

**Laurent
GOBILLON
François-Charles
WOLFF**

**Evaluer l'effet local d'une
innovation : une application
au marché du poisson français**

La pêche constitue une source d'alimentation majeure dont les coûts de capture sont très liés à ceux du carburant. A la fin des années 2000, une période durant laquelle le prix du pétrole était particulièrement élevé, la communauté européenne a tenté de restructurer la flotte de pêche afin qu'elle soit moins consommatrice de carburant tout en conservant la

qualité des poissons pêchés et en garantissant un équilibre écologique des fonds marins.

C'est dans ce contexte que des subventions ont été allouées pour introduire au début de l'année 2010 une nouvelle technique de pêche, la senne danoise, auprès de plusieurs chalutiers localisés dans le port français des Sables d'Olonne. Cette technique donne lieu à une pêche souvent plus proche des ports qui doit permettre des économies de carburant et conduire à une amélioration de la qualité des poissons pêchés. Dans cet article, nous évaluons l'effet de l'introduction de la senne danoise sur la composition et la qualité des poissons pêchés. L'évaluation est menée sur des données longitudinales mensuelles des criées françaises de la façade atlantique sur la période 2009-2012. Elle est réalisée à partir de la méthode des contrôles synthétiques et de l'estimation de modèles à facteurs, les résultats faisant l'objet d'une comparaison avec ceux obtenus avec l'estimateur usuel en différence de différences.

Si la littérature sur la diffusion technologique et ses effets sur les capacités productives est très peu développée dans le domaine de la pêche, cette thématique a fait l'objet d'une attention plus poussée dans le domaine de l'agriculture dans les pays en voie de développement (*cf.* par exemple Bandiera et Rasul [2006], Conley et Udry [2010]). Les organismes privés et les gouvernements peuvent notamment influencer l'adoption d'une technologie en diffusant de l'information la concernant (Abdulai et Huffman [2005], Genius *et al.* [2014]) ou en subventionnant l'équipement nécessaire à son utilisation, comme c'est le cas dans notre contexte. En effet, un équipement de pêche représente un investissement important qui peut fortement influencer la productivité et les revenus des pêcheurs. Peu de travaux proposent une évaluation empirique convaincante de l'effet causal d'une innovation sur des résultats économiques, une exception notable étant l'article de Dufflo *et al.* [2008] qui mesurent l'impact d'engrais sur le rendement des cultures au Kenya.

Dans le domaine de la pêche, l'effet des techniques de pêche sur la quantité des poissons pêchés, leur qualité, leur prix ou bien le profit est principalement étudié en comparant

les pêches de bateaux utilisant des techniques différentes, notamment en estimant des spécifications linéaires en coupe incluant des indicatrices de techniques de pêche (Kristofersson et Rickertsen [2009], Asche et Guillen [2012]). Contrairement à ces travaux, nous nous plaçons ici dans une perspective d'évaluation d'une politique publique puisque nous appliquons des méthodes d'évaluation pour mesurer l'effet de l'introduction dans une criée d'une technique de pêche qui n'était auparavant pas utilisée.

Du point de vue méthodologique, lorsque l'on évalue l'effet d'une politique publique, on considère généralement un modèle linéaire estimé sur des données de panel dans lequel est introduite une indicatrice de traitement ainsi que des effets fixes additifs individuels et temporels. Ce type de modèle est estimé en différence de différences, l'estimateur obtenu n'étant convergent que sous l'hypothèse de tendances communes. Dans notre contexte, celle-ci stipule qu'en l'absence de traitement l'évolution de la qualité serait la même pour la criée des Sables d'Olonne et pour l'ensemble des criées non traitées (*cf.* Blundell et Costa-Dias [2009]). Une telle hypothèse ne sera toutefois pas vérifiée si la criée traitée a été choisie sur la base de l'évolution attendue pour la qualité des poissons pêchés.

La spécification en panel standard peut être étendue pour prendre en compte des effets interactifs définis comme des produits d'effets fixes individuels et d'effets fixes temporels (Bai [2009]). Ce type de spécification, appelé modèle à facteurs, permet d'obtenir des résultats robustes au choix des criées traitées selon leur tendance spécifique en matière de qualité. Une alternative est la méthode des contrôles synthétiques, proposée par Abadie et Gardeazabal [2003] et Abadie *et al.* [2010], qui s'est popularisée depuis le milieu des années 2000 pour évaluer l'effet de politiques locales. Cette approche consiste à construire, pour chaque unité traitée, une moyenne pondérée des unités non traitées telle que l'unité synthétique ainsi constituée soit similaire à l'unité traitée en termes de caractéristiques observables et de valeurs de la variable de résultat aux dates antérieures au traitement. L'effet du traitement est alors mesuré en considérant la différence après traitement entre

l'unité traitée et l'unité synthétique. L'estimateur ainsi obtenu est robuste à l'existence d'effets interactifs.

Nous appliquons ces différentes méthodes à nos données mensuelles par criée pour la période allant de juillet 2009 à décembre 2012, la nouvelle technique de pêche étant introduite entre mars et juillet 2010. Ces données contiennent de l'information sur la composition des espèces pêchées et la proportion de poissons pêchés de qualité extra. Notre estimateur préféré de l'effet de l'innovation à composition constante des espèces pêchées est obtenu avec les modèles à facteurs et s'élève à 16,9 %. La méthode des contrôles synthétiques conduit à un effet moindre (8,3 %) mais la criée synthétique avec laquelle est comparée celle des Sables d'Olonne pour déterminer l'impact de la senne présente un profil pré-traitement de qualité des poissons et une composition des espèces de poissons qui ne sont qu'approximativement les mêmes.

La suite de cet article est structurée de la façon suivante. La première section propose des éléments de cadrage concernant l'introduction de la senne danoise aux Sables d'Olonne. Puis nous exposerons et comparerons les différentes méthodes d'estimation de son effet sur la qualité des poissons pêchés. Ensuite nous décrirons les données utilisées pour l'évaluation et discuterons les résultats des différentes méthodes d'estimation. Enfin nous concluons.

Introduction de la senne danoise aux Sables d'Olonne

Nous cherchons à évaluer les conséquences liées à l'introduction d'une nouvelle technique de pêche pour un petit nombre de navires localisés dans la criée des Sables d'Olonne, en Vendée. Il existe différentes techniques de pêche dont l'utilisation varie en fonction des espèces ciblées. Les trois principales techniques

utilisées sont le chalut, la palangre et la senne¹. Le chalut est un filet traîné dans l'eau, à des profondeurs variables. A la fois les chaluts de fond et les chaluts à perche ont pour objectif de capturer les poissons posés sur le fond des mers sans sélectivité particulière, tandis que le chalut pélagique travaille entre deux eaux pour capturer des espèces vivant principalement en bancs concentrés. Les palangres correspondent à de longues lignes parfois de plusieurs kilomètres sur lesquelles sont fixés des hameçons appâtés, à des profondeurs variables.

La dernière technique de pêche consiste à capturer les poissons à l'aide d'une senne, qui est un filet utilisé en surface afin d'encercler des bancs de poissons. Les espèces visées sont principalement des poissons pélagiques tels que le thon, le maquereau, la sardine ou bien encore l'anchois. Différents types de senne sont à distinguer. Il existe des sennes tournantes non coulissantes correspondant à un filet constitué d'une poche au centre et d'extrémités en forme d'ailes qui servent à la fois à rabattre le poisson dans la poche et à remonter le filet, et des sennes coulissantes (encore appelées bolinches) qui encerclent les bancs de poissons, le filet étant fermé par le bas grâce à une coulisse à la fin de l'encercllement. Enfin, la senne danoise est un filet assez similaire à un chalut, formé de deux ailes et d'une poche. Cet engin est manœuvré à l'aide de cordes de sennage qui rabattent le poisson vers l'ouverture de la senne.

L'innovation étudiée est la transformation d'une partie de la flottille chalutière des Sables d'Olonne en des senneurs danois au cours de l'année 2010. Entre les mois de janvier 2004 et janvier 2008, le prix du gasoil hors taxes a augmenté en France de plus de 120 %². Face au poids croissant des dépenses de carburant, une réflexion s'est engagée en 2008 au niveau européen sur les possibilités d'actions ayant pour objet la restructuration des flottes de pêche de la communauté européenne. Le règlement (CE n° 744/2008 du conseil du 24 juillet 2008) mentionne l'urgence « de prendre des mesures supplémentaires en vue d'accélérer l'adaptation de la flotte de pêche communautaire à la situation actuelle, en garantissant des conditions sociales et économiques soutenables pour le secteur »³. C'est dans le cadre de ce règlement

que le Comité local des pêches et des élevages marins (CLPMEM) des Sables d'Olonne, soutenu par le Comité régional des pêches et des élevages marins (COREPEM) des Pays de la Loire, a proposé le plan d'adaptation de la flottille (PAF) suivant.

