

# NOTE RAPIDE

DE L'INSTITUT D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME - ÎLE-DE-FRANCE N° 726



Robot collaboratif YuMi® pour l'Usine du futur. ABB, à Cergy-Pontoise, est le centre de développement d'applications robotisées pour la France. Copyright: ABB

ÉCONOMIE

Septembre 2016 • www.lau-idf.fr

## L'USINE DU FUTUR: UN RETOUR VERS L'URBAIN ?

### 4,6 milliards d'euros

D'AVANTAGES FISCAUX OU D'AIDES VERSÉES EN 2015 ET 2016 POUR ACCOMPAGNER 2 000 ENTREPRISES VERS LE MODÈLE DE L'INDUSTRIE DU FUTUR, EN FRANCE.

### 200

ACCOMPAGNEMENTS DE PME INDUSTRIELLES FRANCILIENNES.

L'IAU îdF remercie les acteurs et observateurs franciliens de l'industrie qui lui ont apporté leur expertise :



« L'USINE DU FUTUR » EST UN CONCEPT QUI FAIT BEAUCOUP PARLER. PRÉSENTÉ COMME LA PLANCHE DE SALUT DE L'INDUSTRIE, LES BOULEVERSEMENTS QU'IL VA OCCASIONNER VONT MODIFIER LE RAPPORT DE L'INDUSTRIE ET DE L'USINE À LEUR ENVIRONNEMENT. À PARTIR D'UNE VISION FUTURISTE, MAIS PAS SI UTOPIQUE, NOUS POUVONS IMAGINER LES CARACTÉRISTIQUES DE CETTE NOUVELLE USINE, SES NOUVEAUX ENJEUX ET SES BESOINS. AUTANT DE PERSPECTIVES QUI POURRAIENT À LA FOIS FACILITER ET EXIGER SON INTÉGRATION DANS L'ÉCOSYSTÈME URBAIN.

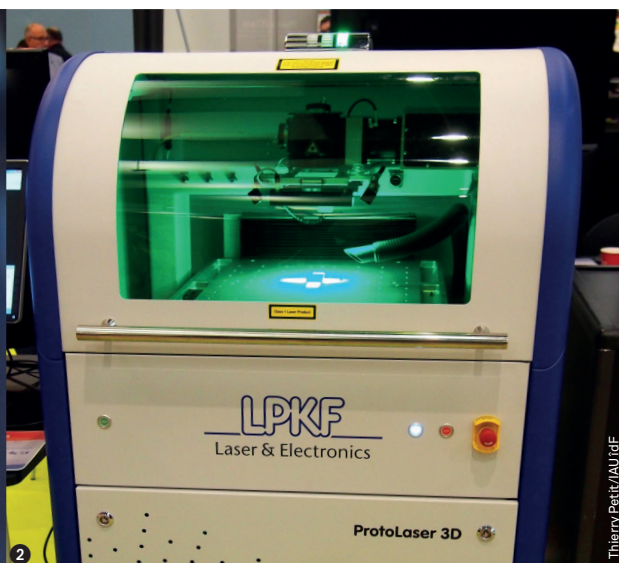
En quatre décennies, l'industrie aura vu son poids réduit à seulement 11 % de l'emploi national et 8 % en Île-de-France. Il existe désormais un consensus pour maintenir ce pan de l'économie car il est moteur pour nombre de services aux entreprises, notamment les sites de production des activités à haute valeur ajoutée. L'industrie offre aussi une plus grande diversité de niveaux d'emplois, contrairement aux services, très polarisés autour d'emplois soit hautement qualifiés, soit peu qualifiés. À côté de tendances lourdes, l'émergence et la diffusion du concept d'usine du futur est de nature à favoriser un retour relatif de l'industrie dans les pays avancés, voire dans leurs métropoles, où elle trouvera les ressources pour sa compétitivité.

### LES CAUSES SYSTÉMIQUES D'UNE RELOCALISATION RELATIVE DE L'INDUSTRIE

Le raccourcissement des cycles de l'innovation et des délais de mise sur le marché favorisent une relative proximité entre lieux d'innovation et lieux de production, qui interagissent fortement en phase d'industrialisation.

La tendance à la personnalisation toujours plus poussée des produits conduit à réduire les séries et donc ne justifie plus le recours à une sous-traitance lointaine de grande capacité. Ces deux facteurs font également de la réactivité au marché un élément crucial de la compétitivité, ce qui désavantage là encore les longues chaînes logistiques et mène à une fragmentation des lieux de production au plus près des bassins de consommation.

