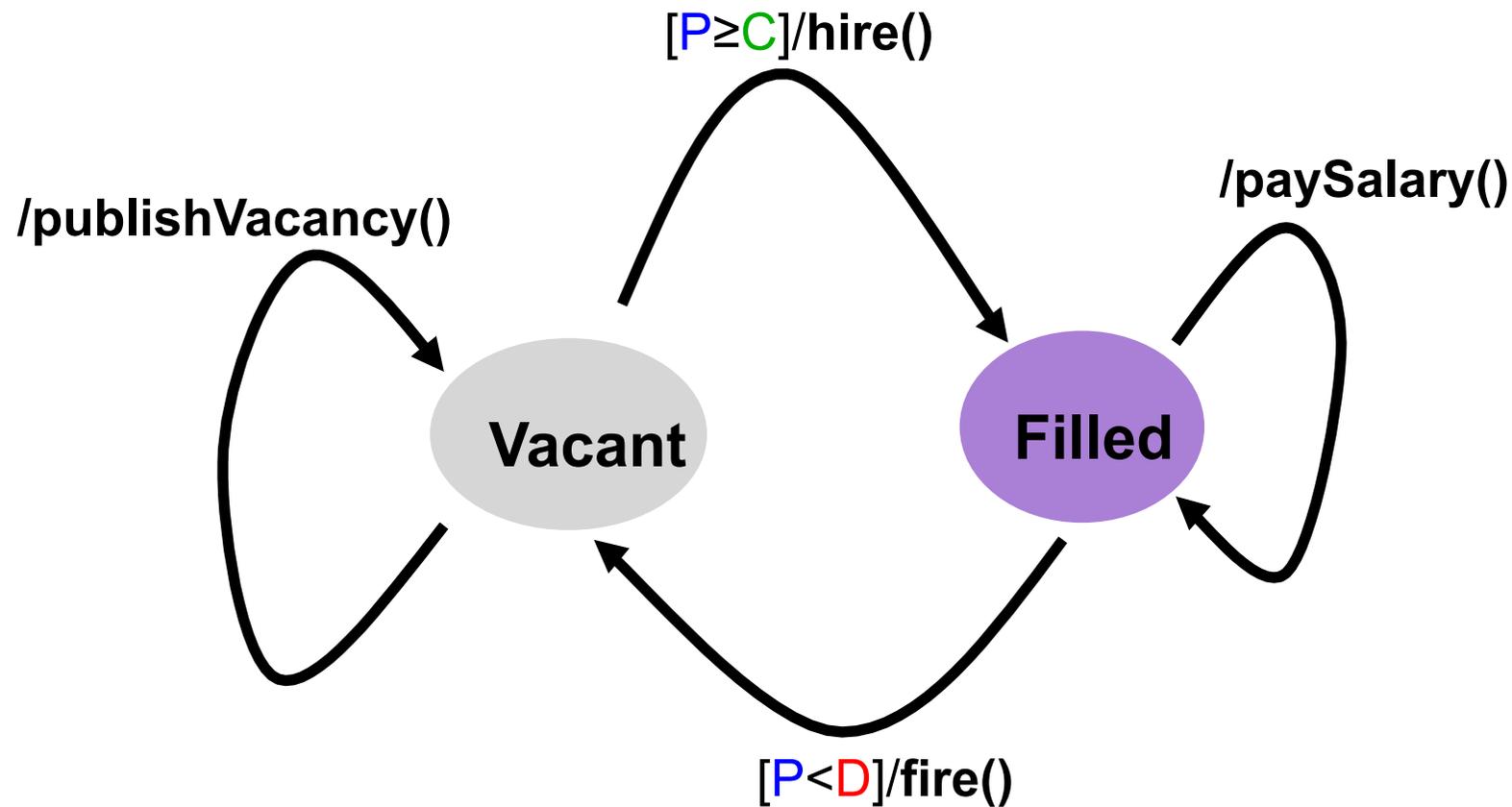
$$rV_d^1 = v(w_d + \phi) + \lambda [[1 - G(R_d)] V_d^0 + G(R_d) V_d^1 - V_d^1] + \delta_d (V_u - V_d^1) \quad (3)$$

$$rV = v(w + \phi) + \lambda G(R) (V_u - V) \quad (4)$$

l'agent Company



- P** – *productivity of a job*
- D** – *threshold for destruction of a job*
- C** – *threshold for creation of a job*



Processus de décision pour l'entreprise (CDD/CDI)