D'un côté, six chalutiers de fond ont été transformés pour pouvoir pêcher à la senne danoise. De l'autre, six chalutiers ont été sortis de la flotte des Sables d'Olonne⁴. Le tableau n°1 précise les caractéristiques des chalutiers qui ont été transformés. Il s'agit de chalutiers de grande taille pour le port des Sables d'Olonne, entre 18 et 25 mètres. En moyenne les navires sont assez récents puisque trois des senneurs concernés ont été construits en 2005. Le fait que la flotte transformée soit jeune implique des niveaux de remboursement élevés pour les emprunts contractés pour acheter les navires et donc une rentabilité des capitaux investis assez faible. La transformation de l'outil de production impose par ailleurs une sortie de l'eau des chalutiers qui sont immobilisés pour une durée généralement comprise entre quatre et cinq mois.

Tableau 1
Caractéristiques des chalutiers transformés en senneurs

Navire	Longueur (en mètres)	Moteur (en kw)	Année de construction	Période de transformation	Première vente après transformation
Anthinéas	2289	498	1991	10/2009-03/2010	15/03/2010
Arundel	1807	397	2005	02/2010-07/2010	05/07/2010
Black Pearl	2330	516	2000	03/2010-07/2010	19/07/2010
Les Barges	2495	589	1998	03/2010-07/2010	19/07/2010
Manbrisa	1800	397	2005	11/2009-03/2010	04/03/2010
Renaissance II	1800	397	2005	02/2010-06/2010	21/06/2010

Source : données cellule mer, université de Nantes.

Au port des Sables d'Olonne, la transformation de la flottille s'est faite en deux temps. Deux senneurs (Anthinéas et Mambrisa) se sont mis à pêcher à la senne danoise dans la première quinzaine du mois de mars 2010. Les quatre autres navires ont rejoint la flottille entre le 21 juin et le 19 juillet 2010, sachant que les bateaux Black Pearl et Les Barges n'utilisent pas

exclusivement la senne danoise pendant l'été⁵. Pour ces deux navires, l'alternance de techniques de pêche s'explique par la possession d'une licence spécifique pour pêcher le thon blanc sous réserve de quota disponible. Compte tenu des connaissances techniques requises pour la pêche à la senne danoise, les équipages ont suivi une formation en Islande avec un embarquement à bord de senneurs pendant une période de deux semaines.

Le projet de reconversion déposé par le CLPMEM des Sables d'Olonne met en avant plusieurs conséquences attendues du passage à la senne danoise⁶. La première est une plus grande sélectivité des espèces pêchées. Celle-ci s'explique par la vitesse réduite du remorquage pendant la pêche, donnant lieu à de substantielles économies d'énergie et une plus grande facilité du tri des captures par l'équipage. La deuxième est une amélioration de la qualité par rapport à un chalut classique. Dans la mesure où l'engin n'est pas traîné sur le fond, le poisson pêché par les senneurs danois est principalement remonté vivant et donc d'excellente qualité. La troisième est une modification des espèces pêchées puisque la senne danoise permet de viser des espèces lentes telles que les poissons ronds (gadidés) ou bien encore les poissons plats⁷.

Les bénéfices de la pêche à la senne danoise sont donc potentiellement multiples. Dans la suite de cet article, nous nous intéressons exclusivement à la qualité des espèces débarquées. L'hypothèse testée est que le passage à la senne danoise devrait accroître en moyenne la qualité des espèces sur la criée où la senne danoise a été introduite.

Stratégie empirique

De nombreux articles conduisant des évaluations de politiques publiques reposent sur la méthode de différence de différences qui est notamment présentée et commentée dans Angrist et Pischke [2008], Blundell et Costa-Dias [2009] et Imbens et Wooldridge [2009]. Dans un cadre linéaire, la spécification

sous-jacente contient de manière additive des effets fixes criées qui ne peuvent avoir d'impact que sur le niveau de qualité et non sur son évolution. Cette spécification est de la forme :

$$Y_{it} = \theta \mathbb{1}_{\{i \in T\}} \mathbb{1}_{\{t \geq \bar{t}\}} + X_{it} \beta + \delta_t + u_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

où $\mathbb{1}_{\{i \in T\}}$ est une indicatrice prenant la valeur 1 si la criée i est traitée et 0 sinon (sachant que dans notre application une seule criée est traitée, celle des Sables d'Olonne), $\mathbb{1}_{\{t \geq \bar{t}\}}$ est une indicatrice prenant la valeur 1 si la date t est postérieure ou égale à la date de traitement \bar{t} et 0 sinon (le produit $\mathbb{1}_{\{i \in T\}} \mathbb{1}_{\{t \geq \bar{t}\}}$ étant simplement l'indicatrice de traitement), θ mesure l'effet du traitement, X_{it} est un ensemble de caractéristiques des poissons vendus sur la criée i (dans notre application, des variables de composition des espèces), δ_t est un effet fixe temporel, u_i est un effet fixe criée et ε_{it} est un résidu. Nous estimons cette spécification par moindres carrés ordinaires, mais nous nous référerons à l'estimation en différence de différences du fait de la structure du modèle sous-jacent.

L'hypothèse nécessaire pour obtenir un estimateur convergent avec ce type d'approche est celle des tendances communes qui s'énonce comme suit dans notre contexte : en l'absence de traitement, l'évolution de la qualité dans les criées traitées doit être similaire à celle dans les criées non traitées.

Modèle à facteurs

Le modèle à facteurs, aussi appelé modèle interactif, est une extension de la spécification de panel classique qui permet de prendre en compte des effets criées dont l'impact dépend du temps (Bai [2009]). La spécification (1) est ainsi augmentée avec des termes interactifs entre des effets fixes criées et des effets fixes temporels tels que :

$$Y_{it} = \theta \mathbb{1}_{\{i \in T\}} \mathbb{1}_{\{t \geq \bar{t}\}} + X_{it} \beta + \delta_t + u_i + F_t' \Lambda_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

où F_t est un vecteur $K \times 1$ d'effets fixes temporels avec K le nombre de facteurs interactifs, et Λ_i est un vecteur $K \times 1$ d'effets

fixes créées. Lorsque le modèle est écrit en première différence, les effets fixes créées des termes interactifs ne disparaissent pas : ils ont un effet sur l'évolution de la qualité, cet effet étant donné par $F_t - F_{t-1}$. Une sélection des créées traitées selon leur tendance en matière de qualité est autorisée car les effets fixes Λ_i peuvent être corrélés avec $\mathbb{1}_{\{i \in T\}}$.

Il est en fait possible de vérifier qu'en présence de telles corrélations et de corrélations entre les effets fixes temporels F_t et l'indicatrice de date après traitement $\mathbb{1}_{\{t \geq \tau\}}$, l'estimateur de l'effet de traitement θ obtenu par différence de différences est biaisé (cf. Gobillon et Magnac [2016] pour l'expression du biais). L'effet du traitement peut être estimé par moindres carrés avec une procédure itérative après que certaines contraintes ont été imposées sur les effets fixes créées et temps afin que le modèle soit identifié (Bai [2009])⁸. Si l'on note $F = (F_1', \dots, F_T')'$ et $\Lambda = (\Lambda_1', \dots, \Lambda_N')'$, les contraintes stipulent que $F'F/T$ (où T est le nombre de périodes) doit être la matrice identité et $\Lambda'\Lambda$ doit être une matrice diagonale. L'algorithme itératif consiste à fixer tour à tour les effets fixes (individuels et temporels) et les paramètres $(\theta', \beta)'$ à des valeurs données, et de calculer des estimateurs des paramètres qui ont été laissés libres.

S'il existe des procédures pour déterminer le nombre de facteurs à inclure dans la spécification (Bai et Ng [2002], Moon et Weidner [2016]), celles-ci semblent cependant fragiles (Onatski *et al.* [2013]). En pratique, on pourra vérifier que l'estimateur de l'effet de l'innovation est robuste à un changement du nombre de facteurs inclus dans la spécification. Enfin, il est possible de montrer que l'estimateur de l'effet de l'innovation obtenu est asymptotiquement normal sous l'hypothèse que les résidus sont indépendants et identiquement distribués quand le nombre de créées et le nombre de périodes tendent vers l'infini (Bai [2009]).

Contrôles synthétiques

Une approche alternative est celle des contrôles synthétiques qui permet d'estimer l'effet du traitement pour chaque créée

traitée comme la différence de qualité après traitement entre cette criée et une criée synthétique de caractéristiques similaires construite comme une moyenne de criées non traitées (Abadie et Gardeazabal [2003] ; Abadie *et al.* [2010, 2015]). Les poids sont choisis dans l'intervalle $[0,1]$, ce qui fait que l'effet du traitement est estimé à partir d'une interpolation des criées non traitées. Si l'on dispose de plusieurs criées traitées, l'effet moyen du traitement peut être obtenu comme la moyenne des effets de traitement de toutes les criées traitées.

