



Contrats de travail et emploi dans un modèle ville-périphérie

François Contensou, Radu Vranceanu

► To cite this version:

François Contensou, Radu Vranceanu. Contrats de travail et emploi dans un modèle ville-périphérie. 2023. hal-04308039

HAL Id: hal-04308039

<https://essec.hal.science/hal-04308039>

Preprint submitted on 26 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONTRATS DE TRAVAIL ET EMPLOI DANS UN MODELE VILLE-PERIPHERIE

FRANÇOIS CONTENSOU, RADU VRANCEANU

ESSEC RESEARCH CENTER

WORKING PAPER 2308

NOVEMBER 13, 2023



Contrats de travail et emploi dans un modèle ville-périphérie

François Contensou^a, Radu Vranceanu^b

^aESSEC Business School et THEMA, 1 Av. Bernard Hirsch, 95000 Cergy, E-mail :
contensou@essec.edu

^bESSEC Business School et THEMA, 1 Av. Bernard Hirsch, 95000 Cergy, E-mail :
vranceanu@essec.edu

Abstract

Prenant en considération l'accroissement des coûts de transport subis par les travailleurs, cet article propose d'étudier la formation des contrats de travail conçus par un employeur s'adressant à deux populations de collaborateurs, populations qui diffèrent par la distance séparant leur domicile et le lieu de production. L'employeur cherche à en obtenir un volume d'heures prédéterminé. L'état de la législation du travail explique que des contrats distincts sont possibles mais soumis au libre choix des travailleurs, la discrimination explicite étant exclue. Le modèle précise l'effet des différences de coût et de durée du transport sur les rémunérations et les horaires choisis par l'employeur, et sur les effectifs demandés des deux catégories.

This paper studies the formation of labor contracts designed by an employer addressing two populations of employees that differ by the distance between their home and the workplace, against the background of increasing transportation costs. Labor legislation allows for different wage-hour contracts but prohibits explicit contract discrimination, allowing workers the freedom to choose which contract they prefer. Under these assumptions, the model reveals the effect of differences in the cost and duration of transportation on the wages and work schedules chosen by the employer, and on the required workforce of the two categories.

Keywords: Contrat de travail, Information imparfaite, Coût de transport, Horaires de travail.

JEL: D82 ; D86 ; J31 ; R29.

1. Introduction

De vifs conflits sociaux (manifestations des “gilets jaunes”) survenus en France en décembre 2018, à la suite d’un projet de taxe sur les carburants, ont attiré l’attention sur la vulnérabilité particulière de certains travailleurs à l’égard du coût du transport entre domicile et lieu de travail (Algan et al. [2020], Boyer et al. [2020], Ravelli [2020]). D’autre part, la politique mise en place par Google en 2021 consistant à différencier la rémunération selon la distance entre le domicile et le bureau a créé de nombreux remous¹.

En général les villes concentrent une grande partie des emplois, tandis que des nombreux travailleurs habitent en périphérie. Selon une étude du Parlement Européen mentionnée par Géminez-Hadal et al. [2022], pour 2050 on peut s’attendre à ce que 82% de citoyens de l’Union Européenne résident dans de zones différentes des zones d’emploi. La mobilité des européens est basée à 50% sur la voiture personnelle, tandis que seulement 16% utilisent les transports en commun. Ces tendances sont confirmées pour la France. Lecomte [2019] souligne le fait que les français ont les plus longues navettes domicile-travail d’Europe, qu’ils effectuent en grande partie en automobile². Des villes comme Genève et Luxembourg attirent tous les jours un grand nombre de travailleurs qui habitent hors des frontières, et qui subissent des coûts de transport quotidiens significatifs (Carpentier [2012], Gerber et Carpentier [2013], Pigeron-Piroth et Wille [2019]). Ainsi, au-delà des chocs conjoncturels (guerres, crise sanitaire) qui ont perturbé la production de pétrole depuis 10 ans, l’inévitable transition énergétique vers une économie sans CO2 devrait, dans les années à venir, maintenir une pression à la hausse sur les coûts de transport subis par les travailleurs qui habitent loin des bassins d’emplois.

L’objet de cet article est d’expliquer un certain nombre d’asymétries des conditions de travail constatées en relation avec la localisation des employés, dans une perspective de court terme et d’interdiction de discrimination territoriale. Ainsi, à court terme la localisation des travailleurs peut être considérée comme prédéterminée. De même, en France, toute forme de discrimination territoriale est interdite par la loi, un employeur ne peut pas proposer des contrats de travail différenciés selon leur lieu de résidence³. Notre texte s’appuie sur la théorie des contrats pour étudier, dans ce contexte, les conséquences de la durée et du coût du transport sur les conditions de rémunération, sur les horaires de travail et le niveau de de l’emploi offerts aux travailleurs.

Dans ce but précis, cet article élabore un modèle dans lequel un employeur

1. Voir ‘Pay cut : Google employees who work from home could lose money’, *Reuters*, 10 août 2021 et ‘Cutting pay for remote workers is a risky move’, *Financial Times*, 17 août 2021.

2. Lecomte [2019] indique qu’« un français sur cinq réside aujourd’hui dans une commune périurbaine et cette proportion ne cesse d’augmenter ». Selon Audenaert et al. [2019], les pôles des aires d’attraction des villes française regroupent la moitié de la population et concentrent deux emplois sur trois.

3. En France, depuis 2014, le lieu de résidence est un des vingt critères sur la base desquels il est explicitement interdit de discriminer. Cf. Loi n° 2014-173 du 21 février 2014 de programmation pour la ville et la cohésion urbaine.

fait face à deux catégories de travailleurs qui ne diffèrent ni par les préférences consommation/loisir, ni par les compétences, mais uniquement par la distance qui les sépare de leur lieu de travail. Le cadre d’analyse proposé n’est évidemment pertinent que pour les nombreuses activités salariées encore non transférables au télétravail. Le télétravail a connu un essor significatif du temps de la crise sanitaire de 2020, notamment en ce qui concerne le travail hautement qualifié, mais depuis la fin de la crise, un grand nombre d’entreprises ont imposé un retour au bureau des cadres, ne serait-ce que partiel⁴.

Dans le modèle, la production est réalisée dans un centre (ville). Les travailleurs urbains, regroupés dans le type 1, habitent la ville et ne subissent pour rejoindre le lieu de production ni perte de temps ni perte de revenu. Ces travailleurs habitant un espace restreint, sont en nombre limité. Une deuxième catégorie (type 2) est formée par des travailleurs identiques, en nombre illimité, mais habitant la périphérie (périurbains) et subissant pour participer à la production une perte de temps et un coût de transport donnés. Cette distribution dans l’espace est considérée comme prédéterminée. L’existence simultanée de travailleurs ayant à subir des coûts de transport significatifs et de travailleurs pour lesquels ce coût est négligeable, est au cœur de notre étude (fracture spatiale). En figeant la localisation de manière endogène, l’analyse du court-terme laisse de côté l’interaction importante entre le marché du travail et le marché du logement.

Toutes les autres sources d’hétérogénéité y sont par hypothèse éliminées. En particulier, dans notre analyse, les travailleurs des villes et ceux qui subissent des transports de longue durée ont la même productivité, ce qui la différencie de celle de Zenou [2002]. Enfin, dans notre modélisation, la rémunération du travailleur est uniquement liée à son temps de travail ; la qualité du travail (effort) est donc implicitement considérée comme constante, contrôlée par l’employeur ou par la nature du travail, écartant l’analyse des perspectives explorées par la tradition “Principal-Agent”⁵. Ainsi les différences de salaire et horaire de travail révélées dans les contrats et les décisions d’emploi qui en résultent ne sont donc imputables qu’aux effets des différences de lieu d’habitation sur les temps et coûts du transport.

Ce modèle permet d’étudier conjointement la formation des horaires et des compensations, donc des salaires horaires et des surplus. Il met en évidence les liens entre les conditions offertes aux deux populations, les contrats de deux types n’étant pas, dans ce contexte, indépendants. En statique comparative, il indique la sensibilité des termes des contrats vis-à-vis des variations des coûts de transport et finalement les singularités des demandes d’effectifs. L’analyse permettra de mettre en évidence certaines conséquences indésirables de l’interdiction de discriminer selon le lieu de résidence, lorsque le choix de résidence est

4. Selon l’Eurostat, si 24.7% des employés hautement qualifiés travaillent à distance dans l’Union Européenne, seulement 3.4% des employés à faible niveau de formation avaient recours au télétravail. Cf. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Employment_-_annual_statistics

5. Voir Cahuc et al. [2014] pour un survol de cette littérature.

contraint.

Ainsi notre recherche voudrait contribuer à une vaste littérature portant sur les contrats de travail. Dans une perspective élémentaire, l'économie du travail réduit les termes du contrat de travail au seul salaire horaire, qui, à l'équilibre est supposé rendre compatible la demande d'heures du secteur productif et l'horaire optimal offert par une masse d'employés identiques. En réalité le fonctionnement du marché du travail s'éloigne de cette perspective, en raison de multiples frictions et institutions. L'importance des horaires en tant qu'objet des négociations salariales a été soulignée par des nombreuses études consacrées au temps de travail, qu'il s'agisse de négociations collectives (Calmfors [1985], Booth et Schiantarelli [1988], Cahuc et Granier [1997], Del Rey et Silva [2022]) ou de modèles d'appariement (Rocheteau [2002], Baleer et al. [2016], Kudoh et al. [2019])⁶. Des études empiriques ont mis en relief la convexité du profil du salaire horaire, plus élevé pour les long horaires de travail des hommes comparé à ceux des femmes dans certains secteurs (Goldin [2014]). Dans la continuité de cette littérature, notre analyse aborde la question du contrat de travail avec plus de précision, l'entreprise réglant des contrats qui incluent simultanément compensation et horaire de travail. Sous nos hypothèses, nous verrons que les travailleurs urbains obtiennent un surplus ; celui-ci résulte d'une décision d'optimisation relativement complexe prise par l'employeur, qui prend en compte la contrainte d'incitation des travailleurs périurbains, dont le surplus est inexistant.

Nos résultats soulignent l'importance des différences de coût et de durée du transport domicile-travail sur les termes du contrat de travail et sur la demande de travailleurs périurbains. Selon un principe de compensation qui remonte aux écrits de Adam Smith, les emplois à plus forte pénibilité devraient offrir des salaires plus importants que les emplois à faible pénibilité (Smith [1776], Rosen, [1986]). Ainsi, pour des travailleurs qui ont le choix entre un emploi proche de leur résidence et un emploi qui réclame une navette, à l'équilibre les différences de salaire doivent compenser les coûts du transport en termes de loisir sacrifié et frais de transport (Truong and Hensher [1985], Leigh [2006]). Nous montrons l'existence possible d'une situation paradoxale dans laquelle la compensation salariale des travailleurs urbains peut excéder la compensation salariale des travailleurs périurbains.