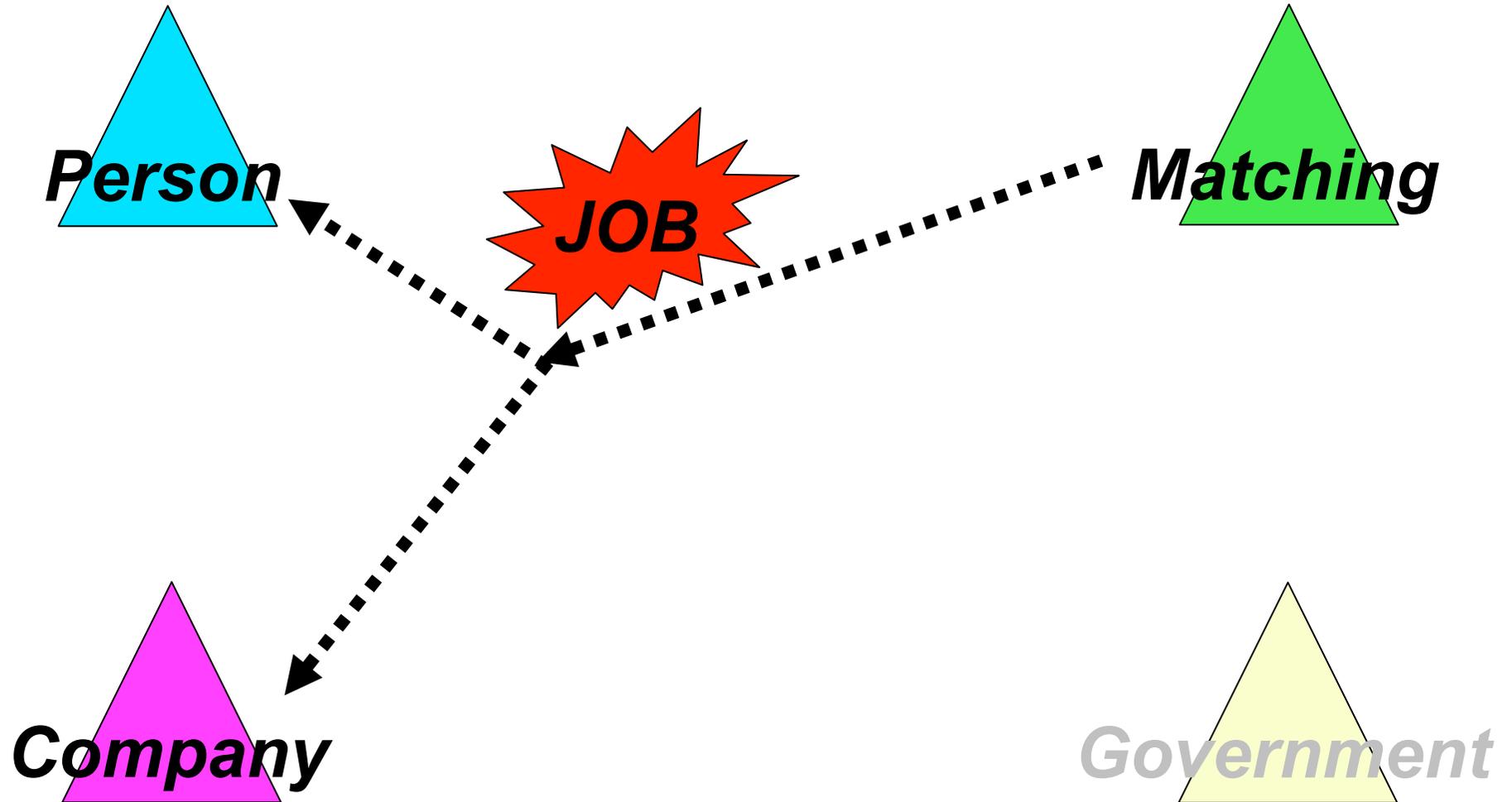
$$R = w - rf - \lambda \int_R^{x_{\text{sup}}} \frac{x - R}{r + \lambda} dG(x) \quad (1)$$

$$R_d = R + (r + \lambda)(f - f_d) \quad (2)$$

$$R^c = R + (\lambda + r)f \quad (3)$$

$$R_d^c = w_d - \max[\Pi(R_d^c), -f_d] - \lambda \int_{-\infty}^{+\infty} \Pi_d(x) dG(x) \quad (4)$$