Plus précisément, notons $Z_i = (Y_{i1}, \dots, Y_{i\bar{t}-1}, X_{i1}, \dots, X_{iT})'$ l'ensemble des valeurs de la qualité pré-traitement et les réalisations des variables explicatives à toutes les dates. La méthode des contrôles synthétiques appliquée à une criée traitée i consiste à résoudre le programme de minimisation donné par :

$$\min_{\omega_j | \omega_j \geq 0, \sum_{j \in T} \omega_j = 1} \left(\sum_{j \in T} \omega_j Z_j - Z_i \right)' W \left(\sum_{j \in T} \omega_j Z_j - Z_i \right) \quad (3)$$

où W est une matrice symétrique et définie positive. Ce programme de minimisation permet de choisir les poids qui devraient être attribués aux criées de contrôle pour obtenir une criée synthétique (définie comme la moyenne pondérée des criées de contrôle) similaire à la criée traitée en termes de qualités pré-traitement et de réalisations des variables explicatives à toutes les dates⁹. La matrice W permet de fixer l'influence respective des qualités pré-traitement et des réalisations des variables explicatives pour déterminer les poids. Si l'on considère que W est une matrice diagonale dont la somme des termes diagonaux est égale à un, l'équation (3) devient une somme pondérée des erreurs quadratiques où les poids sont les termes diagonaux de W .

Si l'on note les poids estimés par $\hat{\omega}_j$, l'effet estimé du traitement pour la criée i est donné par :

$$\hat{\theta}_i = \frac{1}{T - \bar{t} + 1} \sum_{t \geq \bar{t}} \sum_{j \in T} (\hat{\omega}_j Z_j - Z_i) \quad (4)$$

Un test de nullité de cet effet de traitement à distance fini peut être mené à partir d'une expérience « placebo » au

cours de laquelle chaque criée non traitée est considérée alternativement comme traitée et l'effet du traitement pour cette criée est calculé en appliquant la méthode des contrôles synthétiques. Cette approche permet de récupérer la distribution des effets de traitement et il est possible de déterminer si l'estimateur obtenu pour la criée traitée est situé loin dans la queue gauche ou la queue droite de la distribution des effets de traitement, auquel cas il est significativement non nul. Abadie *et al.* [2010] établissent par ailleurs que l'estimateur est convergent quand les résidus sont indépendants et identiquement distribués¹⁰. L'effet moyen du traitement sur les criées traitées est finalement donné par $\hat{\theta}_i = \sum_{i \in T} \hat{\theta}_i / n_T$ où n_T est le nombre de criées traitées.

En termes de comparaison des approches, la méthode des contrôles synthétiques constitue une manière assez naturelle d'obtenir un estimateur basé sur une interpolation. Cependant, si certains des effets fixes criées et des caractéristiques des criées traitées ne sont pas dans le support des criées non traitées, l'estimateur de l'effet du traitement est généralement asymptotiquement non convergent (Gobillon et Magnac [2016]). L'estimation d'un modèle à facteurs permet alors d'effectuer une extrapolation quand il y a un problème de support, mais celle-ci est faite au prix d'une pondération des criées dans l'estimateur de l'effet du traitement qui n'a pas d'interprétation intuitive¹¹.

Description des données

Informations disponibles sur les criées

Nous étudions l'effet de l'innovation sur la qualité à partir d'une base de données pour laquelle l'unité d'observation est la criée. Une criée correspond à une halle à marée qui est le lieu où s'effectue la mise en marché des lots de poissons lorsqu'ils sont débarqués dans un port de pêche. Pour l'année 2010 en France, on

dénombrait 40 criées dont 34 sont localisées sur la façade atlantique. En termes de quantités débarquées, les trois principales criées cette année-là étaient Boulogne, Lorient et Le Guilvinec par ordre décroissant d'importance, les Sables d'Olonne arrivant au 14^{ème} rang avec approximativement 4 900 tonnes. La criée sablaise occupait le 7^{ème} rang pour le montant total des transactions réalisées (avec 24,1 millions d'euros).

Le recours à des données collectées auprès des criées conditionne l'interprétation des résultats de l'évaluation. En effet, des données agrégées ne permettent pas d'évaluer l'impact de l'innovation technologique sur les navires passés à la senne danoise (effet de traitement sur les traités) ainsi que sur les navires n'ayant pas modifié leur technique de pêche (effet de traitement sur les non traités). A la place, nos résultats fournissent une mesure de l'effet de traitement global de l'innovation au niveau de la criée des Sables d'Olonne.

L'intérêt de cet effet global est qu'il intègre de possibles effets de débordement induits par l'innovation technologique au niveau local. Si les navires traités augmentent par exemple leur qualité suite au passage à la senne, les navires non traités peuvent être incités à accroître eux-mêmes la qualité des espèces débarquées afin de continuer à vendre leur pêche dans les meilleures conditions. L'innovation ne concernant que six navires (les ventes en volume de ces navires représentaient 21,5 % du total des ventes aux Sables d'Olonne en septembre 2009), l'effet de traitement global fournit alors une borne inférieure à l'effet de traitement qui serait obtenu à partir des seuls navires traités.

Compte tenu des différences sensibles de prix et d'espèces entre les criées des côtes atlantique et méditerranéenne (Gobillon et Wolff [2016]), seules les criées localisées sur la façade atlantique sont retenues. Au final, l'échantillon comprend 30 criées en incluant celle des Sables d'Olonne¹². Les données utilisées sont mensuelles et la période couverte va de juillet 2009 à décembre 2012. Nous observons donc les situations dans les différentes criées huit mois avant l'introduction de l'innovation qui débute en mars 2010 aux Sables d'Olonne. Les données incluent

des informations sur la quantité totale échangée, la valeur des transactions, la composition des espèces et la proportion de poissons de qualité extra. La qualité est évaluée à partir d'une analyse organoleptique mobilisant à la fois la vue et le toucher et sa codification s'inscrit dans le cadre d'une procédure de normalisation entre les criées¹³. La variable dépendante retenue dans nos analyses est la proportion de poissons de qualité extra, vendue sur une criée donnée au cours d'un mois donné.

Statistiques descriptives

Le tableau n°2 précise la composition des espèces pêchées respectivement avant et après l'introduction de la senne danoise aux Sables d'Olonne et dans les autres criées. Son évolution relative est mesurée par la différence de différences des proportions de chaque espèce pêchée. Seules les neuf espèces principales pêchées sur l'ensemble de la période aux Sables d'Olonne, ainsi qu'une catégorie résiduelle regroupant toutes les autres espèces, sont reportées. Les neuf espèces principales sont le merlu, la seiche, la sole, le calmar, le bar, le maquereau, le merlan, le rouget-barbet et la baudroie¹⁴.

Un premier constat est que la criée des Sables d'Olonne diffère sensiblement des autres criées en ce qui concerne les espèces débarquées. Avant l'innovation, les trois espèces avec les plus grandes parts de marché sont le merlu, la seiche et la sole : elles représentent 43 % des ventes totales en volume entre juillet 2009 et février 2010. A titre de comparaison, ces trois espèces constituent moins de 10 % des ventes dans les autres criées durant la même période. Le second constat est que la composition des espèces pêchées s'est quelque peu modifiée après l'innovation. En particulier, les proportions de seiche, de calmar et de rouget barbet ont augmenté aux Sables d'Olonne entre les deux périodes (+6,5, +3,8 et +2,9 points respectivement). Ces évolutions contrastent avec celles observées dans les autres criées puisque les variations de proportions de chaque espèce y sont assez proches de zéro.

Tableau 2

Variation de la proportion des dix espèces principales pêchées, avant et après transformation des senneurs

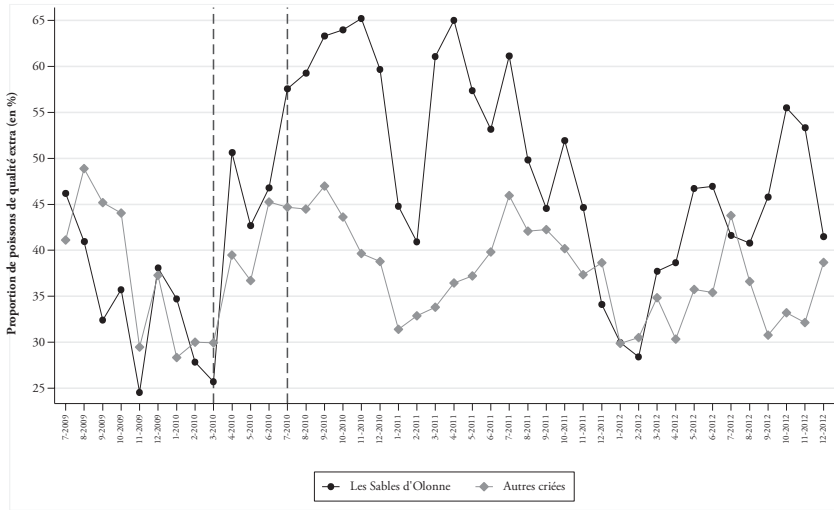
Espèces	Les Sables d'Olonne			Autres criées			Diffé- rence de diffé- rences
	Avant (07-2009 -02-2010)	Après (08-2010 -08-2012)	Différence après - avant	Avant (07-2009 -02-2010)	Après (08-2010 -08-2012)	Différence après - avant	
Merlu	0,178	0,147	-0,031	0,035	0,037	0,002	-0,033
Seiche	0,103	0,168	0,065	0,035	0,050	0,015	0,051
Sole	0,149	0,125	-0,024	0,022	0,026	0,004	-0,028
Calmar	0,054	0,092	0,038	0,037	0,026	-0,011	0,049
Bar	0,068	0,062	-0,006	0,023	0,019	-0,004	-0,003
Maquereau	0,032	0,047	0,015	0,028	0,036	0,008	0,007
Merlan	0,034	0,044	0,010	0,053	0,056	0,003	0,007
Rouget barbet	0,012	0,041	0,029	0,011	0,010	-0,001	0,030
Baudroie	0,033	0,031	-0,002	0,059	0,065	0,006	-0,008
Autres espèces	0,336	0,243	-0,093	0,696	0,676	-0,020	-0,073
Quantité totale (en tonnes)	3192,2	16061,8		114333,6	442332,7		

Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : la différence de différences est calculée en soustrayant la différence après-avant des autres criées de celle des Sables d'Olonne.