Notre analyse considère la localisation comme exogène. Ainsi notre modèle s'apparente aux études d'économie urbaine qui font l'hypothèse de « grands » coûts de relocalisation, les individus qui perdent leur emploi n'ayant pas la possibilité de déménager pour augmenter leurs chances d'en trouver un (des différentes situations de ce type sont étudiées par Zenou [2009]). Manning [2003] étudie le comportement d'emploi d'une firme en situation de monopsonne dans un modèle de job-search. Dans son modèle également les travailleurs n'ont pas

6. Ces modèles s'intéressent essentiellement aux conséquences des politiques de réduction du temps de travail sur le salaire et l'emploi. Voir Hart [1987] et Contensou et Vranceanu [2000] pour des ouvrages de synthèse sur ce sujet.

le choix de la localisation, qui apparaît comme exogène.

En présence d'un marché foncier, et avec mobilité parfaite des travailleurs, les coûts de déplacement domicile-travail sont un paramètre clef permettant d'expliquer l'arbitrage entre consommation d'un bien foncier / consommation d'autres biens, et déterminent les choix de localisation des ménages (Alonso [1964], Muth [1969], Fujita [1998]). En absence de frictions matérielles ou informationnelles, la compensation pour le temps de navette se reflète dans un loyer plus faible, et pas dans des différences de salaire. Tous les travailleurs sont également satisfaits de leur localisation, il n'y a pas de privilège d'habitation. Mais en présence de frictions et ou différentes formes de pouvoir de marché, une vaste littérature à la frontière entre l'économie urbaine et l'économie du travail permet d'expliquer les phénomènes de ségrégation spatiale et/ou ethnique sur le marché du travail, associant chômage, accès au travail et pauvreté des populations vulnérable à la distance entre lieu de résidence et emplois (voir Thisse et al. [2003], Gobillon et al. [2007], Zenou [2009], Gobillon et Selod [2019] pour des revues de la littérature et explications). Si ces modèles permettent d'expliquer l'important phénomène de ségrégation spatiale, ils proposent une perspective relativement simplifiée du contrat de travail : celui-ci va inclure un salaire mensuel, et des éventuelles compensations liées au transport domicile-travail.

Le texte de l'article est réparti en huit sections : La section 2 introduit les hypothèses du modèle. Dans la section 3, nous étudions au préalable quelques problèmes apparentés de minimisation du coût du travail pour obtenir des références et des notations utiles. Le problème de minimisation du coût du travail en régime mixte (employant simultanément les deux types) pour une fonction de compensation générale est étudié en section 4 pour le cas discriminant, et en sections 5 et 6 pour le cas non-discriminant. La solution du problème est caractérisée avec plus de précision dans le cas d'une fonction de compensation quadratique dans la section 7. La section 8 propose une conclusion.

2. Hypothèses, définitions et notations

2.1. Préférences

Les travailleurs ont tous *les mêmes préférences* portant sur l'arbitrage consommation / loisir, telles que h heures de travail doivent être compensées par une rémunération réelle $v(h)$, où $v(h)$ est une fonction continue, dérivable deux fois, croissante et convexe, telle que : $v(0) = 0$, et donc $v'(h) > 0$ et $v''(h) > 0$.

2.2. Localisation, coûts et temps de transport : les deux types

Nous considérons une ville et sa périphérie, séparées par une frontière virtuelle. Un employeur offre des emplois dans la ville. Les travailleurs potentiels sont regroupés en deux types :

- les travailleurs « urbains », (type 1) habitant la ville et ayant accès au transport en commun,

- les travailleurs « péri-urbains », (type 2) habitant hors de la ville, et qui doivent consommer du carburant pour se rendre en ville, sur le lieu de travail.⁷

On suppose que pour les urbains le temps de transport est négligeable et le coût de transport est nul. Pour tous les travailleurs périurbains, le temps de transport est t , avec $t > 0$, et le coût du transport, payé par le travailleur, est p , avec $p \geq 0$.

2.3. Disponibilité

L'effectif n_1 des travailleurs du type 1 recrutés dans un espace limité (urbains) est borné par une valeur prédéterminée : $0 \leq n_1 \leq \bar{n}_1$. L'effectif n_2 des travailleurs du type 2 disponibles dans l'espace périurbain est considéré comme illimité : $n_2 \geq 0$. Dans les faits il existe forcément une borne $\bar{n}_2$ qui correspond à la population active résidente en périphérie. Nous supposons a priori que la demande de travailleurs de type 2 n'atteint pas cette limite⁸.

2.4. Surplus et contraintes de participation

Un contrat de travail (c_i, h_i) détermine pour $i = (1, 2)$ une rémunération c_i en unités de consommation et un horaire de travail h_i .

Le surplus du travailleur de type 1 (urbain) est noté :

$$s_1(c_1, h_1) = c_1 - v(h_1). \quad (1)$$

Pour exprimer le surplus du type 2, le prix p du transport payé par le travailleur est déduit de la compensation payée par l'employeur.

L'effet du temps de transport sur le surplus n'est pas représenté dans cette étude par une pénalité financière supplémentaire. Ce temps de transport t est ajouté au temps de travail. Les travailleurs sont donc supposés sensibles à leur possibilités de consommation d'une part et à leur temps d'absence du domicile, h_1 ou $(h_2 + t)$ selon le type. Temps de travail et temps de transport ont donc la même pénibilité.

Donc le surplus du travailleur de type 2 (périphérie) est :

$$s_2(c_2, h_2) = c_2 - p - v(h_2 + t). \quad (2)$$

L'employeur fixe les termes des contrats (c_i, h_i) accessibles à chacun des types, en respectant les contraintes de participation $s_i(h_i) \geq 0$, $i = (1, 2)$.

Ainsi, pour le type 1, la contrainte de participation s'écrit :

$$s_1(h_1) = c_1 - v(h_1) \geq 0. \quad (3)$$

Pour le type 2 la contrainte de participation est :

$$s_2(h_2) = c_2 - p - v(h_2 + t) \geq 0. \quad (4)$$

7. Selon Lecomte [2019], en France les aires urbaines présentent un grand nombre d'alternatives modales, tandis que les communes périurbaines concentrent 81-84% d'automobilistes, « traduisant la faiblesse des alternatives à la voiture dans ces espaces ».

8. Si tous les travailleurs urbain ont un emploi ($n_1 = \bar{n}_1$), le nombre de chômeurs est tout simplement $\bar{n}_2 - n_2$.

2.5. Objectif de l'employeur

L'employeur recherche une quantité donnée H d'heures de travail, sous l'hypothèse que toutes les heures de travail sont de parfaits substituts du point de vue de l'employeur. Son objectif est de minimiser le coût total de ces heures. Les effectifs demandés de chacun des types, sont notés n_1 et n_2 .

Pour une demande de H heures, les effectifs doivent donc vérifier :

$$n_1 h_1 + n_2 h_2 \geq H. \quad (5)$$

2.6. Structure de coût

Outre la compensation pour les heures fournies par chaque employé, il existe un coût fixe non-salarial du poste de travail, indépendant du type du travailleur de l'horaire et du niveau des effectifs. Ce coût fixe est noté θ . L'existence d'un coût fixe par employé, lié à l'environnement de travail, est prise en compte depuis les travaux de Oi [1962] et Rosen [1968] et permet d'expliquer les longs horaires de travail observés dans certains secteurs (Boeri et Van Ours [2019], Cahuc et Zylberberg [2014]). Hart [2010] évalue ces coûts quasi-fixes à approximativement 30% du coût total du travail (voir aussi Dolfin [2007]).

Les variables contrôlées par l'employeur sont donc les termes des deux contrats (c_i, h_i) et les effectifs n_1 et n_2 .

La fonction de coût s'écrit alors :

$$C(H) = n_1(c_1 + \theta) + n_2(c_2 + \theta). \quad (6)$$

3. Étude préalable : minimisation du coût du travail par type

Pour disposer d'utiles références, nous examinons les conséquences de la minimisation du coût du travail dans différents contextes.

3.1. Minimisation intrinsèque du coût horaire du travail par type

Les calculs et les résultats relatifs au modèle proposé seront dans la suite parfois exprimés en relation avec les solutions d'un problème annexe distinct : celui de la minimisation du coût horaire du travail lorsqu'un seul type est employé, sans limitation d'effectif, sous la seule contrainte de participation appliquée au contrat. Les deux minimisations – du coût horaire de chaque type – sont alors indépendantes.

Si le travail de type 1 est employé seul, lorsque l'employeur sature seulement la contrainte de participation, le coût horaire du travail est alors minimisé par le choix de l'horaire :

$$\hat{h}_1 \equiv \underset{h_1}{\operatorname{argmin}} \left\{ \frac{v(h_1) + \theta}{h_1} \right\}. \quad (7)$$

La condition du premier ordre relative à cette minimisation est :

$$v(\hat{h}_1) - \hat{h}_1 v'(\hat{h}_1) = -\theta. \quad (8)$$

Cette condition peut être notée : $\varphi(\hat{h}_1) = -\theta$, la fonction $\varphi(h)$ étant définie par $\varphi(h) = v(h) - hv'(h)$.

La minimisation du coût horaire du travail de type 2 employé seul implique l'horaire :

$$\hat{h}_2 \equiv \underset{h_2}{\operatorname{argmin}} \left\{ \frac{v(h_2 + t) + p + \theta}{h_2} \right\}. \quad (9)$$

La condition du premier ordre relative à cette minimisation est :

$$v(\hat{h}_2 + t) - \hat{h}_2 v'(\hat{h}_2 + t) = -(\theta + p). \quad (10)$$

La fonction $v(h)$ est convexe, donc la fonction $\varphi(h)$ ayant pour dérivée $\varphi'(h) = -hv''(h)$ est monotone décroissante, les solutions $\hat{h}_1$ et $\hat{h}_2$ sont donc *uniques*.

On peut prouver que :

Proposition 1. *Dans le cas des contrats soumis à la seule contrainte de participation, le temps laissé libre par la minimisation intrinsèque du coût horaire est plus important pour le type 1 (travailleurs urbains) que pour le type 2 (travailleurs périurbains), $\hat{h}_2 + t > \hat{h}_1$.*

Démonstration. En effet, $v(\hat{h}_2 + t) - \hat{h}_2 v'(\hat{h}_2 + t) > v(\hat{h}_2 + t) - (\hat{h}_2 + t)v'(\hat{h}_2 + t) = \varphi(\hat{h}_2 + t)$ donc : $-(\theta + p) > \varphi(\hat{h}_2 + t) \Rightarrow \varphi(\hat{h}_2 + t) < -\theta = \varphi(\hat{h}_1)$. La fonction $\varphi(h)$ étant monotone décroissante, $\hat{h}_2 + t > \hat{h}_1$. $\square$

En conséquence, on vérifie que le coût horaire intrinsèque du type 1 est le moins élevé : en effet, $\frac{v(\hat{h}_2 + t) + p + \theta}{\hat{h}_2} > \frac{v(\hat{h}_2) + p + \theta}{\hat{h}_2}$ et $\frac{v(\hat{h}_2) + p + \theta}{\hat{h}_2} > \frac{v(\hat{h}_1) + \theta}{\hat{h}_1}$.

