

# Bellman-Ford (cont)

⇒ il faut compter les tournées (ou le nombre de fois chaque sommet est défilé)

À la fin de tournée  $n - 1$  :

- si la queue est vide, alors chaque  $d(u)$  est la longueur du plus court chemin
- s'il y a un sommet  $u \in Q$  , alors il existe un cycle à poids négatif en reculant  $u, p(u), p(p(u)), \dots$

$O(nm)$  temps de calcul

# Tous les chemins

S'il n'y a pas d'arcs négatifs : Dijkstra pour tout  $s \in V$  en  $O(n(m + n \log n))$

S'il y en a ?

1. ajouter un sommet  $s$  et les arcs  $su$  pour chaque  $u \in V$  avec  $c(s, u) = 0$
  2. calculer la longueur  $d(u)$  du plus court chemin de  $s$  à chaque  $u \in V$  par Bellman-Ford (on aura  $d(u) \leq 0$ )
  3. soit  $c'(u, v) = c(u, v) + d(u) - d(v)$
  4. Dijkstra pour chaque sommet dans le graphe original mais avec pondération  $c'$
- pour tout  $uv \in E$  on a  $c'(u, v) \geq 0$
  - pour chaque chemin  $u \rightsquigarrow v$ , on a  $c'(u \rightsquigarrow v) = c(u \rightsquigarrow v) + d(u) - d(v)$ , ce qui ne dépend pas du chemin actuel mais seulement de ses extrémités, donc le plus court chemin selon  $c'$  est un plus court chemin selon  $c$ .

Temps de calcul :  $O(n(m + n \log n))$