La figure n°1 représente l'évolution de la proportion de poissons de qualité extra sur l'ensemble de la période, à la fois pour la criée des Sables d'Olonne et pour l'ensemble des autres criées. Les profils obtenus mettent en évidence une saisonnalité marquée pour la qualité des poissons vendus en criée. De manière systématique, la proportion de poissons de qualité extra tend à être plus élevée durant les mois d'été : elle est autour de 45 % en juillet alors qu'elle avoisine les 30 % au début de l'hiver. La comparaison des Sables d'Olonne avec les autres criées suggère l'existence d'une amélioration de la qualité suite à la transformation de six chalutiers en senneurs. Alors que les profils sont assez similaires de juillet 2009 à février 2010 (la proportion passant de 45 % à 30 %), des écarts substantiels sont ensuite observés pour la période allant de juillet 2010 à juillet 2011. Le fort accroissement de la qualité aux Sables d'Olonne apparaît concomitant avec l'entrée dans la flottille de tous les senneurs.

Figure 1
Evolution de la proportion de poissons de qualité « extra » :
Les Sables d'Olonne *versus* autres criées



Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Le tableau n°3 fournit un ordre de grandeur des changements intervenus par espèce en comparant la proportion de poissons de qualité extra respectivement avant l'innovation (de juillet 2009 à février 2010) et après l'innovation (d'août 2010 à décembre 2012). La période de transition est volontairement exclue des calculs compte tenu de la transformation progressive de la flotte au cours du premier semestre 2010. Avant l'innovation, la proportion de poissons de qualité extra aux Sables d'Olonne (35,1 %) est un peu plus faible que dans les autres criées (38,0 %). Après l'innovation, cette proportion aux Sables d'Olonne (49,2 %) devient supérieure à celle des autres criées (37,4 %). La différence d'évolution relative est importante puisqu'elle s'élève à 14,7 points. Il existe des contrastes marqués entre espèces puisque l'évolution relative est positive et forte pour le maquereau (22,3 points) et le merlu (19,9 points), mais négative et également importante pour la seiche (-14,0 points).

Tableau 3

Variations de la proportion de poissons de qualité extra, avant et après transformation des senneurs

Espèces	Les Sables d'Olonne			Autres criées			Différence de différences
	Avant (07-2009 -02-2010)	Après (08-2010 -08-2012)	Différence avant - après	Avant (07-2009 -02-2010)	Après (08-2010 -08-2012)	Différence avant - après	
Merlu	0,140	0,247	0,107	0,188	0,096	-0,092	0,199
Seiche	0,871	0,756	-0,115	0,258	0,283	0,025	-0,140
Sole	0,123	0,073	-0,05	0,428	0,440	0,012	-0,062
Calmar	0,804	0,826	0,022	0,106	0,181	0,075	-0,053
Bar	0,486	0,582	0,096	0,427	0,480	0,053	0,044
Maquereau	0,402	0,661	0,259	0,211	0,248	0,037	0,223
Merlan	0,534	0,608	0,074	0,088	0,099	0,011	0,063
Rouget barbet	0,476	0,511	0,035	0,224	0,239	0,015	0,019
Baudroie	0,293	0,256	-0,037	0,103	0,102	-0,001	-0,035
Autres espèces	0,292	0,462	0,170	0,466	0,459	-0,007	0,176
Ensemble des espèces	0,351	0,492	0,141	0,380	0,374	-0,006	0,147

Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : la différence de différences est calculée en soustrayant la différence après-avant des autres criées de celle des Sables d'Olonne.

L'accroissement de la qualité moyenne aux Sables d'Olonne peut être dû non seulement à une amélioration de la qualité des poissons pêchés pour certaines espèces, mais aussi à un changement dans la composition des espèces pêchées lié au ciblage d'espèces différentes. Il est possible de neutraliser les effets de composition en calculant à partir des chiffres des tableaux n^{os} 2 et 3 ce que serait l'évolution relative de la qualité des Sables d'Olonne par rapport aux autres criées si la composition des espèces pêchées était la même avant et après la mise en place de la senne danoise. Nous trouvons que l'accroissement de la qualité serait un peu plus faible, mais néanmoins toujours positif : il s'élèverait alors à 7,9 points au lieu de 14,7 points.

A ce stade, les résultats descriptifs sont compatibles avec un scénario tel que le passage à la senne danoise pour six bateaux de pêche aux Sables d'Olonne a donné lieu à une amélioration de la qualité des espèces vendues en criée, même

à composition constante des espèces pêchées. Toutefois, il est possible que l'innovation technologique ait été introduite dans une criée où il y a une tendance de long terme à un accroissement de la qualité des captures. Nous nous tournons maintenant vers une analyse économétrique pour évaluer l'impact de la senne danoise sur la qualité débarquée, toutes choses égales par ailleurs, tant en termes de composition des espèces que de l'évolution de la qualité des poissons pêchés avant l'introduction de la senne danoise.

Résultats

Effet de traitement global de l'innovation

Nous estimons l'impact de la senne danoise sur la qualité des poissons vendus en criée à partir des trois spécifications exposées précédemment. L'effet reporté est l'effet moyen obtenu sur l'ensemble de la période durant laquelle les chalutiers transformés en senneurs danois sont en mesure d'utiliser la senne, c'est-à-dire de mars 2010 à décembre 2012.

Dans une étape préliminaire, nous négligeons la possibilité de changements dans la composition des espèces pêchées suite à l'innovation. L'estimation en différence de différences comprend comme termes explicatifs des indicatrices mensuelles pour tous les mois, des indicatrices de criées et l'indicatrice de traitement. Le modèle à facteur est estimé dans le cas où le nombre de facteurs interactifs prend pour valeur soit un, soit deux. Enfin, lors de l'estimation de l'effet de l'innovation par la méthode des contrôles synthétiques, la détermination de la criée synthétique est faite sur la base des proportions de poissons de qualité extra qui sont observées chaque mois avant l'innovation. Les résultats des estimations sont présentés dans le panel A du tableau n°4.

Tableau 4

Estimation de la proportion de poissons de qualité extra

Variables	(1)	(2) Modèle interactif		(3)
	Différence de différences	1 facteur interactif	2 facteurs interactifs	Contrôles synthétiques
Panel A. Sans contrôle de la composition des espèces				
Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.130**	0.128***	0.138***	0.120
	(0.063)	(0.036)	(0.033)	
Espèces	NON	NON	NON	
Effets fixes mensuels	OUI	OUI	OUI	
Effets fixes criées	OUI	OUI	OUI	
Nombre d'observations	1260	1260	1260	1260
R ²	0.936			
Panel B. Avec contrôle de la composition des espèces				
Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.167***	0.152***	0.169***	0.083
	(0.051)	(0.035)	(0.031)	
Espèces	OUI	OUI	OUI	
Effets fixes mensuels	OUI	OUI	OUI	
Effets fixes criées	OUI	OUI	OUI	
Nombre d'observations	1260	1260	1260	1260
R ²	0.958			

Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : les seuils de significativité retenus sont de 1 % (***), 5 % (**) et 10 % (*). Dans le panel A, les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement. Pour le panel B, les variables d'appariement retenues incluent également les proportions des espèces les plus pêchées (neuf espèces plus une catégorie résiduelle) chaque mois sur l'ensemble de la période.

D'après l'estimateur en différence de différences, l'écart de qualité entre la criée des Sables d'Olonne et les autres criées de la façade atlantique a augmenté de 13 points de pourcentage après introduction de l'innovation (colonne 1)¹⁵. Cet effet estimé apparaît remarquablement robuste à la spécification retenue. Il est de 12,8 % lorsque nous estimons le modèle à facteurs comprenant un seul facteur interactif et de 13,8 % avec deux facteurs interactifs (colonne 2)¹⁶. Enfin, l'effet de

l'innovation obtenu par la méthode des contrôles synthétiques est égal à 12 % (colonne 3). La criée synthétique est alors une moyenne pondérée des huit criées suivantes, par ordre décroissant d'importance : Loctudy (38,9 %), Ile d'Oléron (25,7 %), Roscoff (11,1 %), Saint-Jean de Luz (10,8 %), Royan (7,5 %), Saint-Gilles Croix-de-Vie (5,1 %), Ile d'Yeu (0,9 %) et Grandcamp (0,1 %).