l'agent Matching



Appariement

Matching

la tension du marché du travail

taux d'appariement

$$\theta = \frac{v}{u}$$

$$m(\theta) = m_0 \theta^{-\eta}$$

v taux de postes vacants

u taux de chômage

m_0, η constantes

Person

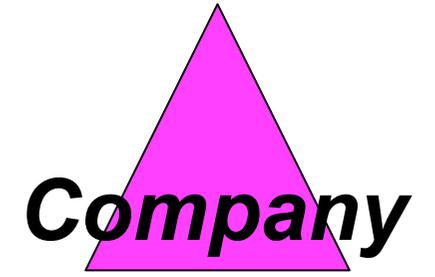
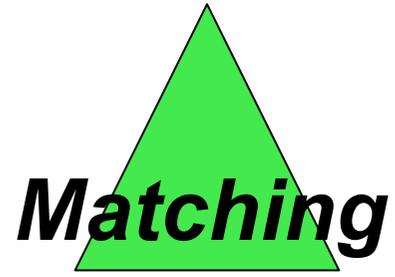
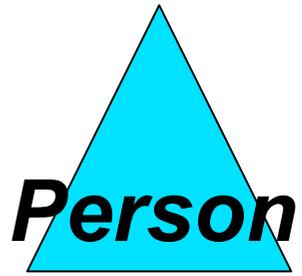