3.2. Éviction du type 2 ou emploi mixte ?

Le coût de H heures de travail sous la seule contrainte de participation est plus élevé si ces heures sont demandées au type 2 qui exige la compensation du temps et du prix du transport. Tant que $H \leq \bar{n}_1 \hat{h}_1$, la participation du type 2 est donc exclue, l'horaire h_1 est optimisé ($h_1 = \hat{h}_1$) et la fonction de coût $C(H)$ notée $\hat{C}_1(H)$ est linéaire en H :

$$\hat{C}_1(H) = \frac{v(\hat{h}_1) + \theta}{\hat{h}_1} H. \quad (11)$$

L'emploi exclusif du type 1 pour $H > \bar{n}_1 \hat{h}_1$ implique un horaire $\frac{H}{\bar{n}_1} > \hat{h}_1$ et donc une fonction de coût non linéaire, convexe en H , soit :

$$C_1(H) = \bar{n}_1 \left[v\left(\frac{H}{\bar{n}_1}\right) + \theta \right]. \quad (12)$$

Notre analyse se place dans la situation où le volume d'heures requis H est suffisamment grand pour justifier l'emploi mixte, soit l'utilisation simultanée des deux types de travailleurs.

Pour mettre en évidence les conséquences de l'impossibilité de discriminer, nous examinons tout d'abord les caractères de la situation opposée, celle de l'emploi mixte *discriminant*. Dans ce contexte (éventuellement illégal) l'employeur propose des contrats exclusifs, l'un pour les habitants de la ville, et un autre pour les habitants de la périphérie.

4. Minimisation du coût en emploi mixte par contrats discriminants

4.1. Minimisation du coût

La situation d'emploi mixte suppose la saturation de l'emploi du type 1, son coût horaire intrinsèque étant inférieur à celui de type 2. Ainsi, $n_1 = \bar{n}_1$.

Sous les seules contraintes de participation la fonction de coût s'écrit :

$$C(h_1, h_2, n_2) = \bar{n}_1 [v(h_1) + \theta] + n_2 [v(h_2 + t) + p + \theta]. \quad (13)$$

L'employeur cherche à minimiser le coût sous la contrainte d'heures de travail à obtenir : $\bar{n}_1 h_1 + n_2 h_2 = H$.

Le Lagrangien correspondant est :

$$L(h_1, h_2, n_2) = \bar{n}_1 [v(h_1) + \theta] + n_2 [v(h_2 + t) + p + \theta] - \lambda (\bar{n}_1 h_1 + n_2 h_2 - H). \quad (14)$$

Les conditions du premier ordre associées impliquent :

$$\frac{\partial L}{\partial h_1} = \bar{n}_1 [v'(h_1) - \lambda] = 0. \quad (15)$$

$$\frac{\partial L}{\partial h_2} = n_2 [v'(h_2 + t) - \lambda] = 0. \quad (16)$$

$$\frac{\partial L}{\partial n_2} = v(h_2 + t) + p + \theta - \lambda h_2 = 0. \quad (17)$$

$$\text{et } \bar{n}_1 h_1 + n_2 h_2 - H = 0.$$

4.2. Propriétés de la solution

On peut aisément caractériser les horaires optimaux (h_1, h_2) dans le contexte discriminant.

Proposition 2. *Dans le contexte discriminant caractérisé par la rareté des effectifs urbains, l'employeur demande au travailleur périurbain l'horaire qui minimise le coût horaire sous contrainte de participation, $h_2 = \hat{h}_2$, tandis qu'il demande au travailleur urbain un horaire supérieur, soit : $h_1 = \hat{h}_2 + t$. Les temps de loisir sont donc identiques pour les deux types de travailleurs.*

Démonstration. Puisque $v'()$ est monotone, les conditions (15) et (16) permettent d'écrire : $h_1 = h_2 + t$. Puisque $\lambda = v'(h_2 + t)$, l'équation (17) s'écrit : $v(h_2 + t) + p + \theta - h_2 v'(h_2 + t) = 0$. L'équation (10) est vérifiée, ainsi $h_2 = \hat{h}_2$ et donc $h_1 = \hat{h}_2 + t$. $\square$

En contexte de rareté, l'employeur discriminant cherche à rallonger la durée de travail des travailleurs urbains : $h_1 = h_2 + t$, alors que $\hat{h}_1 < \hat{h}_2 + t$ (cf. Proposition 1).

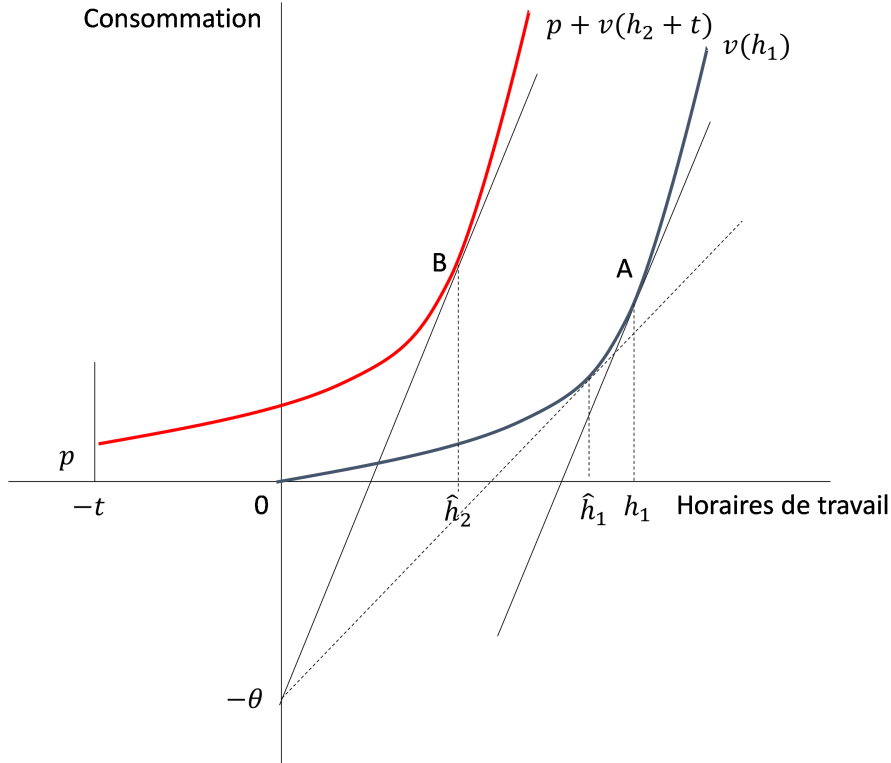
La définition des horaires optimaux permet de montrer que :

Proposition 3. *Dans le contexte discriminant, la compensation des travailleurs périurbains (c_2), qui subissent le désagrément de la navette, est supérieure à la compensation des travailleurs urbains (c_1).*

Démonstration. En effet, $h_1 = \hat{h}_2 + t \Rightarrow v(\hat{h}_2 + t) + p > v(h_1)$. □

Plus précisément, la différence de compensation salariale correspond au coût du transport, $c_2 - c_1 = p$.

La Figure 1 illustre par des courbes les contraintes de participation et représente par des points les horaires optimaux tels qu'il résultent du système d'équations. Le contrat optimal du travailleur de type 1 est indiqué par le point A, le contrat optimal du travailleur de type 2 est indiqué par le point B. La pente de la tangente en A est identique à la pente de la tangente en B, comme indiqué par la résolution du système d'équations.



On peut également vérifier que le *salaire horaire* des travailleurs périurbains est supérieur à celui de travailleurs urbains : $w_2 > w_1$.

En effet, d'après les définitions, cette inégalité s'écrit : $\frac{v(\hat{h}_2+t)+p}{\hat{h}_2} > \frac{v(h_1)}{h_1}$, soit, puisque $h_1 = \hat{h}_2 + t$, on obtient : $\frac{v(\hat{h}_2+t)+p}{\hat{h}_2} > \frac{v(\hat{h}_2+t)}{\hat{h}_2+t}$. Cette dernière inégalité est vérifiée $\forall p > 0, \forall t > 0$.

4.3. Statique comparative

Si on envisage l'impact de la seule variation dp du coût du transport, on obtient en différentiant l'équation (17) :

$$\frac{dh_2}{dp} = \frac{1}{h_2 v''(h_2 + t)} > 0, \quad (18)$$

et, par conséquent : $\frac{dh_1}{dp} > 0$.

Par différentiation de la contrainte d'heures obtenues, on obtient :

$$dn_2 = -\frac{\bar{n}_1 + n_2}{h_2} dh_2 \Rightarrow \frac{dn_2}{dp} < 0. \quad (19)$$

On en conclut qu'en régime d'emploi mixte, l'employeur *discriminant* offre des contrats impliquant :

- a) absorption des surplus de deux types ;
- b) maintien de l'horaire du type 2 au niveau de $\hat{h}_2$;
- c) allongement de l'horaire du type 1 au niveau $h_1 = \hat{h}_2 + t > \hat{h}_1$;
- d) salaire horaire des travailleurs périurbains supérieur au salaire horaire des travailleurs urbains, $w_2 > w_1$;
- e) pour une solution intérieure, différentiabilité des variables endogènes (h_1, h_2, n_2) considérées comme des fonctions du coût du transport p . La demande des effectifs du type 2, soit n_2 , est une fonction décroissante de p .

Pour illustrer le rôle de la contrainte de participation dans un contexte discriminant, remarquons qu'en été 2021, le géant du numérique Google a mis en place un système de localisation des employés, et imposé des contrats moins avantageux à des collaborateurs dispensés de déplacement quotidiens et/ou des frais d'hébergement moins importants.

Plusieurs études empiriques (Zax [1991], McMillen et Singel [1992], Timothy et Wheaton [2001], Mulalic et al. [2014]) ont montré l'existence d'une corrélation positive entre le salaire total et le coût du transport domicile-travail. Ces résultats sont compatibles avec les prédictions de notre modèle, mais dans le contexte d'une discrimination territoriale autorisée.

5. Minimisation du coût en emploi mixte par un contrat unique

En général les employeurs connaissent le lieu de résidence des employés, même si ces derniers peuvent manipuler cette information. Si l'impossibilité de discriminer prend la forme extrême selon laquelle un seul type de contrat peut être associé à un emploi techniquement défini, il n'existe alors qu'un seul horaire h et une seule compensation c . Ce contrat unique (c, h) doit satisfaire les contraintes de participation uniquement ; la satisfaction de la contrainte relative

au type 2 soit $c \geq v(h+t)+p$ satisfait a fortiori la contrainte relative au type 1 soit $c \geq v(h)$. La contrainte relative au type 2 étant saturée, $c = v(h+t) + p$ et le problème de minimisation du coût s'écrit :

$$\min\{(n_1 + n_2) [v(h+t) + p + \theta]\}$$

sous les contraintes : $n_1 \leq \bar{n}_1$ et $(n_1 + n_2)h = H$.