L'amélioration de la qualité pouvant être liée à des changements dans la composition des espèces pêchées comme nous l'avons vu avec des statistiques descriptives, nous prenons maintenant en compte les effets de composition avec les proportions des dix espèces principales de poissons.

Concernant la méthode des contrôles synthétiques, il se pose alors la question de l'importance relative à accorder à la qualité passée (huit valeurs) et aux espèces de poissons (420 valeurs) dans la construction de la criée synthétique¹⁷. Une régression linéaire expliquant la proportion de poissons de qualité extra à chaque date en fonction de la seule composition des espèces, se caractérise par un R^2 égal à 0,34 tandis que l'accroissement du R^2 lié à la prise en compte des espèces dans la régression en différence de différences se situe autour de 0,02 (0,958-0,936 d'après le tableau n°3). Le pouvoir explicatif des variables de composition des espèces se situe donc entre 2 % et 34 %, si bien que nous avons fait le choix d'une pondération de 80 % pour les qualités passées et de 20 % pour les variables de composition des espèces¹⁸. La figure n°A1 en annexe met en évidence la plus grande difficulté à reproduire la trajectoire de la qualité pré-traitement lorsqu'une pondération plus élevée est attribuée aux espèces pêchées.

Les résultats présentés dans le panel B du tableau n°4 sont alors contrastés. Dans les cas de la différence de différences et de l'estimation du modèle à facteurs, la prise en compte des effets de composition a relativement peu d'incidence sur l'accroissement relatif de la qualité aux Sables d'Olonne par rapport aux autres criées suite à l'introduction de la senne danoise. L'effet obtenu par l'estimation en différence de différences est une hausse de la qualité de 16,7 %. Un résultat très similaire

est observé pour le modèle à facteurs, avec un effet du traitement sur la qualité égal à 15,2 % avec un seul facteur interactif et 16,9 % avec deux facteurs. L'application de la méthode des contrôles synthétiques fournit, quant à elle, un coefficient environ deux fois plus faible, égal à 8,3 %¹⁹.

Les différences entre les estimateurs obtenus pour l'effet de l'innovation peuvent être expliquées par des questions de support. Dans le cas de la méthode des contrôles synthétiques, la recherche de la criée synthétique se fait par interpolation à partir des criées de contrôle puisqu'à chacune d'entre elles est assigné un poids contraint à se situer entre zéro et un. À l'inverse, l'extrapolation est permise dans l'approche standard en différence de différences et lors de l'estimation du modèle à facteurs puisque les pondérations associées à chaque observation peuvent être négatives ou strictement supérieures à 1. Les estimateurs obtenus avec les différentes approches divergent généralement quand il n'est pas possible d'obtenir une criée synthétique suffisamment similaire à la criée traitée par interpolation. Dans ce cas, effectuer une extrapolation peut se révéler plus indiqué pour évaluer l'effet de l'innovation sur la qualité.

Il est dès lors intéressant de comparer les capacités à reproduire la trajectoire de la qualité pré-traitement aux Sables d'Olonne avec une criée synthétique lorsqu'est appliquée la méthode des contrôles synthétiques respectivement sans et avec prise en compte des variables de composition des espèces. La comparaison repose sur l'erreur quadratique moyenne de prédiction $\sum_{t=1}^{t-1} (Y_{it} - Y_{ct})^2 / (t-1)$, où Y_{ct} correspond à la valeur de la qualité à la date t pour la criée synthétique c . En l'absence de variables de composition, l'erreur quadratique est égale à 0,0047. Cette valeur est environ huit fois plus élevée (0,0375) lorsque les espèces pêchées sont retenues dans le calcul de la criée synthétique, ce qui atteste des difficultés accrues à reproduire la trajectoire de la qualité pré-traitement. Les contributions par date à cette erreur quadratique sont les plus élevées pour les mois de juillet 2009 (26,9 %) et octobre 2009 (18,8 %).

A un niveau plus fin, lorsque les variables de composition des espèces sont prises en compte, il est possible de comparer les écarts absolus moyens entre les Sables d'Olonne et la criée synthétique pour les différentes variables d'appariement retenues. La criée synthétique ne reproduit alors qu'imparfaitement le profil de qualité pré-traitement des Sables d'Olonne ainsi que la composition des espèces pré-traitement et post-traitement. Avant traitement, l'écart absolu moyen de la proportion de poissons de qualité extra est de 3,4 %, ce qui représente une fraction non négligeable de la proportion moyenne de poissons de qualité extra aux Sables d'Olonne qui s'élève à 35,1 %. Avant traitement, l'écart absolu moyen de la proportion de poissons de qualité extra par espèce atteint 6,6 % pour la sole et 3,9 % pour la seiche. Après traitement, l'écart absolu moyen atteint même une valeur plus élevée pour certaines espèces, par exemple 8,6 % pour la seiche et 8,2 % pour le merlu. Ces résultats mettent en évidence les difficultés qui existent à procéder à une interpolation en construisant une criée synthétique similaire à la criée traitée lorsque la composition des espèces pêchées est prise en compte.

Effet du traitement au cours du temps et par espèce

Une approche plus générale pour s'affranchir des effets de composition consiste à évaluer l'effet de l'introduction de la senne danoise, espèce par espèce, à l'aide de chacune des trois méthodes d'estimation. Il est à noter que dans le cas de la méthode des contrôles synthétiques, une criée synthétique différente est construite pour chaque espèce en assignant des poids propres à l'espèce pour obtenir des profils similaires de la proportion de poissons de qualité extra avant l'introduction de l'innovation²⁰.

Le tableau n°5 reporte les estimateurs obtenus pour l'effet de la senne danoise. Il montre qu'il existe de l'hétérogénéité à la fois entre espèces et selon les méthodes d'estimation. Il est possible de vérifier que la méthode des contrôles synthétiques ne parvient à reproduire qu'approximativement le profil temporel

de la proportion de poissons de qualité extra avant l'introduction de l'innovation, ce qui peut expliquer les différences de résultats avec l'approche basée sur les modèles à facteurs. Alors que pour la majorité des espèces l'introduction de la senne va dans le sens d'une amélioration de la qualité des poissons pêchés quelle que soit la méthode d'estimation, ce n'est pas le cas pour la seiche et la sole, pour lesquelles certaines approches montrent au contraire une détérioration significative²¹.

Tableau 5

Estimation de la proportion de poissons de qualité extra, par espèce

Variables	(1) Différence de différences	(2) Modèle interactif		(3) Contrôles synthétiques
		1 facteur interactif	2 facteurs interactifs	
<i>Merlu</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.143** (0.072)	0.110 (0.083)	0.060 (0.073)	0.037
R ²	0.831			
<i>Seiche</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	-0.144 (0.088)	-0.121* (0.070)	-0.114* (0.061)	-0.091
R ²	0.866			
<i>Sole</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	-0.039 (0.047)	-0.045 (0.038)	-0.072** (0.036)	-0.040
R ²	0.965			
<i>Calmar</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.012 (0.067)	0.104* (0.060)	0.104** (0.050)	0.130
R ²	0.892			
<i>Bar</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.069 (0.075)	0.061 (0.055)	0.039 (0.050)	0.038
R ²	0.929			
<i>Maquereau</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.262*** (0.072)	0.334*** (0.060)	0.265*** (0.066)	0.172
R ²	0.943			

Variables	(1) Différence de différences	(2) Modèle interactif		(3) Contrôles synthétiques
		1 facteur interactif	2 facteurs interactifs	
<i>Merlan</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.100 (0.072)	0.101* (0.057)	0.104** (0.050)	0.101
R ²	0.875			
<i>Rouget Barbet</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.138* (0.073)	0.220*** (0.062)	0.168*** (0.058)	0.063
R ²	0.894			
<i>Baudroie</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	-0.011 (0.043)	0.056* (0.031)	0.057** (0.023)	-0.024
R ²	0.962			
<i>Autres espèces</i> . Les Sables d'Olonne x (03-2010 – 12-2012)	0.172*** (0.066)	0.174*** (0.043)	0.164*** (0.035)	0.184
R ²	0.939			

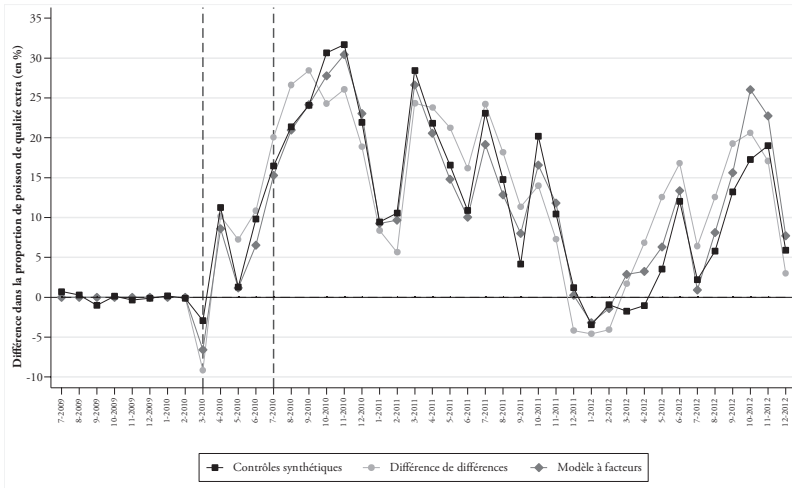
Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : les seuils de significativité retenus sont de 1 % (***), 5 % (**) et 10 % (*). Les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement pour l'espèce considérée.