Matching



Company



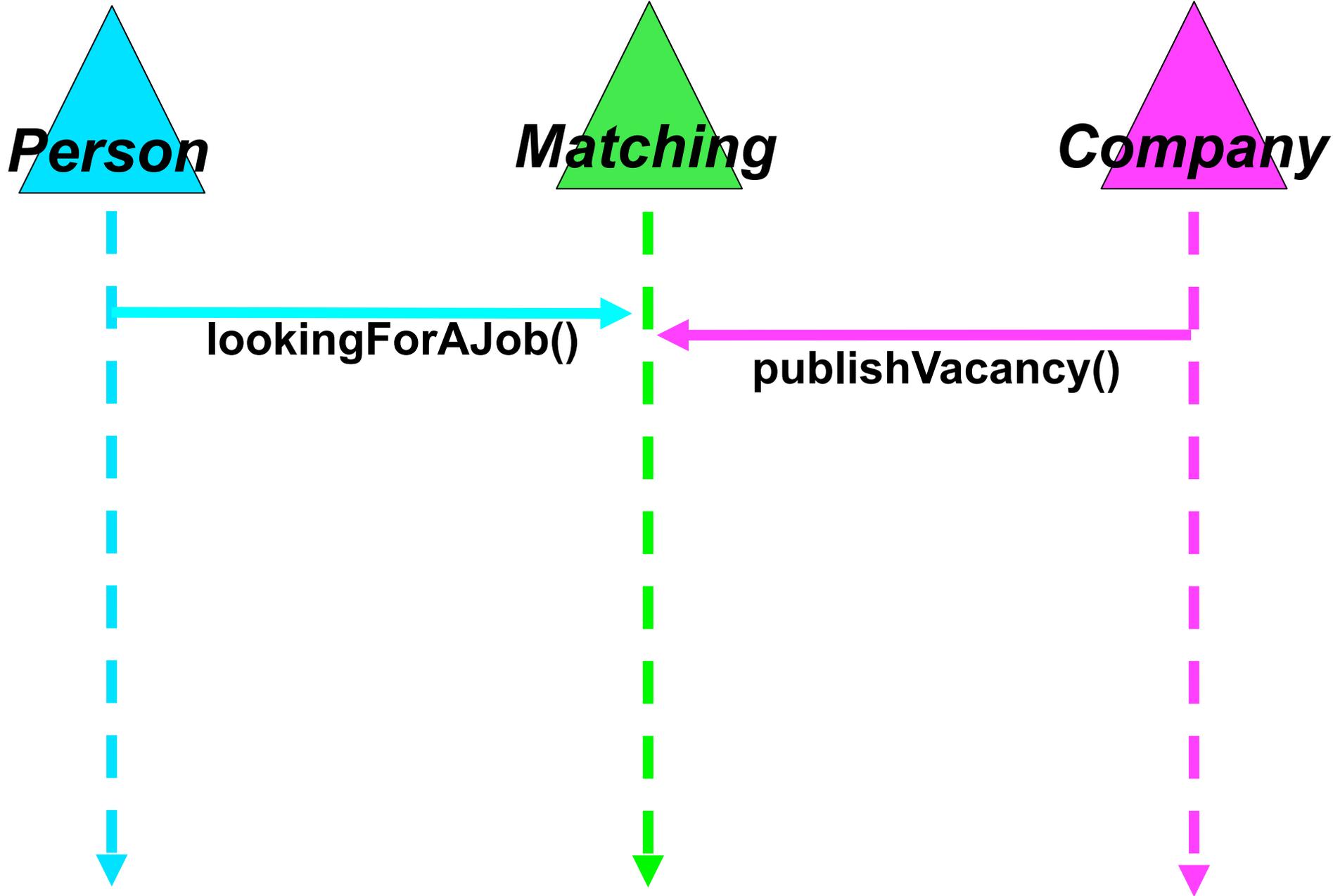


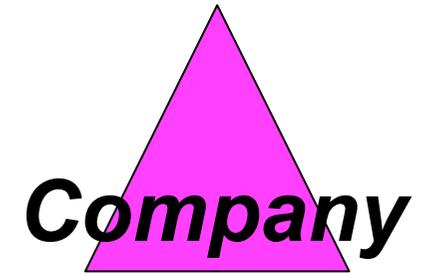
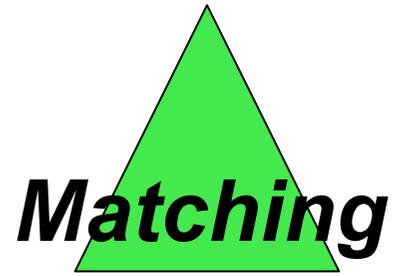
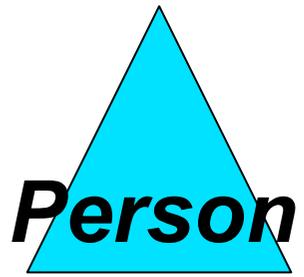
haveToDecideWhatToDo()