La fonction de coût est donc : $C(H) = \frac{H}{h} [v(h+t) + p + \theta]$. La minimisation du coût $C(H)$ par le choix de h revient donc à minimiser le coût horaire du type 2 et l'équation (10) s'applique, impliquant $h = \hat{h}_2$.

Le surplus du type 2 est nul, le surplus du type 1 est $s_1(c, h) = v(\hat{h}_2 + t) + p - v(\hat{h}_2) > 0$, donc sous cette forme, la non discrimination fait apparaître un surplus pour les urbains.

En outre, dans cette situation, les effectifs sont indéterminés (pour $n_1 \leq \bar{n}_1$) les travailleurs ont le même coût et offrent le même nombre d'heures et sont donc de parfaits substituts, l'emploi de chaque type est déterminé arbitrairement par l'employeur.

Comme mentionné dans l'introduction, depuis 2014 la loi française interdit en particulier la discrimination selon le lieu de résidence (discrimination territoriale). Un employeur ne peut donc pas offrir un contrat de travail dont les horaires ou les salaires seraient liés directement à l'adresse de résidence et au temps de navette. S'il propose *un menu de contrats* et non un contrat unique, l'employeur doit, pour se conformer à la loi, garantir la liberté de choix de contrat par les employés. Dans ce contexte, les contrats que l'employeur propose doivent satisfaire non seulement les contraintes de participation, mais également guider les choix des travailleurs des deux types vers ses objectifs, donc satisfaire des contraintes d'incitation.

6. Minimisation du coût en emploi mixte par deux contrats non discriminants

L'offre de deux contrats distincts choisis librement par les travailleurs peut être considérée comme un substitut imparfait à la discrimination prohibée par la législation. Il s'agit de préciser les conséquences de cette situation sur les horaires, les rémunérations et l'emploi des deux types de travailleurs.

Pour étudier l'offre optimale du point de vue de l'employeur, l'analyse suivra la démarche traditionnelle en théorie des contrats (e.g., Bolton et Dewatripont [2005], Laffont et Martimort [2009]).

6.1. Contraintes d'incitation

Face à deux types de travailleurs, les deux étant recherchés, l'employeur doit offrir deux contrats qui chacun définissent une consommation et un horaire de travail, soit (c_1, h_1) et (c_2, h_2) . L'employeur cherche à inciter les travailleurs à sélectionner le contrat qui leur est destiné, sans aucune forme de coercition de sa part.

a) Contrainte d'incitation du type 1. Sachant que le travailleur urbain ne subit aucune conséquence du transport, on doit observer :

$$c_1 - v(h_1) \geq c_2 - v(h_2). \quad (20)$$

b) Contrainte d'incitation du type 2. Le travailleur de la périphérie, supportant au contraire toujours les conséquences du transport, on doit observer :

$$c_2 - p - v(h_2 + t) \geq c_1 - p - v(h_1 + t). \quad (21)$$

Montrons que la contrainte de participation des travailleurs urbains ou de type 1 (équation 3) est redondante.

En effet l'incitation du type 1 implique : $c_1 - v(h_1) \geq c_2 - v(h_2)$. La participation du type 2 exige : $c_2 - p - v(h_2 + t) \geq 0 \iff c_2 \geq p + v(h_2 + t)$. Il en résulte la condition : $c_1 - v(h_1) \geq v(h_2 + t) + p - v(h_2)$. Puisque $v(h)$ est croissante et $p > 0$, $v(h_2 + t) + p - v(h_2) > 0$, donc $c_1 - v(h_1) > 0$. Incitation du type 1 et participation du type 2 impliquent donc vérification de la contrainte de participation du type 1.

L'étude des contraintes débouche sur une première conclusion directe :

Proposition 4. *L'horaire proposé au type 1 ne peut être inférieur à l'horaire proposé au type 2.*

Démonstration. En effet, en additionnant les deux inégalités correspondant aux contraintes d'incitation, on obtient : $v(h_1 + t) - v(h_1) \geq v(h_2 + t) - v(h_2)$. En conséquence de la convexité de la fonction de compensation, cette inégalité implique : $h_1 \geq h_2$ $\square$

On peut également affirmer, sous nos hypothèses :

Proposition 5. *La participation du type 2 (travailleurs périurbains) implique un surplus positif pour le type 1 (travailleurs urbains).*

Démonstration. En effet, la disponibilité du type 2 permet à l'employeur de limiter la rémunération de ce type à la valeur minimale indiquée par la contrainte de participation : $c_2 = p + v(h_2 + t)$. La rémunération du type 1 peut alors être réglée à la valeur indiquée par la contrainte d'incitation, soit : $c_1 = c_2 - v(h_2) + v(h_1)$. Donc : $c_1 = p + v(h_2 + t) - v(h_2) + v(h_1)$. Le surplus du premier type en présence du second type est donc : $s = c_1 - v(h_1) = p + v(h_2 + t) - v(h_2) > 0$ $\square$

Les travailleurs du premier type (urbains) dérivent donc un avantage (surplus positif) de l'impossibilité de discriminer.

6.2. Minimisation du coût

L'emploi de travailleurs du secteur 2 n'intervient que si tous les travailleurs du secteur 1 sont employés ($n_1 = \bar{n}_1$)

Nous considérons donc la situation d'emploi mixte, la quantité d'heures H implique l'emploi de tous les urbains disponibles. La disponibilité illimitée des

travailleurs du secteur 2 permet à l'employeur la saturation de leur contrainte de participation donc :

$$c_2 = p + v(h_2 + t). \quad (22)$$

La contrainte d'incitation du type 1 exige : $c_1 - v(h_1) \geq c_2 - v(h_2)$ et donc $c_1 - v(h_1) \geq p + v(h_2 + t) - v(h_2)$. La forme saturée de cette contrainte implique donc :

$$c_1 = v(h_1) + p + v(h_2 + t) - v(h_2). \quad (23)$$

La fonction de coût en régime d'emploi mixte est donc (les paramètres H et p étant donnés) :

$$C(n_2, h_1, h_2) = \bar{n}_1 \{v(h_1) + p + v(h_2 + t) - v(h_2) + \theta\} + n_2 \{p + v(h_2 + t) + \theta\}. \quad (24)$$

La contrainte (saturée) liée au besoin d'heures est : $\bar{n}_1 h_1 + n_2 h_2 = H$.

Si une solution intérieure existe, elle doit vérifier les conditions du premier ordre appliquées à l'expression :

$$L(n_2, h_1, h_2, \lambda) = \bar{n}_1 \{v(h_2 + t) + p + v(h_1) - v(h_2) + \theta\} + n_2 \{v(h_2 + t) + p + \theta\} - \lambda (\bar{n}_1 h_1 + n_2 h_2 - H), \quad (25)$$

λ étant un multiplicateur de Lagrange.

Ces conditions du premier ordre s'écrivent :

$$\frac{\partial L}{\partial h_1} = \bar{n}_1 \{v'(h_1) - \lambda\} = 0 \Rightarrow v'(h_1) = \lambda. \quad (26)$$

$$\frac{\partial L}{\partial h_2} = \bar{n}_1 \{v'(h_2 + t) - v'(h_2)\} + n_2 \{v'(h_2 + t) - v'(h_1)\} = 0. \quad (27)$$

$$\frac{\partial L}{\partial n_2} = p + v(h_2 + t) + \theta - h_2 v'(h_1) = 0. \quad (28)$$

On pourrait démontrer (preuve omise) que $v'(h_1) = \lambda$ représente le coût marginal du travail en régime mixte.

6.3. Propriétés de la solution

Ces conditions impliquent :

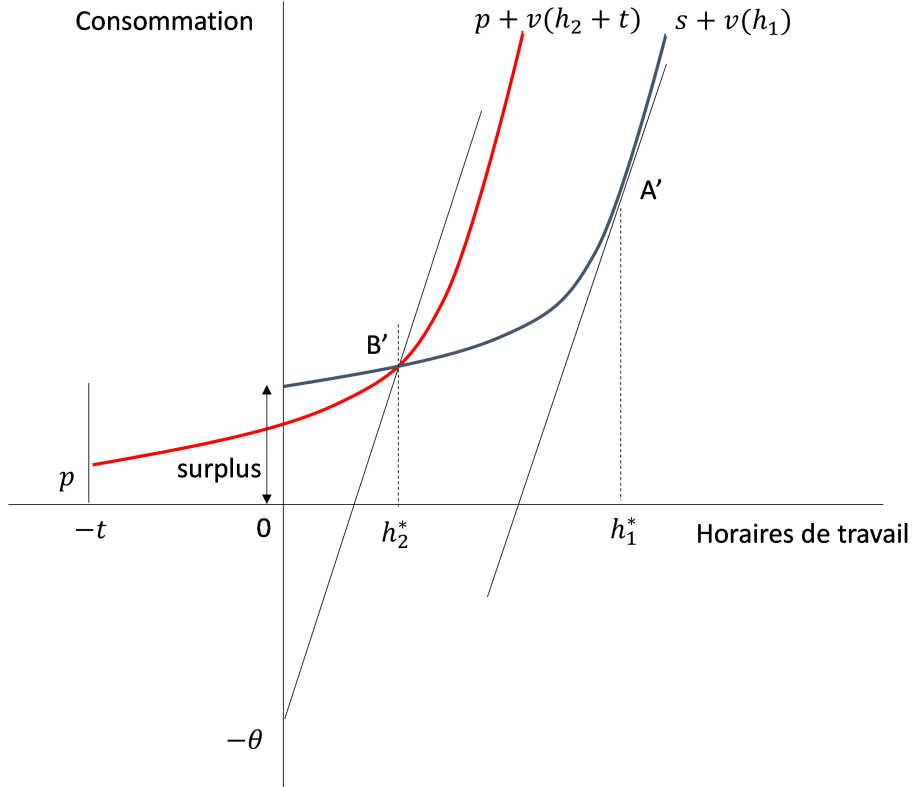
Proposition 6. *L'horaire proposé au travailleur de type 1 (urbain) dépasse l'horaire proposé au type 2 (périurbain) augmenté de son temps de transport. Le type 2 conserve donc plus de temps libre, en dépit de la durée du transport.*

Démonstration. La convexité de la fonction $v(h)$ implique $v'(h_2 + t) - v'(h_2) > 0$ et donc, d'après l'équation (27) $v'(h_2 + t) - v'(h_1) < 0$ impliquant : $h_1 > h_2 + t$ $\square$

Proposition 7. *La compensation totale proposée au travailleur urbain est supérieure à la compensation du travailleurs périurbain, $c_1 > c_2$.*

Démonstration. La solution doit satisfaire la contrainte d'incitation du type 1 : $c_1 = p + v(h_2 + t) - v(h_2) + v(h_1)$ et la contrainte de participation du type 2 : $c_2 = p + v(h_2 + t)$. On vérifie que $c_1 > c_2$ si $p + v(h_2 + t) - v(h_2) + v(h_1) > p + v(h_2 + t)$, ou $v(h_1) > v(h_2)$, ce qui est vrai, car $v'() > 0$ et $h_1 > h_2 + t$. $\square$

La Figure 2 illustre les contraintes actives (contrainte de participation pour le type 2 et contrainte d'incitation pour le type 1). Le contrat optimal du travailleur de type 1 (urbain) est indiqué par le point A' et celui de type 2 (périurbain) par le point B'. La tangente en A' (type 1) a comme pente le coût horaire d'un employé de type 2. Le graphique indique uniquement les horaires et les compensations optimales, et sans référence explicite à l'effectif de travailleurs péri-urbains. Ces cinq variables de décision sont déterminées simultanément.