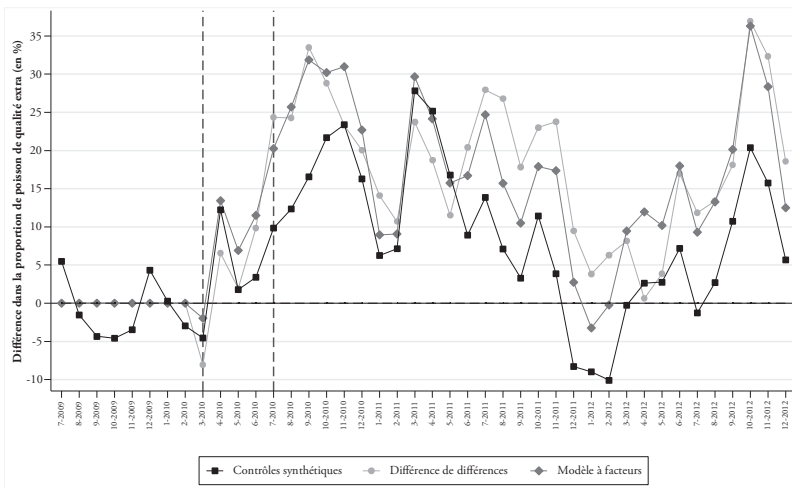
Si, dans l'ensemble, les résultats des différentes régressions vont tous dans le sens d'une amélioration de la qualité des poissons vendus aux Sables d'Olonne suite à l'introduction de la senne danoise pour une partie de la flotte, l'estimation d'un effet global sur l'ensemble de la période peut masquer de fortes variations au cours du temps. Les profils mensuels de l'effet relatif de l'innovation sur la qualité des poissons pêchés aux Sables d'Olonne par rapport aux autres criées obtenus avec les trois méthodes d'évaluation sont représentés sur la figure n°2, respectivement sans et avec contrôle de la composition des espèces capturées²². Les résultats montrent qu'il existe des variations importantes de différence de qualité entre les Sables d'Olonne et les autres criées au cours de la période post-traitement.

Figure 2
Evolution mensuelle du différentiel de qualité entre les Sables d'Olonne et les autres criées

A. Sans contrôle de la composition des espèces



B. Avec contrôle de la composition des espèces



Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : le modèle à facteurs inclut deux facteurs interactifs. Dans le cas A, les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement. Dans le cas B, les variables d'appariement retenues incluent également les proportions des espèces les plus pêchées (neuf espèces plus une catégorie résiduelle) chaque mois sur l'ensemble de la période.

Dans une première phase allant d'avril 2010 à la fin de l'année 2010, l'écart de proportion de poissons de qualité extra augmente fortement. La différence de qualité, qui émerge progressivement avec la transformation des senneurs pendant la période de transition, passe de 15 % en juillet 2010 à plus de 30 % en novembre 2010. L'écart entre les Sables d'Olonne et les autres criées est ensuite décroissant et devient même légèrement négatif au début de l'année 2012, notamment pour les mois de janvier et février. Enfin, à partir d'avril 2010, la qualité des poissons débarqués aux Sables d'Olonne est de nouveau supérieure à celle des autres criées de la façade atlantique.

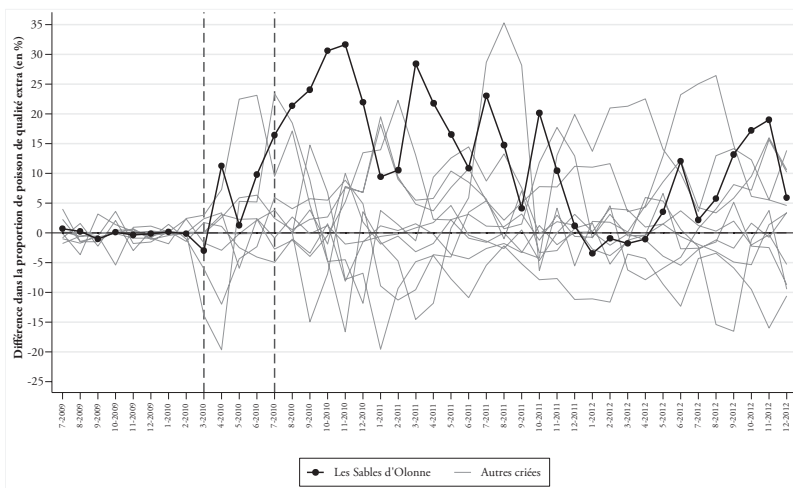
Si les profils mensuels associés aux trois méthodes d'évaluation sont assez similaires, l'examen des coefficients estimés révèle toutefois quelques écarts entre les courbes. Quand la composition des espèces n'est pas prise en compte (panel A de la figure n°2), la courbe obtenue par une estimation en différence de différences s'écarte à plusieurs reprises de celles obtenues par l'estimation du modèle à facteurs et par la méthode des contrôles synthétiques. Du fait d'une prise en compte plus générale de l'hétérogénéité inobservée, le modèle à facteurs conduit à des résultats plus proches de ceux obtenus avec la méthode des contrôles synthétiques. Lorsque les effets de composition des espèces pêchées sont pris en compte (panel B de la figure n°2), les profils obtenus par la méthode des contrôles synthétiques et l'estimation du modèle à facteurs présentent des divergences²³. Celles-ci sont dues à la difficulté accrue de reproduire la trajectoire de la criée des Sables d'Olonne par une criée synthétique quand les effets de composition sont considérés.

Le fait que la différence de qualité entre les Sables d'Olonne et l'ensemble des autres criées se mette à croître régulièrement au fur et à mesure de la transformation de la flotte de pêche laisse peu de doute quant à l'existence d'un effet causal de l'innovation sur la qualité pêchée. Dans la mesure où nous calculons un effet global pour la criée des Sables d'Olonne, plus le nombre de senneurs dans ce port est grand, plus la différence de qualité avec les autres criées devrait être importante si le passage à la senne danoise permet bien de pêcher une proportion plus importante de poissons de qualité extra. C'est clairement dans ce sens que s'interprètent les profils mensuels représentés sur la figure n°2.

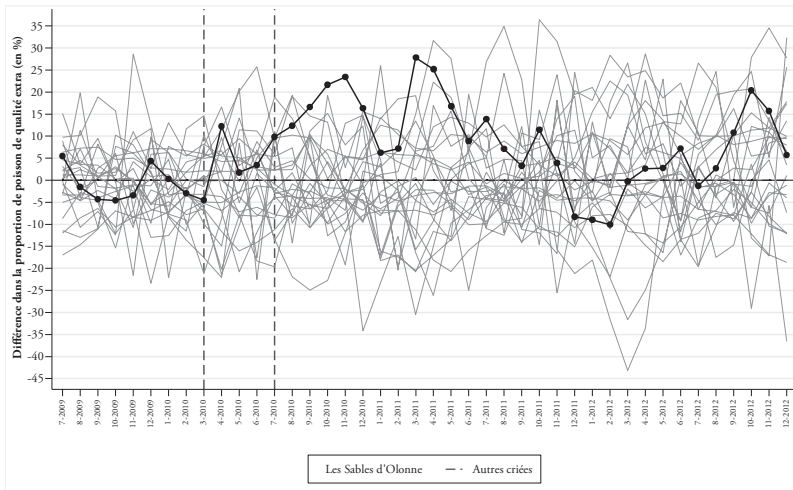
Le recours à une analyse de type placebo pour la méthode des contrôles synthétiques permet, pour finir, de se convaincre de l'existence d'un effet qualité qui est bien lié à l'introduction de l'innovation technologique. L'approche suggérée par Abadie *et al.* [2010] consiste à estimer tour à tour l'effet propre d'être à une date post-traitement (postérieure à mars 2010) pour chacune des criées non traitées au lieu des Sables d'Olonne. Il est alors possible d'évaluer si le profil obtenu pour les Sables d'Olonne diffère de celui des criées qui n'ont pas été traitées.

En pratique, pour chacune des criées non traitées, la méthode des contrôles synthétiques est appliquée afin de déterminer la différence de qualité avec une criée synthétique. Les résultats obtenus respectivement sans et avec prise en compte des effets de composition des espèces sont représentés sur la figure n°3. Seules les criées pour lesquelles il est possible de reproduire de façon « satisfaisante » la trajectoire avant l'innovation fictive sont représentées. Le critère statistique retenu ici est une erreur quadratique moyenne de prédiction sur la période pré-traitement pour chaque criée traitée qui n'excède pas cinq fois la valeur de cette erreur quadratique pour la criée des Sables d'Olonne.