Par ailleurs, selon le Boston Consulting Group, l'avantage compétitif de la Chine, « usine du monde », s'émousse du fait de coûts de production qui progressent sans contrepartie en gain de productivité. Plusieurs pays dont l'Inde, ou de zones géographiques telles l'Afrique, pourraient se substituer



## L'usine du futur en exemples

1 2 L'impression additive (3D) s'est fortement répandue. Aujourd'hui plus rapide, toujours moins chère, elle est en capacité de réaliser de nombreux types de pièces, avec une large variété de matériaux que l'on devrait pouvoir combiner à l'avenir. Cette technique permet des gains de matière et devrait contribuer à réduire fortement les approvisionnements intermédiaires. En s'affranchissant des coûts fixes (outillage notamment), elle offre une grande polyvalence et garantit, avec une même machine, la production de pièces uniques ou de moyennes séries. Les industriels réalisent des prototypes, des petites séries, voire leurs premières séries en impression 3D pour tester le marché. Adidas développe ainsi un concept de *speed factory* locale pour y fabriquer des modèles personnalisés. Pour les produits de grande consommation, les clients pourront faire fabriquer des pièces défectueuses en quelques jours, par l'entreprise ou dans des centres de réparation et rénovation agréés, localisés en cœur ou proche de l'agglomération. UPS expérimente actuellement un service d'impression additive pour remplacer le transport de certaines pièces.

à la Chine dans ce rôle, mais sans la même ampleur et avec plusieurs handicaps, dont une forte fragmentation de leur gouvernance et une instabilité politique pour l'Afrique.

La politique de *nearshoring* industriel (Lexique p.6) au Maghreb, qui est une réalité pour les industries automobiles et aéronautiques françaises, pourrait trouver ses limites avec les fortes tensions dans cette région.

Enfin, l'émergence du concept d'usine du futur devrait permettre de renforcer la productivité et la rentabilité des entreprises industrielles dans les pays qui auront le mieux réussi à le diffuser au sein de leur tissu. Ces usines seraient aussi plus flexibles et donc plus adaptées à l'évolution vers la personnalisation des biens et services.

Toutes ces tendances devraient repositionner les pays les plus avancés dans le panel des sites préférés de production. Certaines productions pourraient se rapprocher des grands bassins de consommation, voire avoir intérêt à se localiser dans l'urbain. On parle ici des activités les moins intensives en main-d'œuvre, pour lesquelles le coût relatif du transport est important, et qui seront les plus avancées dans cette tendance à la personnalisation et l'hybridation avec les services.

La nature et les nouveaux besoins de l'usine du futur seront des facteurs déterminants. Cette usine du futur intégrera à des degrés divers différentes technologies et modes d'organisation innovants. Il n'existera pas de modèle unique, mais des usines du futur au pluriel. Imaginons l'une d'elles en 2025.

### UNE USINE PLUS CONNECTÉE EN INTERNE ET AVEC L'EXTÉRIEUR

En interne, au niveau de la production, l'interaction entre les machines, les systèmes d'exploitation, la gestion des stocks, etc., va croissant.

En externe, l'usine est en contact permanent avec l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur, ses fournisseurs, ses donneurs d'ordres, afin de produire en temps quasi réel en fonction de la demande.

Le client final peut passer commande et spécifier les caractéristiques de son produit suivant un panel toujours plus étendu de possibilités. Certains industriels invitent leur clientèle à venir réceptionner leur bien sur le lieu de fabrication, au sein d'une usine showroom<sup>1</sup>.

Les outils de production sont connectés aux constructeurs d'équipements industriels. Ces derniers améliorent ainsi leur offre par une meilleure connaissance des besoins de leurs clients et assurent une disponibilité optimale grâce à des systèmes de maintenance prédictive.

Les entreprises industrielles sont plus ouvertes sur leur environnement, y compris vers le grand public. Ce dernier est davantage impliqué dans la vie de l'entreprise par le soutien qu'il lui apporte *via* des plates-formes de financement participatif (*crowdfunding*), ou par une contribution à la conception (co-conception) de produits, devenant un des acteurs de la chaîne de valeur<sup>2</sup>. Elles se doivent ainsi d'être plus visibles, mais aussi d'offrir une image qui correspond aux attentes de ce nouveau type de financeurs.

### L'AUTOMATISATION POUSSÉE À UN NIVEAU INÉDIT

Les robots sont omniprésents et associés aux opérateurs avec lesquels ils interagissent librement. La fabrication additive (ou impression 3D, Lexique p.6) s'est fortement répandue.

Au niveau de l'approvisionnement, à l'aide de puces RFID et autres objets communicants, de nombreux robots et chariots autonomes participent à la gestion des stocks et pourvoient les lignes de production. Des drones assurent l'inventaire permanent grâce à une lecture optique et à distance. La production se réalise à la demande et les stocks sont réduits à leur plus simple expression.