6.4. Statique comparative

L'étude d'une fonction de compensation générale permet de conclure qu'en régime d'emploi mixte, l'employeur *non-discriminant* offre des contrats impliquant :

a) un surplus positif pour les travailleurs de type 1 (urbains), dont la compensation totale est supérieure à celle des type 2 ;

b) des horaires de travail pour le type 1 supérieurs aux horaires de travail et transport du type 2 (le temps de loisir des travailleurs périurbains est supérieur au temps de loisir des urbains) ;

La différence de surplus en faveur des travailleurs urbains est cohérente avec l'étude socio-économique de Stutzer et Frey [2008]. En s'appuyant sur des enquêtes conduites en Allemagne de 1985 à 1998, ils mettent en évidence une forte corrélation négative entre temps de navette et bien-être subjectif.

7. Emploi mixte, cas non-discriminant, fonction de compensation quadratique

Des résultats supplémentaires peuvent être obtenus par l'introduction d'une fonction de compensation quadratique $v(h) = h^2$, en particulier dans l'étude de l'existence et de l'unicité de la solution dans le cas non-discriminant. Une telle fonction respecte les propriétés de la fonction générale, et en raison de sa forme simple, permet d'obtenir des expressions mathématiques simples.⁹

7.1. Minimisation du coût

Dans le cas quadratique, les valeurs des horaires minimisant le coût horaire intrinsèque (valeurs définies par les équations (7) et (9)) deviennent :

$$\begin{cases} \hat{h}_1 = \sqrt{\theta} \\ \hat{h}_2 = \sqrt{t^2 + \theta + p} \end{cases} .$$

La contrainte de quantité d'heures (équation 5) permet d'exprimer la valeur de l'effectif du type 2 en fonction des variables exogènes et des horaires h_1 et h_2 :

$$n_2 = \frac{H - \bar{n}_1 h_1}{h_2} . \quad (29)$$

La fonction de coût (équation 24) devient alors une fonction de deux variables libres, soit dans l'hypothèse quadratique :

$$C(h_1, h_2) = \bar{n}_1 \{ (h_2 + t)^2 + p + h_1^2 - h_2^2 + \theta \} + \frac{H - \bar{n}_1 h_1}{h_2} \{ (h_2 + t)^2 + p + \theta \} . \quad (30)$$

Nous étudions les conditions de premier ordre.

La première condition s'écrit :

$$\frac{\partial C}{\partial h_1} = 2\bar{n}_1 h_1 - \bar{n}_1 h_2 - 2t\bar{n}_1 - \bar{n}_1 \frac{\hat{h}_2^2}{h_2} = 0, \quad (31)$$

impliquant :

9. On retrouve parfois ces formes quadratiques dans les problèmes de mechanism design appliqués à la taxation du travail (voir Cremer et al., 2011 ; Bastiani et al., 2020).

$$2h_1 - h_2 - 2t - \frac{\hat{h}_2^2}{h_2} = 0. \quad (32)$$

Cette dernière équation s'écrit : $h_2^2 - 2(h_1 - t)h_2 + \hat{h}_2^2 = 0$, dont les racines sont : $h_2 = (h_1 - t) \pm \sqrt{(h_1 - t)^2 - \hat{h}_2^2}$. Ces racines sont réelles si $(h_1 - t) \geq \hat{h}_2$ (l'autre cas $(h_1 - t) \leq -\hat{h}_2$ impliquerait $(h_1 - t) < 0$, contredisant la Proposition 6). Une valeur minimale de l'horaire du premier type est donc : $h_1 = \hat{h}_2 + t$. Par ailleurs, la racine $h_2 = (h_1 - t) + \sqrt{(h_1 - t)^2 - \hat{h}_2^2}$ contredit aussi la Proposition 6.

Dans la solution du problème posé, on devra donc observer :

$$h_2 = (h_1 - t) - \sqrt{(h_1 - t)^2 - \hat{h}_2^2}. \quad (33)$$

La seconde condition de premier ordre est :

$$\frac{\partial C}{\partial h_2} = 2t\bar{n}_1 - \frac{(H - \bar{n}_1 h_1)}{h_2^2} \{(h_2 + t)^2 + p + \theta\} + 2(h_2 + t) \frac{(H - \bar{n}_1 h_1)}{h_2} = 0, \quad (34)$$

ou, après simplifications :

$$2t\bar{n}_1 + (H - \bar{n}_1 h_1) \left(1 - \frac{\hat{h}_2^2}{h_2^2}\right) = 0. \quad (35)$$

On peut monter :

Proposition 8. *En régime mixte l'horaire choisi par l'employeur pour le type 2 est inférieur à l'horaire intrinsèque minimisant le coût horaire du travail obtenu de ce type, $h_2 < \hat{h}_2$.*

Démonstration. En divisant l'équation (35) par $\bar{n}_1$, on obtient :

$$2t + (\eta_1 - h_1) \left(1 - \frac{\hat{h}_2^2}{h_2^2}\right) = 0, \quad (36)$$

où la variable auxiliaire prédéterminée $\eta_1 = \frac{H}{\bar{n}_1}$ s'interprète comme l'horaire qui permettrait aux individus du type 1 de satisfaire à eux seuls la contrainte de quantité d'heures ; $(\eta_1 - h_1) > 0$ est donc le gain en temps libre que le type 1 doit à la participation du type 2. L'équation (36) implique :

$$\frac{\hat{h}_2^2}{h_2^2} = 1 + \frac{2t}{\eta_1 - h_1} > 1, \quad (37)$$

et donc $h_2 < \hat{h}_2$. □

Cette proposition met en évidence une influence croisée : en régime mixte, l'employeur non discriminant a intérêt à réduire le temps de travail du type 2 par rapport à $\hat{h}_2$ de manière à réduire simultanément la compensation du type 1 via la contrainte d'incitation. On rappelle que $\hat{h}_2$ est également l'horaire qui serait choisi en emploi mixte par l'employeur discriminant.

Enfin, on peut remarquer que les conditions (32) et (35) impliquent une relation nécessaire entre variables endogènes :

$$h_1 - (h_2 + t) = t \frac{\bar{n}_1}{n_2}. \quad (38)$$

La différence $h_1 - (h_2 + t)$ exprime l'excès du *temps libre* du type 2 sur celui du type 1.

Si par accroissement du besoin d'heures H , $n_2 \rightarrow \infty$, alors $h_1 \rightarrow (h_2 + t)$, les temps libres convergent.

7.2. Expression des horaires (en fonction de n_2)

Notons les horaires optimaux en situation d'emploi mixte en fonction des effectifs du type 2.

De manière alternative, l'expression (38) s'écrit :

$$h_1 - h_2 = t \frac{\bar{n}_1 + n_2}{n_2}. \quad (39)$$

La contrainte de quantité d'heures étant $\bar{n}_1 h_1 + n_2 h_2 = H$, on obtient l'expression de l'horaire optimal pour chacun des types :

$$h_1 = t + \bar{h}, \quad (40)$$

$$h_2 = \bar{h} - t \frac{\bar{n}_1}{n_2}. \quad (41)$$

où la variable $\bar{h} = \frac{H}{\bar{n}_1 + n_2}$ exprime l'*horaire moyen*. Selon l'équation (41), $h_2 \rightarrow \bar{h}$ lorsque $n_2 \rightarrow \infty$.

Ces expressions permettent, dans l'hypothèse d'une fonction de compensation quadratique, de préciser les points suivants :

a) Dans toute solution mixte l'horaire du type 1 dépasse l'*horaire moyen*, du temps de transport t subi par le type 2 ;

b) On vérifie à nouveau que l'accroissement de l'emploi du type 2 fait converger le temps libre des deux types. Pour $H \rightarrow \infty$ si $n_2 \rightarrow +\infty$, alors $h_1 \rightarrow (h_2 + t)$, les valeurs du temps libre convergent ;

c) On note enfin, les horaires étant calculables de manière univoque à partir de n_2 , que la question de l'existence et de l'unicité de la solution (h_1, h_2) est ramenée à l'existence et à l'unicité de la solution n_2 .

7.3. Détermination de n_2 l'effectif du type 2 recherché

L'équation (32) peut être mise sous la forme $h_2^2 + 2th_2 + \hat{h}_2^2 = 2h_1h_2$, soit, en remplaçant les horaires optimaux par leurs expressions en (40) et (41) :

$$\left[\bar{h} - \left(\frac{\bar{n}_1}{n_2} \right) t \right]^2 + 2t \left(\bar{h} - \frac{\bar{n}_1}{n_2} t \right) + \hat{h}_2^2 = 2(\bar{h} + t) \left(\bar{h} - \frac{\bar{h}_1}{n_2} t \right). \quad (42)$$

Après simplifications :

$$\left(\frac{H}{\bar{n}_1 + n_2} \right)^2 = \hat{h}_2^2 + \left(t \frac{\bar{n}_1}{n_2} \right)^2, \quad (43)$$

où, pour rappel, $\hat{h}_2^2 = t^2 + \theta + p$.

Il s'agit d'une équation du quatrième degré en n_2 . Dans un cas général, elle pourrait admettre jusqu'à quatre solutions réelles. On montre dans l'Annexe A que, compte tenu du signe des paramètres compatibles avec l'interprétation économique, elle ne peut en fait avoir plus de deux solutions, la plus grande d'entre elles pouvant seule être considérée comme la solution du problème de minimisation du coût.

Enfin, on peut montrer que :

Proposition 9. *Un accroissement du prix du transport (p) réduit la demande d'effectifs du type 2.*

Démonstration. La question de l'unicité de la solution et celle de la sensibilité de la demande d'effectifs du type 2 aux paramètres sont étudiées dans l'annexe A. $\square$

7.4. Conditions du second ordre, multiplicité des solutions, quantum d'effectifs du type 2

Un minimum libre de la fonction $C(h_1, h_2)$ implique les conditions du premier ordre (32) et (35).

En outre, on doit observer les deux conditions :

$$Tr \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{pmatrix} > 0 \text{ et } \det \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{pmatrix} > 0,$$

où $C_{11} = 2\bar{n}_1$; $C_{12} = C_{21} = \bar{n}_1 \left(\frac{\hat{h}_2^2}{h_2^2} - 1 \right)$ et $C_{22} = 2n_2 \frac{\hat{h}_2^2}{h_2^2}$.