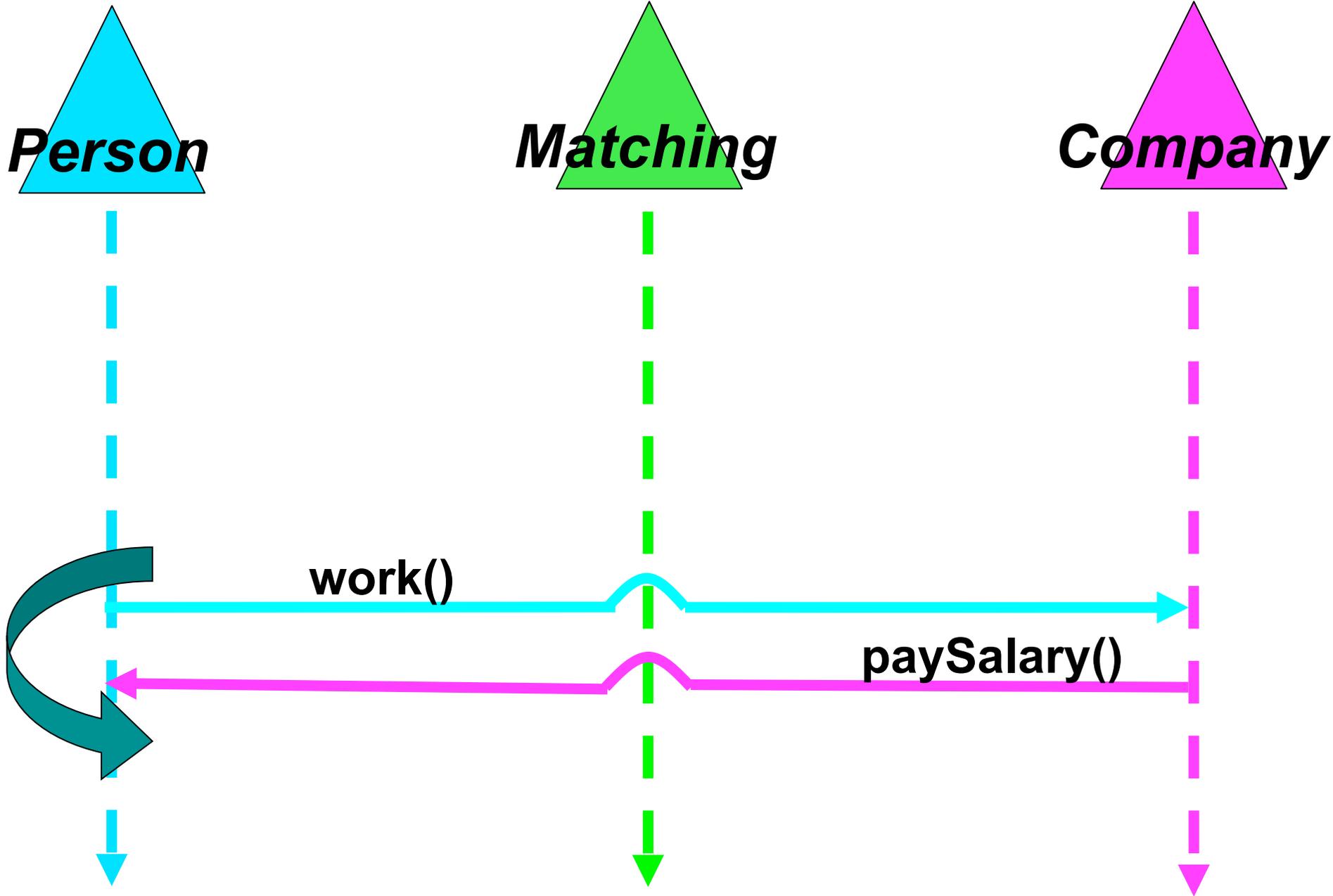


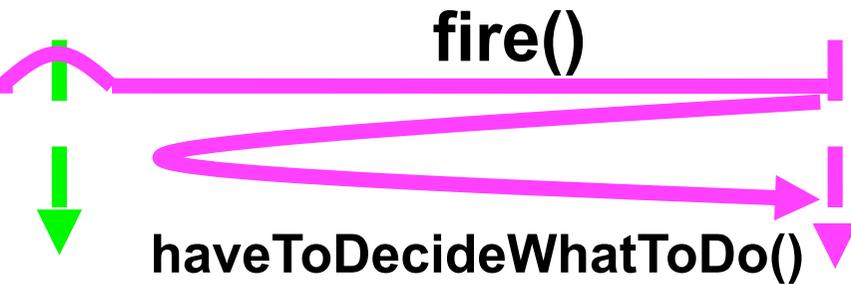
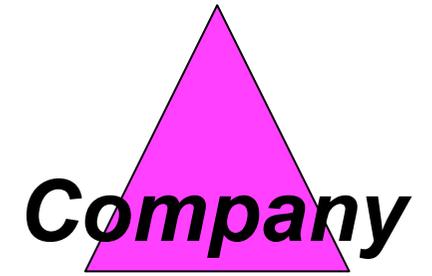
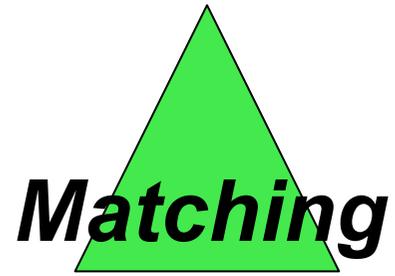
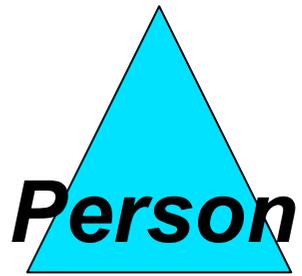
haveToDecideWhatToDo()