Figure 3
Evolution de la proportion de poissons de qualité extra : Les Sables d'Olonne *versus* autres criées – placebo
 A. Sans contrôle de la composition des espèces



B. Avec contrôle de la composition des espèces



Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : dans le cas A, les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra de chaque mois durant la période pré-traitement. Dans le cas B, les variables d'appariement retenues incluent également les proportions des espèces les plus pêchées (neuf espèces plus une catégorie résiduelle) de chaque mois sur l'ensemble de la période. Seules les criées pour lesquelles l'erreur quadratique moyenne de prédiction est inférieure à cinq fois la valeur de cette erreur quadratique pour la criée des Sables d'Olonne sont représentées.

Lorsque la composition des espèces pêchées n'est pas prise en compte, le profil mensuel obtenu pour Les Sables d'Olonne apparaît sensiblement différent de celui obtenu pour les autres criées non concernées par le passage à la senne danoise. De juillet à décembre 2010, soit juste après la transformation de tous les chalutiers destinés à recevoir la senne, la proportion de poissons de qualité extra n'augmente fortement qu'aux Sables d'Olonne. La qualité est également plus élevée aux Sables d'Olonne que dans les autres criées presque tout au long de l'année 2011, même si cette différence s'estompe fin 2011 avant de réapparaître à l'automne 2012. Lorsque les effets de composition sont pris en compte la situation est un peu moins claire, même si la criée des Sables d'Olonne tend à être celle pour laquelle l'effet post-traitement sur la qualité est le plus élevé, tout du moins dans les

douze mois qui suivent l'introduction de l'innovation. En même temps, la figure n°3 met en évidence la difficulté de trouver une criée synthétique imitant parfaitement les évolutions de la qualité aux Sables d'Olonne avant le traitement.

Nous avons proposé dans cet article une évaluation de l'effet d'une innovation technologique introduite aux Sables d'Olonne, la senne danoise, sur la qualité des poissons pêchés. Nous contrastons les résultats obtenus par l'approche classique en différence de différences avec ceux provenant de l'estimation de modèles à facteurs et de l'application de la méthode des contrôles synthétiques. Ces deux dernières approches permettent la prise en compte d'une forme plus générale d'hétérogénéité inobservée. Cependant, alors que la méthode des contrôles synthétiques repose sur une interpolation entre criées, l'estimation de modèles à facteurs permet l'extrapolation.

Les résultats montrent que l'introduction de la senne danoise a conduit à une augmentation de la qualité des poissons vendus dans la criée des Sables d'Olonne à composition constante des espèces, notre estimation préférée de cet effet étant de 16,9 %. La méthode des contrôles synthétiques conduit à une valeur sensiblement plus faible, égale à 8,3 %, mais cette valeur est très vraisemblablement biaisée car il se révèle impossible d'estimer de façon satisfaisante l'effet de la senne par interpolation quand la composition des espèces pêchées est prise en compte dans l'analyse économétrique.

Il convient pour finir de garder à l'esprit que nos estimations évaluent les conséquences de l'innovation technologique pour l'ensemble de la criée des Sables d'Olonne. L'effet de la senne sur la qualité est évalué en utilisant des données sur les poissons pêchés par l'ensemble des bateaux débarquant leurs

captures aux Sables d'Olonne, que ces bateaux soient équipés de la senne danoise ou non. Une façon d'aller plus loin serait d'effectuer une analyse de l'effet de la senne danoise sur la qualité à partir de données microéconomiques permettant de distinguer les bateaux traités de ceux qui ne le sont pas. Une telle analyse permettrait alors de distinguer l'effet du traitement sur les traités de l'effet du traitement sur l'ensemble des bateaux vendant sur la criée des Sables d'Olonne.

Les auteurs remercient Laurent Baranger, Pierrick Ollivier et un rapporteur anonyme de la Revue française d'économie ainsi que les participants de la 6ème école thématique du CNRS sur l'évaluation des politiques publiques de la fédération TEPP, qui a eu lieu à Aussois en mars 2015.

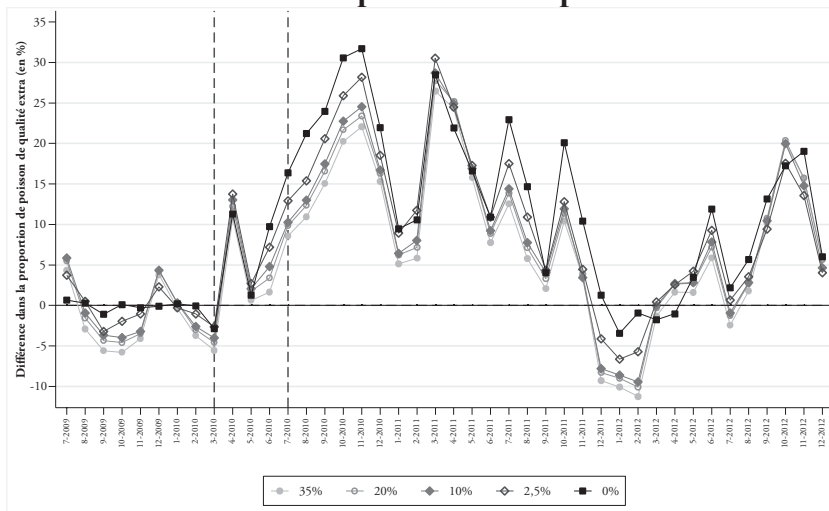
Laurent Gobillon est directeur de recherche CNRS à la Paris School of Economics et chercheur associé à l'INED. Affiliations : Paris School of Economics-CNRS, INED, CEPR et IZA. Adresse : Paris School of Economics, 48 Boulevard Jourdan, 75014 Paris. Email : laurent.gobillon@psemail.eu

François-Charles Wolff est professeur à l'université de Nantes et chercheur associé à l'INED. Adresse : LEMNA, université de Nantes, BP 52231, Chemin de la Censive du Tertre, 44322 Nantes Cedex. E-mail: francois.wolff@univ-nantes.fr

Annexe

Contrôles synthétiques et effet de composition des espèces

Figure A
Evolution mensuelle de la différence de qualité entre Les Sables d'Olonne et les autres criées, en fonction du poids accordé aux effets de composition des espèces



Source : calcul des auteurs, données mensuelles sur les criées.

Note : les variables d'appariement retenues pour l'implémentation de la méthode des contrôles synthétiques sont les proportions de poissons de qualité extra chaque mois durant la période pré-traitement ainsi que les proportions des espèces les plus pêchées (neuf espèces plus une catégorie résiduelle) chaque mois sur l'ensemble de la période. Les pourcentages en légende indiquent l'importance relative accordée aux effets de composition des espèces dans la construction de la criée synthétique.

Notes

1. Pour un aperçu de ces techniques, on pourra par exemple se référer au lien suivant : <http://wwz.ifremer.fr/peche/Lemonde-de-la-peche/La-peche/comment/Les-engins>
2. En 2008, la consommation de gasoil pour le secteur des pêches maritimes était estimée autour de 300 000 tonnes par an en excluant les navires de plus de 40 mètres. L'impact de la hausse des prix du gasoil sur les performances dans le secteur a été étudié par l'Ifremer (http://wwz.ifremer.fr/peche/content/download/40523/552990/file/note_synthese_GASOIL_SIH-juillet_2008.pdf).
3. http://alineabyluxia.fr/eu/It/2008/7/24/JOL_2008_202_R_0001_01
4. Cette contrepartie est explicite dans l'article 13 du règlement (CE) n° 744/2008 qui stipule que les « programmes d'adaptation des flottes aboutissent à une réduction d'au moins 30 % de la capacité des flottes concernées ». Les six navires sortis de la flotte (Aramandèche II, Astrée, Gengis-Khan, Mimosa, Maantci, Micka-Nari) ont été construits entre 1986 et 1991 pour une longueur variant de 14,4 mètres à 20,8 mètres. Au total, le segment de flotte concerné a été réduit de 31,61 % en jauge et de 36,73 % en puissance.
5. Le navire Renaissance II a également utilisé différentes techniques de pêche uniquement pendant la période allant de juillet à août 2010.
6. http://www.corepem.fr/media/2_paf_sennedanoiseextract__006117100_1508_25082014.pdf
7. Un autre effet attendu concerne le rythme de travail des marins. Le fait que la pêche à la senne danoise se pratique le jour et non la nuit permet d'accroître le temps de repos consécutif des matelots. Ces derniers sont également moins exposés lors des manœuvres de pêche, ce qui réduit le risque d'accidents en mer.
8. Alternativement, Ahn *et al.* [2001, 2013] proposent une approche permettant de faire disparaître les effets fixes criées de l'équation estimée et d'estimer le modèle par la méthode des moments généralisés. La convergence de l'estimateur ne nécessite alors pas d'avoir un nombre de périodes qui tend vers l'infini.
9. Si l'on souhaite mesurer l'effet de l'introduction de l'innovation sur la qualité sans contrôler le changement de types d'espèces pêchées, il est possible de ne considérer que les réalisations des variables explicatives pendant la période pré-traitement.
10. Il est cependant à noter que la loi asymptotique de l'estimateur de l'effet du traitement n'a pas été établie.
11. On pourra se référer à Gobillon et Magnac [2016] pour plus de détails sur la comparaison des estimateurs.
12. La liste exhaustive des criées est la suivante : Arcachon (AC), Audierne (AD), Boulogne (BL), Brest (BT), Concarneau (CC), Cherbourg (CH), Le Croisic (CR), Dunkerque (DK), Dieppe (DP), Douarnenez (DZ), Erquy (EQ), Grandchamp (GD), Saint-Gilles Croix-de-Vie (GL), Granville (GR), Le Guilvinec (GV), Oléron (IO), Loctudy (LC), Lorient (LO), La Rochelle (LR), Noirmoutier (NO), Quiberon (QB), Roscoff (RO), Royan (RY), Saint-Guénolé (SG), Saint-Jean de Luz (SJ), Saint-Malo (SM), Saint-Quay Portrieux (SQ), La Turballe (TB) et l'Île d'Yeu (YE). Quatre criées pour lesquelles on ne dispose pas d'observations pour tous les mois de la période ont été exclues.