La première condition est évidemment vérifiée ; la deuxième l'est si et seulement si :

$$4\bar{n}_1 n_2 \frac{\hat{h}_2^2}{h_2^2} \geq (\bar{n}_1)^2 \left(\frac{\hat{h}_2^2}{h_2^2} - 1 \right)^2. \quad (44)$$

D'après l'équation (35) $\frac{\hat{h}_2^2}{h_2^2} - 1 = \frac{2t\bar{n}_1}{n_2 h_2}$, donc, après simplifications :

$$\frac{n_2}{\bar{n}_1} \geq \left(\frac{t}{\hat{h}_2} \right)^{2/3}. \quad (45)$$

Le membre de droite de l'inégalité (45) est prédéterminé et indépendant de la quantité H .

Cette inégalité permet d'affirmer que :

Proposition 10. *L'emploi du type 2, en présence de $\bar{n}_1$ travailleurs du type 1, ne peut exister en nombre inférieur à n_2^* , défini par :*

$$n_2^* = \bar{n}_1 \left(\frac{t}{\bar{h}_2} \right)^{2/3} = \bar{n}_1 \left(\frac{t^2}{t^2 + \theta + p} \right)^{1/3}. \quad (46)$$

Démonstration. Cf. Annexe A. □

Dans Annexe A on démontre que l'équation (43) présente tout au plus deux solutions réelles. Lorsque ces solutions existent, l'une est inférieure à n_2^* , l'autre est supérieure à n_2^* . C'est cette valeur (la plus grande) qui satisfait seule la condition du second ordre.

7.5. Horaires et coût du transport

L'impact du coût du transport p sur l'horaire du type 1 est immédiatement obtenu de l'expression (40) :

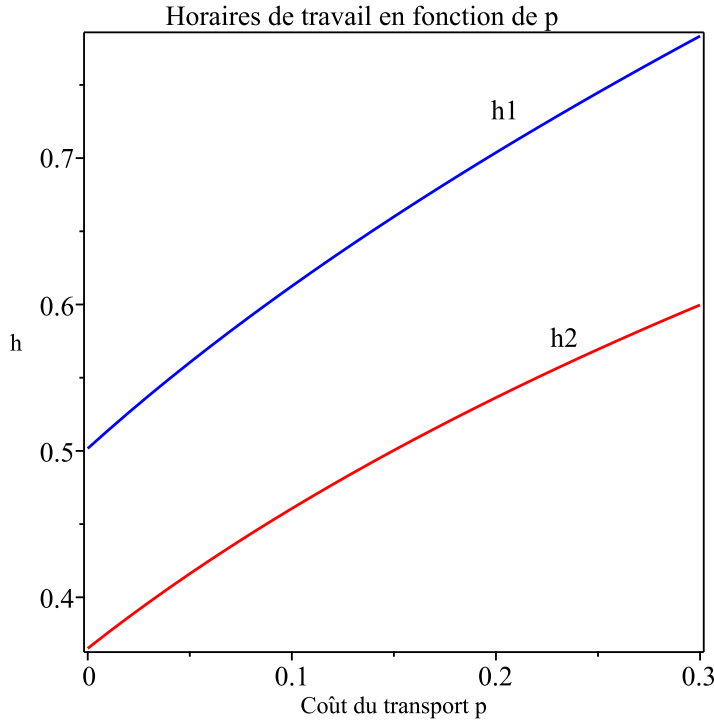
$$\frac{dh_1}{dp} = -\frac{H}{(\bar{n}_1 + n_2)^2} \frac{dn_2}{dp}. \quad (47)$$

Sachant que $\frac{dn_2}{dp} < 0$ on a vérifié que : $\frac{dh_1}{dp} > 0$. Il existe donc une externalité à ce niveau également, une hausse du coût du transport des travailleurs périurbains conduit à la hausse des horaires des travailleurs urbains.

Un exercice numérique illustre cette réaction. Le calcul des horaires optimaux est effectué pour $H = 60, \bar{n}_1 = 40, t = 0.10, \theta = 0.15$ et $p \in [0; 0.3]$.¹⁰ Ces paramètres ne correspondent pas à des mesures concrètes, mais présentent des ordres de grandeur qui font sens. On fait l'hypothèse que le temps de travail de la journée est normalisé à 1. Dans ce cas, les temps de travail optimaux doivent être inférieurs à 1. Coût de transport (t), et coût fixe du travail (θ) représentent environ 20% à 30% du salaire total.

La Figure 3 indique les horaires h_1 et h_2 optimaux en fonction de p .

10. Nous vérifions que pour $p = 0.3$ l'utilisation de l'emploi mixte présente toujours un avantage-coût comparé à l'emploi du type 1 uniquement.



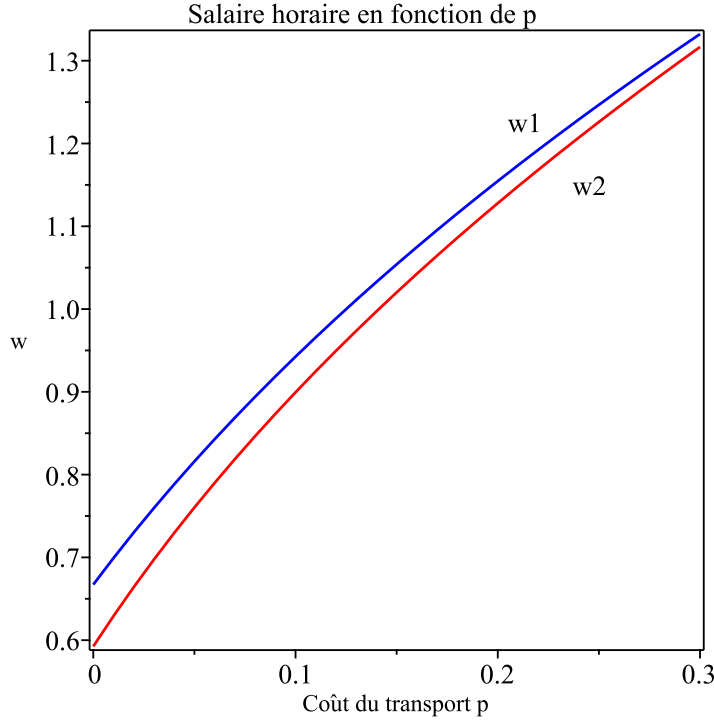
7.6. Salaires horaires

Les salaires horaires des deux types de travailleurs sont définis respectivement par $w_1 = c_1/h_1$ et $w_2 = c_2/h_2$. Notre traitement du problème ne permet pas de conclure en toute généralité quant à la comparaison des salaires horaires des deux types de travailleurs.

Les travailleurs de type 1 (urbains) obtiennent un surplus positif contrairement aux travailleurs de type 2 (périurbains), mais fournissent plus d'heures de travail.

La simulation utilisée pour illustrer l'analyse des horaires (Figure 2) montre une situation possible remarquable dans laquelle les travailleurs urbains reçoivent une compensation horaire supérieure à celle des travailleurs de type 2, bien que ces derniers subissent des coûts de transport dont ils sont compensés.

Cette situation renverse la hiérarchie constatée dans le cas discriminant, dans lequel les salaires horaires des travailleurs urbains étaient inférieurs aux salaires des travailleurs périurbains.



Dans l'Annexe B nous montrons (dans l'hypothèse quadratique) que cette situation, dans laquelle $w_1 > w_2$, est vérifiée (condition suffisante) si l'horaire h_1 n'est pas supérieur au double de l'horaire $\hat{h}_1$ minimisant le coût horaire sous la seule contrainte de participation. Cette condition suggère que cette hiérarchie de salaires n'est pas fortuite, mais possède certainement un domaine d'application dans l'espace des paramètres. Préciser ce domaine n'est pas possible analytiquement, la valeur de h_1 n'ayant pas de solution explicite, même dans le cas quadratique.

Le tableau 1 permet de résumer les principaux résultats de notre étude, soulignés par la comparaison du cas discriminant (hypothétique) et du cas non-discriminant. L'existence d'une contrainte d'incitation active pour le type 1 explique le renversement des compensations, et la modification de la structure d'horaires.

	Cas discriminant	Cas non-discriminant
Surplus	$S_1 = 0, S_2 = 0$	$S_2 = 0; S_1 > 0$
Horaires de travail	$h_2 = \hat{h}_2; h_1 = \hat{h}_2 + t$	$h_2 < \hat{h}_2; h_1 > h_2 + t$
Temps de loisir	$l_1 = l_2$	$l_1 < l_2$
Compensation totale	$c_1 < c_2$	$c_1 > c_2$
Salaire horaire	$w_1 < w_2$	$w_1 \geq w_2$
Demande de type 2	$dn_2/dp < 0$	$dn_2/dp < 0$

Légende : Type 1, travailleur urbain ; Type 2, travailleur périurbain.

Tableau 1. Résumé des principaux résultats

8. Conclusion

Cet article s'intéresse à une situation dans laquelle, à court terme, les travailleurs n'ont pas la possibilité de changer de lieu de résidence (fracture spatiale préexistante). Côté employeur, la loi garanti l'accès de tous les travailleurs à l'ensemble des contrats de travail. Dans ce contexte, l'application de la théorie des contrats nous a permis de montrer les particularités des horaires de travail et des compensations décidées par un employeur minimisant le coût de l'emploi d'une quantité de travail déterminée. Contrairement à la plus grande partie des références citées dans l'introduction, aucune corrélation entre le lieu d'habitation et les préférences des employeurs ou des travailleurs, ou entre lieu d'habitation et productivité ne peut être invoquée pour expliquer les différences.

Notre étude précise donc comment une asymétrie fondamentale postulée dans la distribution spatiale de travailleurs identiques par leurs caractéristiques productives se reflète dans les contrats obtenus d'un employeur n'ayant aucun comportement discriminatoire ni aucun biais de perception quant à la productivité de ses collaborateurs potentiels. Toute la charge des différences de conditions d'emploi à l'avantage des urbains revient alors à l'environnement du contrat de travail ; celui-ci ne fait que propager une inégalité préexistante.

Par comparaison avec le modèle discriminant, on relève que c'est l'impossibilité de discriminer qui fait apparaître un surplus positif à l'avantage d'une catégorie de travailleurs déjà favorisée par un privilège d'habitation. Par ailleurs, si dans le contexte discriminant les travailleurs urbains obtiennent des salaires horaires inférieurs aux travailleurs périurbains, notre analyse permet d'envisager un renversement de la hiérarchie salariale dans le cas non-discriminant. Le surplus des travailleurs urbains n'est pas obtenu au détriment des travailleurs périurbains ; il apparaît au dépens du profit de l'employeur. En situation de concurrence imparfaite sur le marché des biens, les firmes pourraient répercuter ces surcoûts sur les consommateurs.