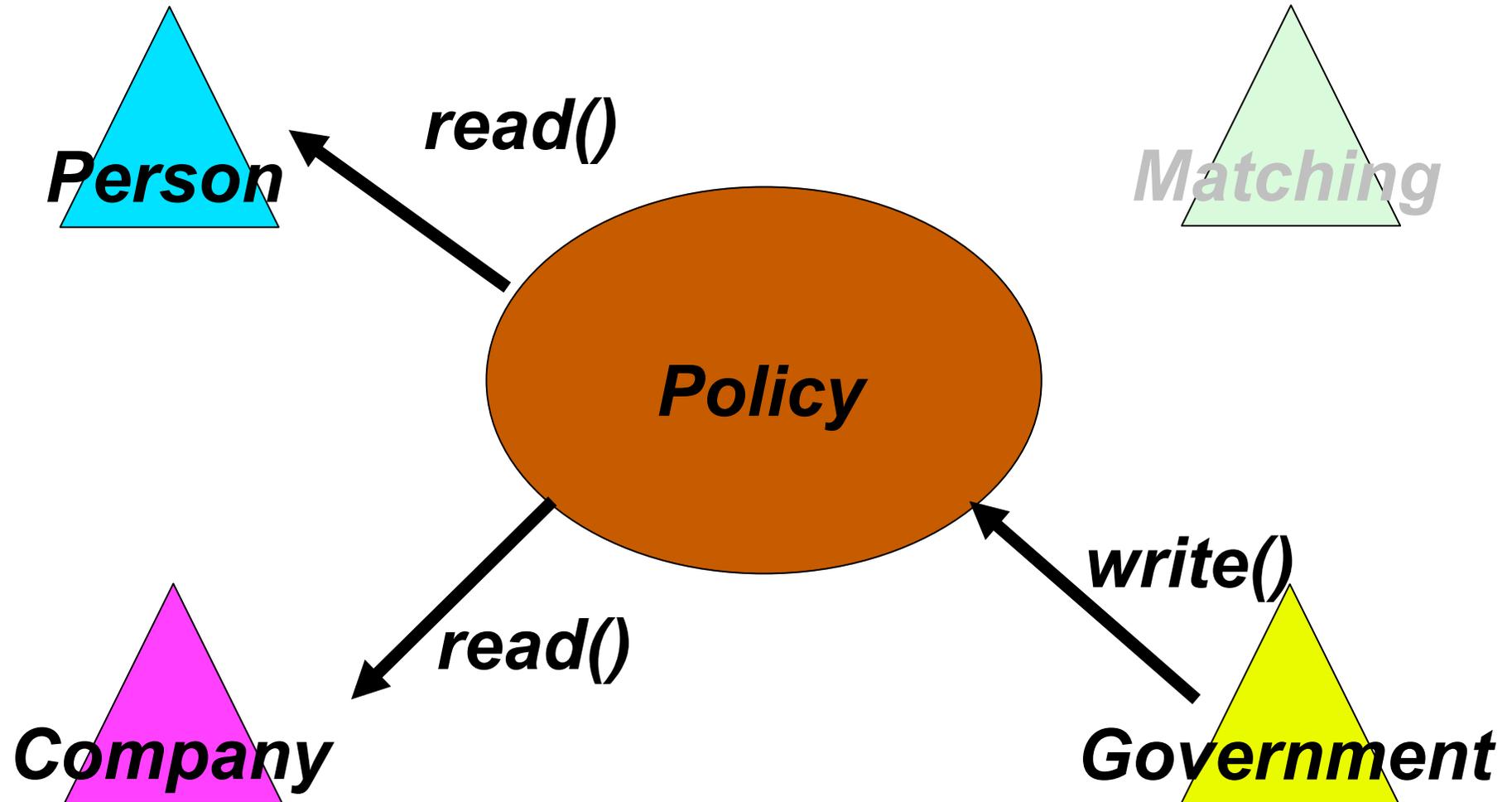








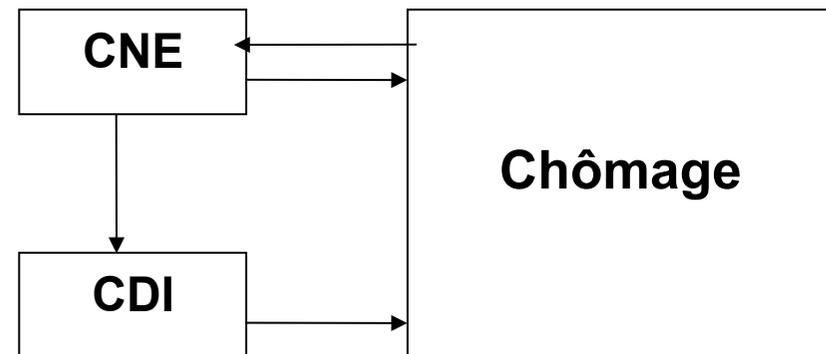
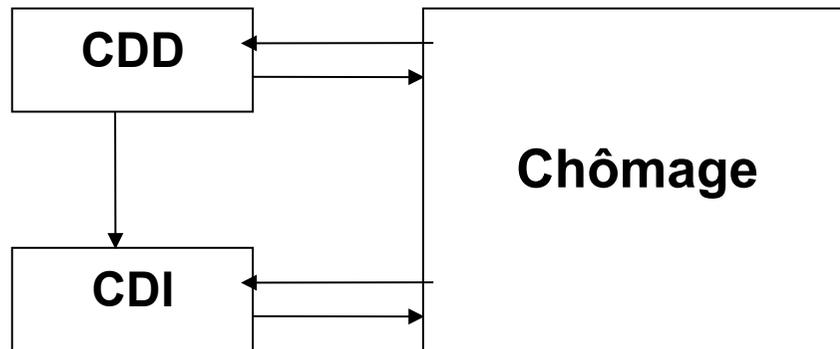
Règles sur le marché du travail