13. La procédure s'inscrit dans le cadre du règlement communautaire n° 2406/96 qui fixe des normes communes de commercialisation pour les produits de la pêche vendus en criée (http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_396R2406.html). Afin de garantir la normalisation des tris des qualités, les personnels des criées sont formés et il existe des référentiels de tri distribués aux professionnels pour l'évaluation en criée. Ces référentiels, illustrés par des photographies, comprennent de multiples critères relatifs à la peau, aux yeux, aux branchies, au péritoine ou bien encore à la chair qui varient pour les poissons blancs, les poissons bleus, les sélaciens, les crustacés et les céphalopodes. Voir par exemple <http://www.bretagne-qualite-mer.com/images/doc/referentiel%20tri%202011.pdf> et http://www.normandiefrancheurmer.fr/media/repertoire_qualite_nfm_005957700_0830_08012013.pdf

14. Compte tenu de sa forte saisonnalité et des permis spéciaux nécessaires pour sa capture, le thon blanc, qui est au huitième rang des captures en volume sur l'ensemble de la période, est placé dans l'espèce résiduelle.

15. Nous avons également estimé l'impact de l'innovation en excluant la période de transition s'étendant de mars à juillet 2010. L'effet obtenu par l'approche en différence de différences s'élève alors à 13,9 %.

16. Le nombre de facteurs interactifs considérés a peu d'incidence sur l'estimateur de l'effet de l'innovation puisque la différence de qualité s'élève à 14,0 % avec trois facteurs interactifs et 13,9 % avec quatre.

17. Les variables d'appariement retenues pour les contrôles synthétiques dans ce cas sont les proportions mensuelles de poissons de qualité extra sur la période pré-traitement ainsi que les proportions mensuelles des dix espèces sur l'ensemble de la période. Le fait de retenir la composition des espèces sur toute la période,

avant et après traitement, est cohérent avec les spécifications des modèles linéaires estimés par régression dans lesquels les parts des différentes espèces dans le volume mensuel pêché sont introduites comme variables explicatives (et sont donc prises en compte chaque mois pour toute la période).

18. En pratique, cette pondération revient à considérer une matrice W diagonale telle que les poids pour les valeurs de la qualité pré-traitement sont chacun de $0,8/8 = 1/10$ et ceux pour les variables de composition des espèces sont chacun de $0,2/420 = 1/2100$.

19. Une fois la composition des espèces prise en compte, la criée synthétique des Sables d'Olonne est une moyenne pondérée des criées de l'île d'Oléron (26,8 %), La Rochelle (23,5 %), l'île d'Yeu (13,6 %), Arcachon (13,5 %), La Turballe (9,9 %), Saint-Jean de Luz (7,9 %) et Boulogne (4,7 %).

20. Il en résulte que les estimateurs obtenus par la méthode des contrôles synthétiques ne sont pas totalement comparables d'une espèce à l'autre. Nous avons aussi essayé d'utiliser une criée synthétique commune pour toutes les espèces, celle qui a été construite lorsque l'on étudie la proportion de poissons de qualité extra pour l'ensemble des espèces tout en prenant en compte la composition en termes d'espèces. Il s'avère que cette approche n'est pas satisfaisante car le profil temporel de la proportion de poissons de qualité extra d'une espèce donnée avant l'introduction de l'innovation est très différente entre Les Sables d'Olonne et la criée synthétique pour plusieurs espèces.

21. Pour le merlu et le maquereau, les effets de l'innovation deviennent négatifs respectivement à partir de trois et quatre facteurs interactifs, mais les écarts-type relativement élevés indiquent très vraisemblablement des problèmes empiriques d'identification pour ces deux espèces.

22. Pour les estimations en différence de différences et du modèle à facteurs, des termes d'interaction croisant l'indicatrice des Sables d'Olonne avec des indicatrices mensuelles sont introduits uniquement à partir de mars 2010 (date d'introduction de l'innovation).

23. La différence n'est toutefois pas aussi importante que celle entre les estimateurs

obtenus avec la méthode des contrôles synthétiques et en différence de différences. A deux reprises, d'octobre à décembre 2011 et d'octobre à décembre 2012, la différence de qualité est de près de 20 points de pourcentage supérieure lorsqu'elle est estimée en différence de différences plutôt que par la méthode des contrôles synthétiques.

Références

- A. Abadie, A. Diamond et J. Hainmueller [2010] : *Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: Estimating the Effect of California's Tobacco Control Program*, **Journal of the American Statistical Association**, 105, pp. 493-505.
- A. Abadie, A. Diamond et J. Hainmueller [2015] : *Comparative Politics and the Synthetic Control Method*, **American Journal of Political Science**, 59, pp. 495-510.
- A. Abadie et J. Gardeazabal [2003] : *The Economic Costs of Conflict: A Case Study of the Basque Country*, **American Economic Review**, 93, pp. 113-132.
- A. Abdulai et W. Huffman [2005] : *The Diffusion of New Agricultural Technologies: The Case of Crossbred-cow Technology in Tanzania*, **American Journal of Agricultural Economics**, 87, pp. 645-659.
- S.C. Ahn, Y.H. Lee et P. Schmidt [2001] : *GMM Estimation of Linear Panel Data Models with Time-Varying Individual Effects*, **Journal of Econometrics**, 101, pp. 219-255.
- S.C. Ahn, Y.H. Lee et P. Schmidt [2013] : *Panel Data Models with Multiple Time-Varying Individual Effects*, **Journal of Econometrics**, 174, pp. 1-14.
- J. Angrist et J.-S. Pischke [2008] : **Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion**, Princeton University Press.
- F. Asche et J. Guillen [2012] : *The Importance of Fishing Method, Gear and Origin: The Spanish Hake Market*, **Marine Policy**, 36, pp. 365-369.
- O. Bandiera et I. Rasul [2006] : *Social Networks and Technology Adoption in Northern Mozambique*, **Economic Journal**, 116, pp. 869-902.
- J. Bai [2009] : *Panel Data Models with Interactive Fixed Effects*, **Econometrica**, 77, pp. 1229-1279.
- J. Bai et S. Ng [2002] : *Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models*, **Econometrica**, 70, pp. 191-221.
- R. Blundell et M. Costa-Dias [2009] : *Alternative Approaches to Evaluation in Empirical Microeconomics*, **Journal of Human Resources**, 44, pp. 565-640.
- T. Conley et C. Udry [2010] : *Learning about a New Technology: Pineapple in Ghana*, **American Economic Review**, 100, pp. 35-69.
- E. Duflo, M. Kremer et J. Robinson [2008] : *How High are Rates of Return to Fertilizer? Evidence from Field Experiments in Kenya*, **American Economic Review**, 98, pp. 482-488.
- M. Genius, P. Koundouri, C. Nauges et V. Tzouvelekas [2014] : *Information Transmission in Irrigation Technology Adoption and Diffusion: Social Learning, Extension Services, and Spatial Effects*, **American Journal of Agricultural Economics**, 96, pp. 328-344.
- L. Gobillon et T. Magnac [2016] : *Regional Policy Evaluation: Interactive Fixed Effects and Synthetic Controls*, **Review of Economics and Statistics**, à paraître.
- L. Gobillon et F.C. Wolff [2016] : *Evaluating the Law of One Price using Micro Panel Data*, **American Journal of Agricultural Economics**, 98, pp. 134-153.
- G. Imbens et J. Wooldridge [2009] : *Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation*, **Journal of Economic Literature**, 47, pp. 5-86.

D. Kristofersson et K. Rickertsen [2009] : *Highgrading in Quota-Regulated Fisheries: Evidence from the Icelandic Cod Fishery*, **American Journal of Agricultural Economics**, 91, pp. 335-346.

H. Moon et M. Weidner [2016] : *Linear Regression for Panel with Unknown Number*

of Factors as Interactive Effects, **Econometrica**, à paraître.

A. Onatski, M. Moreira et M. Hallin [2013] : *Asymptotic Power of Sphericity Tests for High-Dimensional Data*, **Annals of Statistics**, 41, pp. 1204-1231.