Le modèle formalise les influences externes : le temps de transport subi par l'un des types affecte l'horaire de travail de l'autre type. Il est en particulier compatible avec l'observation des longs horaires de travail des urbains et il précise les conflits d'intérêt associés à la forme de la répression légale du comportement discriminant. La comparaison des salaires horaires peut donner *l'apparence* d'une discrimination territoriale, puisque des rémunérations horaires distinctes sont associées à des individus ayant les mêmes caractéristiques productives mais qui diffèrent par leur lieu de résidence.

Une autre asymétrie des situations obtenues se rapporte à la précarité des contrats : en cas de variation du coût du transport ou des besoins d'heures de l'employeur, à court terme les travailleurs urbains peuvent conserver leur emploi, alors que les travailleurs périurbains, d'après la notion de quantum d'emploi révélée par l'analyse, sont exposés à des risques de licenciement en masse, cette discontinuité n'apparaissant pas dans le modèle discriminant. Ayant exposé nos résultats, il nous est possible d'évoquer les conséquences d'hypothèses moins restrictives. Nous avons supposé, dans un cadre restreint à deux types de travailleurs, que le type 2, le plus éloigné du lieu de travail, était disponible

en nombre illimité. Une étude complémentaire pourrait traiter le cas où, sous l'influence de la contrainte d'activité, une limite de disponibilité s'appliquerait également à ce deuxième type. Une généralisation à un nombre de types $T > 2$, situés dans différentes couronnes hiérarchisées par leur éloignement du lieu de travail est également possible par extension du modèle. Seul le type marginal (le plus éloigné parmi ceux qui sont sollicités) pouvant être entièrement employé ou non.

Des modifications plus profondes peuvent être évoquées, au prix d'une plus grande complexité de l'analyse. On pourrait par exemple envisager une homogénéisation du temps et de la pénibilité du transport : un accroissement d'emploi des périurbains pouvant, dans un cadre d'infrastructures donné, provoquer des effets externes négatifs (encombrement des transports collectifs aux heures de pointe, ralentissement des voitures particulières, etc.).

Enfin, une tâche plus générale encore (et plus délicate) consisterait, dans l'esprit de notre article, à examiner le rôle des contraintes d'incitation sur un marché du travail spatialisé, selon le niveau de perfection du marché du logement et le degré de mobilité des travailleurs. Ainsi, notre travail peut être vu comme un premier pas vers une modélisation plus complète qui intégrerait la négociation du contrat de travail et le choix de résidence par les travailleurs, suivant la logique traditionnelle des études en économie urbaine.

Annexe A. Existence et multiplicité de la solution

Annexe A.1. Une étude de fonction

On utilise une présentation "allégée" de l'équation (43). On démontre en général que l'équation :

$$\frac{a}{(b+x)^2} = c + \frac{d}{x^2} \quad (\text{A.1})$$

où $a > 0, b > 0, c > 0, d > 0$, ne peut avoir plus de deux solutions réelles.

L'équation (A.1) s'écrit sous la forme :

$$g(x) = c,$$

où :

$$g(x) = \frac{a}{(b+x)^2} - \frac{d}{x^2}.$$

La dérivée $g'(x) = -\frac{2a}{(b+x)^3} + \frac{2d}{x^3}$ prend la valeur 0 pour $x = x^*$ telle que $\frac{x^*}{b+x^*} = \left(\frac{d}{a}\right)^{\frac{1}{3}}$.

On vérifie facilement que $g'(x) > 0$ si $0 < x < x^*$ et $g'(x) < 0$ si $x > x^*$.

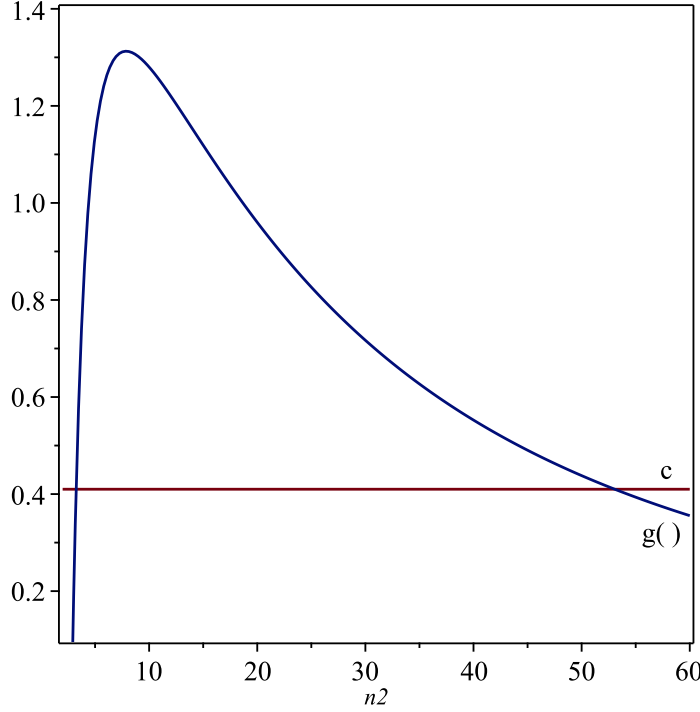
En effet, $0 < x < x^* \Rightarrow \frac{x}{b+x} < \frac{x^*}{b+x^*}$ et donc : $\left(\frac{x}{b+x}\right)^3 < \left(\frac{x^*}{b+x^*}\right)^3 = \frac{d}{a}$. Or $\left(\frac{x}{b+x}\right)^3 < \frac{d}{a} \Rightarrow g'(x) > 0$. On démontrerait de même que : $x > x^* \Rightarrow g'(x) < 0$.

On peut donc affirmer que $g(x^*)$ est un maximum global de la fonction $g(x)$ bien que cette fonction ne soit pas globalement concave.

On observe également que $\lim_{x \rightarrow 0} g(x) = -\infty$ et $\lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = 0$.

La Figure A1 ci-dessous représente une courbe de ce type.

On en conclut : si $g(x^*) < c$ l'équation n'a pas de solution réelle, si $g(x^*) = c$ la solution unique est x^* , si $g(x^*) > c$, il existe deux solutions x_1 et x_2 telles que $0 < x_1 < x^* < x_2$.



Annexe A.2. Application à la détermination de l'effectif optimal

L'équation (43) peut s'écrire sous la forme :

$$g(n_2) = \hat{h}_2^2 \text{ où } g(n_2) = \left(\frac{H}{\bar{n}_1 + n_2} \right)^2 - \left(t \frac{\bar{n}_1}{n_2} \right)^2.$$

Soit n_2^* tel que $g'(n_2^*) = 0$; si $g(n_2^*) > \hat{h}_2^2$, il existe deux solutions de l'équation (43); montrons que la plus petite des deux solutions n_2 est incompatible avec la condition du second ordre.

En effet, dans ce cas, $n_2 < n_2^* \Rightarrow g'(n_2) > 0$ et donc : $\frac{-2H^2}{(\bar{n}_1 + n_2)^3} + 2t^2 \frac{\bar{n}_1^2}{n_2^3} > 0$, impliquant :

$$\frac{H^2}{(\bar{n}_1 + n_2)^3} < t^2 \frac{\bar{n}_1^2}{n_2^3} \Rightarrow \frac{H^2}{(\bar{n}_1 + n_2)^2} < t^2 \frac{\bar{n}_1^2(\bar{n}_1 + n_2)}{n_2^3} = t^2 \left(\frac{\bar{n}_1^3}{n_2^3} + \frac{\bar{n}_1^2}{n_2^2} \right).$$

L'équation (43) : $\left(\frac{H}{\bar{n}_1 + n_2}\right)^2 = \hat{h}_2^2 + \left(t \frac{\bar{n}_1}{n_2}\right)^2$ s'applique et donc,

$$\hat{h}_2^2 + \left(t \frac{\bar{n}_1}{n_2}\right)^2 < t^2 \left(\frac{\bar{n}_1^3}{n_2^3} + \frac{\bar{n}_1^2}{n_2^2}\right) \Rightarrow \hat{h}_2^2 < t^2 \frac{\bar{n}_1^3}{n_2^3},$$

soit $\frac{n_2}{\bar{n}_1} < \left(\frac{t}{\hat{h}_2}\right)^{2/3}$, contredisant la condition du second ordre (45).

Ainsi, la solution du problème de minimisation du coût est bien la plus grande des deux racines.

Cas particulier : La solution de l'équation $g(n_2) = (\hat{h}_2)^2$ est unique et coïncide avec n_2^* si $g(n_2^*) = \hat{h}_2^2$ et $g'(n_2^*) = 0$. Ces deux conditions impliquent : $\frac{n_2}{\bar{n}_1} = \left(\frac{t}{\hat{h}_2}\right)^{2/3}$, une valeur compatible avec la condition du second ordre (45).

(La Figure A1 est tracée pour $H = 60, n_1 = 40, t = 0.10, \theta = 0.15, p = 0.25$. La solution est $n_2 = 53$.)

Annexe A.3. Existence et statique comparative

En utilisant la fonction $g(x)$, l'équation (43) s'écrit : $g(n_2) = t^2 + p + \theta$.

L'expression $g(n_2) = \left(\frac{H}{\bar{n}_1 + n_2}\right)^2 - \left(t \frac{\bar{n}_1}{n_2}\right)^2$ est indépendante de p . Une hausse de H fait glisser la courbe vers le haut.

L'existence de la solution n'est possible que si $g(n_2^*) \geq \hat{h}_2^2$ soit :

$$\left(\frac{H}{\bar{n}_1 + n_2^*}\right)^2 - \left(t \frac{\bar{n}_1}{n_2^*}\right)^2 \geq t^2 + p + \theta. \quad (\text{A.2})$$

Cette relation établit une relation implicite entre H et p permettant de définir une région dans l'espace (H, p) dans laquelle l'existence de la solution est assurée.

En outre, s'il existe une solution intérieure, on vérifie graphiquement le résultat de statique comparative déjà mentionné dans la Proposition 9, selon lequel un accroissement de p entraîne nécessairement une diminution de la solution n_2 pertinente.

Annexe B. Hiérarchie des salaires dans le cas non discriminant

Cette Annexe présente une condition suffisante pour observer $w_1 > w_2$ dans le cas d'une fonction de compensation quadratique.

Les salaires horaires sont notés w_1 et w_2 . Par définition :

$$w_1 = \frac{v(h_2 + t) + p + v(h_1) - v(h_2)}{h_1} \text{ et } w_2 = \frac{v(h_2 + t) + p}{h_2}$$

La définition de w_1 permet d'écrire :

$$w_1 = w_2 \frac{h_2}{h_1} + \frac{v(h_1) - v(h_2)}{h_1}. \quad (\text{B.1})$$

La condition $w_1 > w_2$ est donc équivalente à : $w_2 \frac{h_2}{h_1} + \frac{v(h_1) - v(h_2)}{h_1} > w_2$ soit $\frac{v(h_1) - v(h_2)}{h_1} > w_2(1 - \frac{h_2}{h_1}) \Leftrightarrow w_2 < \frac{v(h_1) - v(h_2)}{h_1 - h_2}$.