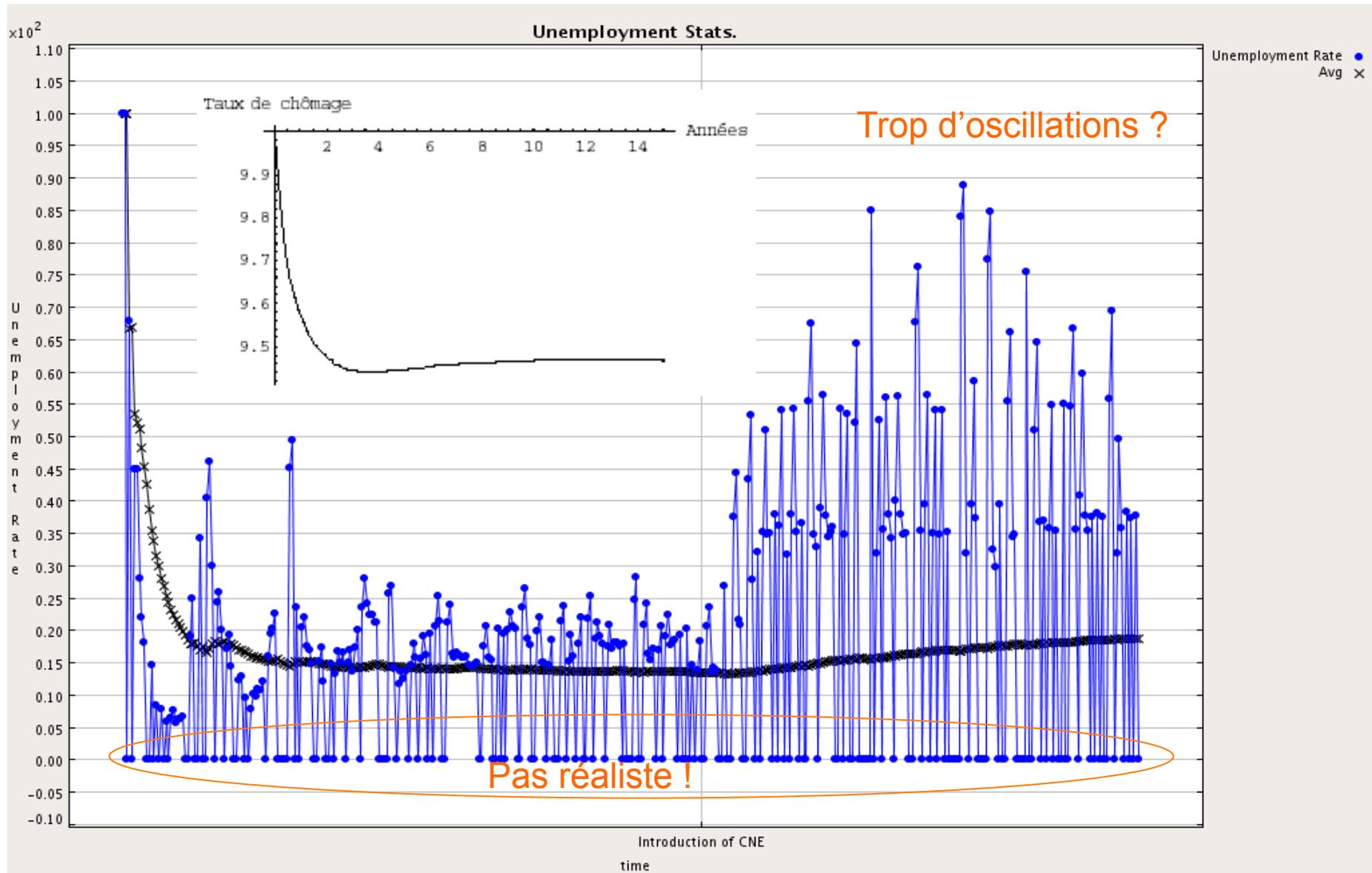
3 contrats : CDD, CNE, CDI

	CDD	CDI	CNE
durée	0-2 ans	∞	∞
période d'essai	-	3 mois	2 ans
séparation	salaires total	salaires d'1 mois	10% salaires
justification	non	oui	non