Dans l'hypothèse quadratique, $v(h) = h^2$ et cette condition s'écrit :

$$w_2 < h_1 + h_2. \quad (\text{B.2})$$

On rappelle la fonction de coût :

$$C = \bar{n}_1[v(h_2 + t) + p + v(h_1) - v(h_2) + \theta] + \frac{H - \bar{n}_1 h_1}{h_2}[v(h_2 + t) + p + \theta].$$

La condition du premier ordre $\frac{\partial C}{\partial h_1} = 0$ implique :

$$\bar{n}_1 v'(h_1) - \frac{\bar{n}_1}{h_2} [v(h_2 + t) + p] - \frac{\bar{n}_1}{h_2} \theta = 0.$$

soit :

$$v'(h_1) - w_2 - \frac{\theta}{h_2} = 0.$$

Dans l'hypothèse quadratique :

$$w_2 = 2h_1 - \frac{\theta}{h_2}. \quad (\text{B.3})$$

La condition (B.2) s'écrit alors :

$$2h_1 - \frac{\theta}{h_2} < h_1 + h_2 \Leftrightarrow h_2^2 - h_1 h_2 + \theta > 0. \quad (\text{B.4})$$

Si le discriminant : $h_1^2 - 4\theta < 0$, cette inégalité est vérifiée $\forall h_2$. Rappelons que $\theta = \hat{h}_1^2$, où $\hat{h}_1$ est l'horaire minimisant le coût horaire du travail lorsque l'employeur n'est soumis qu'à la contrainte de participation.

Donc une condition suffisante pour observer $w_1 > w_2$ est $h_1 < 2\hat{h}_1$.

Références

- [1] ALONSO W. [1964], *Location and Land Use*. Harvard University Press : Cambridge, MA.
- [2] AUDENAERT D., DE BELLETON M-P. et PÉGAZ-BLANC O. [2020], *Aires d'attractions des villes*, INSEE Première, Nr. 1827.
- [3] ALGAN Y., MALGOUYRES C., et SENIK C. [2020], Territoires, bien-être et politiques publiques, *Notes du Conseil d'Analyse Economique*, 1, p. 1-12.
- [4] BALLEER A., GEHRKE B., LECHTHALER W. et MERKL C. [2016], Does short-time work save jobs? A business cycle analysis. *European Economic Review*, 84, p. 99-122.
- [5] BASTANI S., BLOMQUIST S. et Luca MICHELETTI L [2020], Pareto efficient income taxation without single-crossing, *Social Choice and Welfare*, 55 (3), p. 547-594.

- [6] BOERI T. et VAN OURS J. [2019], *The Economics of Imperfect Labor Markets*, Princeton University Press.
- [7] BOYER P. C., DELEMOTTE T., GAUTHIER, G., ROLLET, V. et SCHMUTZ B. [2020], Les déterminants de la mobilisation des Gilets jaunes, *Revue Economique*, 71 (1), p. 109-138.
- [8] BOLTON P. et DEWATRIPONT M. [2005], *Contract Theory*, MIT Press.
- [9] BOOTH A. et SCHIANTARELLI F. [1987], The employment effects of a shorter working week, *Economica*, 54, p. 237-248.
- [10] CALMFORS L. [1985]. Work sharing, employment and wages, *European Economic Review* 27 (3), p. 293-309.
- [11] CARPENTIER S. [2012], Cross-border local mobility between Luxembourg and the Walloon Region : an overview. *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 12 (2), p. 198-210.
- [12] CAHUC P., CARCILLO S. et ZYLBERBERG A. [2014], *Labor Economics*, MIT Press.
- [13] CAHUC P. et GRANIER P. [1997], The consequences of a shorter working time : Some lessons from a general equilibrium analysis. *Recherches Economiques de Louvain/Louvain Economic Review* 63 (1), p. 13-32.
- [14] CONTENSOU F. et VRANCEANU R. [2000], *Working Time*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- [15] CORTÉS P. et PAN J. [2019], When time binds : Substitutes for household production, returns to working long hours, and the skilled gender wage gap, *Journal of Labor Economics* 37 (2), p. 351-398.
- [16] CREMER H., PESTIEU P. et RACIONERO M. [2011], Unequal wages for equal utilities, *International Tax and Public Finance* 81 (4), p. 383-398.
- [17] DEL REY E., NAVAL, J. et SILVA J. I. [2022], Hours and wages : A bargaining approach, *Economics Letters* 217.
- [18] DOLFIN S. [2006], An examination of firms' employment costs, *Applied Economics*, 38 (8), p. 861-878.
- [19] FUJITA M. [1989], *Urban Economic Theory*. Cambridge Books.
- [20] GIMÉNEZ-NADAL J. I., MOLINA J. A. et VELILLA J. [2022], Trends in commuting time of European workers : A cross-country analysis, *Transport Policy* 116, p. 327-342.
- [21] GAVREL F., GEORGES N., L'HORTY Y. et LEBON, I. [2015], Inadéquation des qualifications et fracture spatiale, *Economie et Prévision*, 1, p. 1-16.

- [22] GERBER P. et CARPENTIER S. [2013]. Impacts de la mobilité résidentielle transfrontalière sur les espaces de la vie quotidienne d'individus actifs du Luxembourg, *Economie et Statistique/Economics and Statistics*, 457-458, p.78-95.
- [23] GOBILLON L., SELOD H. et ZENOU, Y. [2007], The mechanisms of spatial mismatch, *Urban Studies* 44 (12), p. 2401-2427.
- [24] GOBILLON L. et SELOD H. [2019]. Spatial mismatch, poverty and vulnerable populations, in : FISCHER M. M. et NIJKAMP P. (Eds.) ; *Handbook of Regional Science*, Springer Verlag.
- [25] GOLDIN C. [2014], A grand gender convergence : Its last chapter, *American Economic Review*, 104 (4), p. 1091-1119.
- [26] HART B. [1987], *Working Time and Employment*, Allen and Unwin, London
- [27] HART B. [2010], *The Economics of Non-Wage Labour Costs* (Routledge Revivals). Routledge.
- [28] LAIRD J. [2006], Commuting costs and their impact on wage rates. *Working Paper. Institute of Transport Studies*, University of Leeds , Leeds, UK. Working Paper 587.
- [29] LAFFONT J.-J. et MARTIMORT D. [2009], *The Theory of Incentives : The Principal-Agent Model*, Princeton University Press.
- [30] LECOMPTE C. [2019], Se déplacer au quotidien : enjeux spatiaux, enjeux sociaux, *Fiche d'analyse de l'Observatoire des territoires*, nr. 9.
- [31] MANNING A. [2003], The real thin theory : monopsony in modern labour markets, *Labour Economics* 10 (2), p. 105-131.
- [32] McMILLEN D. P. et SINGELL L.D. Jr. [1992], Work location, residence location, and the intraurban wage gradient, *Journal of Urban Economics* 32(2), p. 195-213.
- [33] MULALIC I., VAN OMMEREN J.N, et PILEGAARD N. [2014], Wages and commuting : Quasi-natural experiments' evidence from firms that relocate. *Economic Journal* 124 (579), p. 1086-1105.
- [34] MUTH R.F. [1969], *Cities and Housing*. University of Chicago Press : Chicago
- [35] OI W. Y. [1962], Labor as a quasi-fixed factor. *Journal of Political Economy* 70 (6), p. 538-555.
- [36] PIGREONT-PIROTH I. et WILLE C. [2019], Les travailleurs frontaliers au Luxembourg et en Suisse : Emploi, Quotidien et Perceptions. *Borders in Perspective* 2.

- [37] RAVELLI Q. [2020], La ruée vers l'or jaune : difficultés de l'engagement scientifique dans un mouvement social. *Sociologie* 11 (3), p. 267-275.
- [38] ROCHETEAU G. [2002], Working time regulation in a search economy with worker moral hazard. *Journal of Public Economics* 84 (3), p. 387-425.
- [39] ROSEN S. [1968], Short-run employment variation on class-I railroads in the US, 1947-1963, *Econometrica* 36 (3-4), p. 511-529.
- [40] ROSEN S. [1986], The theory of equalizing differences. In ASHENFELTER O. et LAYARD, R (Eds.). *The Handbook of Labor Economics*. Vol. 1. New York : Elsevier, p. 641-692..
- [41] SMITH A. [1776], *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of the Nations*. London : W. Strahan and T. Cadell.
- [42] STUTZER A et FREY B. S. [2008], Stress that doesn't pay : The commuting paradox. *Scandinavian Journal of Economics* 110(2) : 339-366.
- [43] THISSE J-F., WASMER E. et ZENOU Y. [2003], Ségrégation urbaine, logement et marchés du travail, *Revue Française d'Economie* 17 (4), p. 85-129.
- [44] TIMOTHY, D. et WHEATON W. C. [2001], Intra-urban wage variation, employment location, and commuting times, *Journal of Urban Economics* 50 (2), p. 338-366.
- [45] TRUONG T.P. et HENSHER, D. A. [1985], Measurement of travel values and opportunity cost from a discrete choice model, *Economic Journal*, 95 (378), p. 438-451.
- [46] WASMER E. et ZENOU Y. [2006], Equilibrium search unemployment with explicit spatial frictions, *Labour Economics* 13 (2), p. 143-165.
- [47] ZAX, J.S. [1991], Compensation for commutes in labour and housing markets. *Journal of Urban Economics*, 30, p. 192-207
- [48] ZENOU Y. [2000], Urban unemployment, agglomeration and transportation policies, *Journal of Public Economics*, 77 (1), p. 97-133.
- [49] ZENOU Y. [2002], How do firms redline workers ? , *Journal of Urban Economics* 52 (3), p. 391-408.
- [50] ZENOU, Y. [2009], *Urban Labor Economics*, Cambridge Univeristy Press.

ESSEC Business School

3 avenue Bernard-Hirsch
CS 50105 Cergy
95021 Cergy-Pontoise Cedex
France
Tél. +33 (0)1 34 43 30 00
www.essec.edu

ESSEC Executive Education

CNIT BP 230
92053 Paris-La Défense
France
Tél. +33 (0)1 46 92 49 00
www.executive-education.essec.edu

ESSEC Asia-Pacific

5 Nepal Park
Singapore 139408
Tél. +65 6884 9780
www.essec.edu/asia

ESSEC | CPE Registration number 200511927D
Period of registration: 30 June 2017 - 29 June 2023
Committee of Private Education (CPE) is part of SkillsFuture Singapore (SSG)

ESSEC Afrique

Plage des Nations - Golf City
Route de Kénitra - Sidi Bouknadel (Rabat-Salé)
Morocco
Tél. +212 (0)5 37 82 40 00
www.essec.edu

CONTACT

Research Center
research@essec.edu