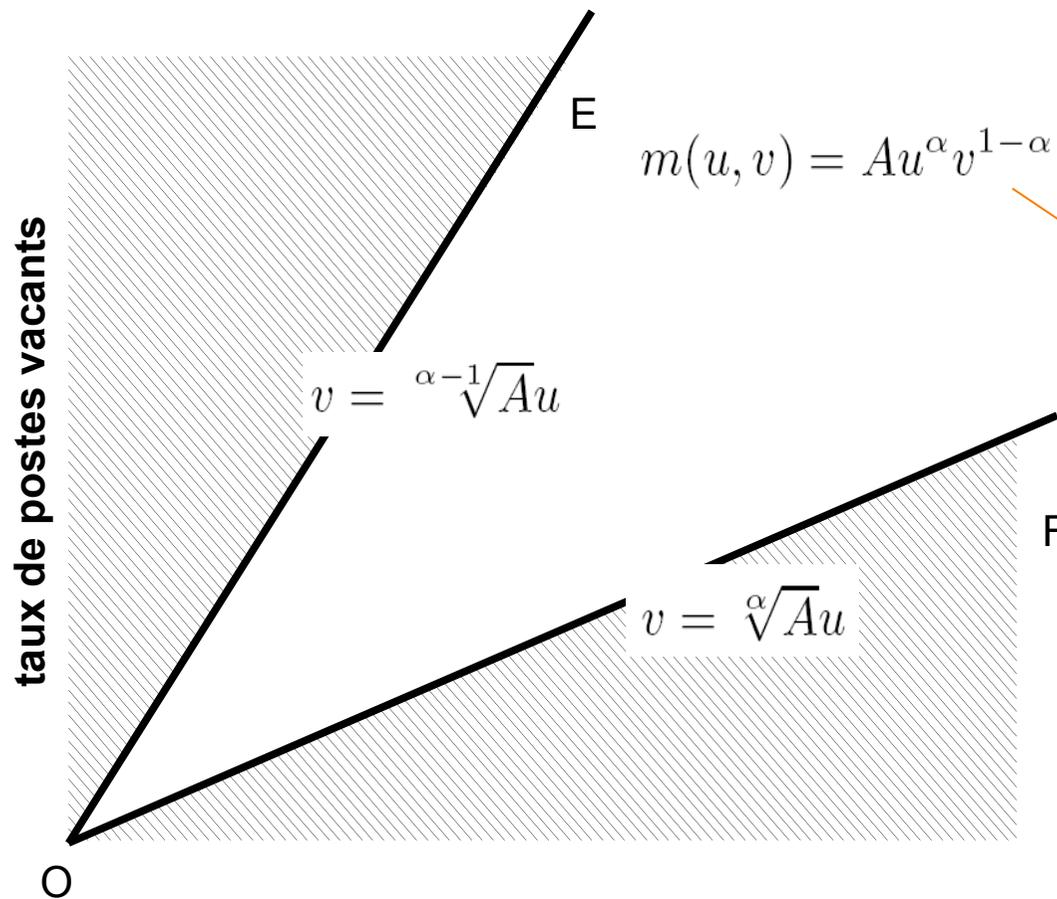
Simuler l'introduction du CNE



Résultats – taux de chômage



La simulation détecte un problème avec la fonction d'appariement !



Cette fonction, de type Cobb-Douglas (très utilisée en économie), n'est pas micro-fondée

Cf. R. Boyer (2002) Fonction d'appariement et fonction de production, Notes du LIRHE no 361

Rectification

- ⊙ propriétés (empiriques) de la fonction d'appariement
 - ✓ croissante en ses deux arguments
 - ✓ concave
 - ✓ homogène de degré 1
 - ✓ $m(0,v)=m(u,0)=0$

- ⊙ Par exemple, si recherche et recrutement sont indépendants et exogènes (Stevens) :

$$m(u, v) = \frac{u*v}{u+v}$$

Bilan

- ⊙ La simulation MA a permis
 - de « rectifier » une partie du modèle économique pour qu'il devienne microfondé
 - De faire émerger une nouvelle dimension non observable au niveau macro (précarité)
- ⊙ Généraliser la méthode ?
 - Utiliser les ABM pour tester la microfondation des modèles économiques ?
- ⊙ Et que dire de la microfondation des ABMs eux-mêmes ?
 - La notion de microfondation est à approfondir, c'est un sujet à part entière !