Le stockage des sous-ensembles avant assemblage final est externalisé, soit auprès de prestataires spécialisés, soit sur un site XXL mutualisé avec d'autres confrères. La logistique est totalement fluidifiée par les échanges de données tout au long de la chaîne de



valeur et réalisée avec des camions électriques automatisés<sup>3</sup>. Le déchargement est assuré avec des robots supervisés par des techniciens équipés de lunettes à vision augmentée permettant de recueillir toute l'information. Tout retard dans l'approvisionnement est immédiatement répercuté sur la production, qui s'adapte aussitôt. Les zones de stockage sont transformées physiquement par l'irruption de l'automatisation. Comme chez Amazon dès 2015, le stockage prend de la hauteur et optimise son espace au sol avec des allées plus petites. De ce fait, ces entrepôts XXL ont obtenu la possibilité de gagner en hauteur (jusqu'à 40 m) [Le Nouvel Économiste, 2015] et ne sont pas plus consommateurs d'espace que leurs ancêtres dont ils réinvestissent les sites.

Le salarié reste présent dans l'usine mais en nombre réduit. Déchargé des tâches les plus pénibles, il se concentre sur le cœur de son savoir-faire. Les compétences attendues montent ainsi en gamme : des connaissances en robotique, informatique, « management de qualité » et analyse de données sont devenues la norme. Les nouveaux métiers offerts par l'industrie, moins pénibles et plus valorisants, attirent plus de jeunes et notamment plus de femmes, qui sont désormais quasiment à parité avec les hommes. Cette attractivité retrouvée participe à une meilleure acceptation de la présence d'industries, d'autant que leur rapport avec leur environnement se modifie.

### L'INTÉGRATION À L'ENVIRONNEMENT

Vue de l'extérieur, l'usine conserve une forme spécifique mais plus condensée<sup>4</sup>. Elle a fortement réduit son impact environnemental sur le plan esthétique et en termes de nuisances. Mieux isolée, elle réduit ses besoins énergétiques et émet moins de bruit. Elle est approvisionnée par camions non polluants et silencieux. Ses rejets sont limités au maximum grâce au pilotage en temps réel de l'ensemble des machines, qui fonctionnent en parfaite interaction, mais aussi grâce à l'impression 3D. Cette nouvelle

usine pratique l'écologie industrielle en valorisant au maximum ses déchets et autres productions fatales (Lexique p. 6), et en utilisant au mieux les ressources de son territoire.

Les entreprises industrielles ont fait évoluer leur business modèle en intégrant l'économie de la fonctionnalité et l'éco-conception. Sous l'effet d'une garantie d'usage, les produits bénéficient régulièrement d'améliorations, avec le remplacement des anciens composants en panne par des composants plus récents et performants. Le site de production intègre également le traitement des produits en fin de vie et leur réutilisation ou reconditionnement. Pour les biens de grande consommation, les clients peuvent faire « refabriquer » les pièces défectueuses en quelques jours par l'entreprise ou dans des centres de réparation et rénovation agréés, localisés en cœur d'agglomération ou en périphérie.

Cette vision de l'industrie et de l'usine du futur n'est pas si utopique qu'il n'y paraît. Elle s'appuie sur une multitude de pratiques déjà en cours de manière parcellaire et que nous avons recensées ici pour les besoins de notre propos. Des usages nouveaux qui permettent d'anticiper les besoins de la future industrie et de ses usines, ainsi que leur rapport renouvelé avec leur environnement.

Pour nombre d'entreprises, cette perspective peut paraître lointaine, voire irréalisable. L'intégration des principes de l'usine du futur sera beaucoup plus légère pour les très petites entreprises (TPE).

### LA PROXIMITÉ AVEC LES AGGLOMÉRATIONS : ENJEU CROISSANT DE COMPÉTITIVITÉ

L'usine hyperconnectée requiert de disposer de réseaux de diffusion des données très performants, fiables et sécurisés. L'aménagement numérique des territoires est donc central pour développer un modèle d'usine du futur compétitif. Cela implique la présence de *data centers* autour desquels se développera un écosystème « d'offreurs » de solutions *cloud* et *big data* (Lexique p. 6), permettant aux

③ Dans l'usine du futur, on compte de nombreux robots, cobots et exosquelettes (Lexique p. 6) dont la fonction est d'assister l'opérateur dans les tâches pénibles. Ces robots mobiles apportent de la souplesse à la production et ne sont plus enfermés dans des cages, libérant de l'espace sur le site de production. Cette assistance permet de maintenir plus longtemps en poste des salariés spécialisés, réduisant ainsi la tension inhérente à ces métiers. Cette moindre pénibilité attire de nouveaux types de collaborateurs.

④ Les objets connectés envahissent l'usine. Les objets en cours de production seront capables de communiquer en temps réel avec la machine qui les fabrique pour détecter au plus tôt certaines erreurs.

L'interaction sera renforcée avec les autres services de l'entreprise, qui analyseront l'ensemble des données issues des ventes et de l'utilisation des produits vendus, dans le but d'améliorer leur conception et affiner le ciblage client. La maintenance et la production assistées par la réalité virtuelle, qui relaye à l'opérateur les informations transmises par les équipements *via*, par exemple, une tablette, se généraliseront.

# L'usine du futur : nouveaux enjeux, nouvelles perspectives de localisation

## Enjeux numériques

- Modélisation, réalité virtuelle et augmentée : **modélisation** dominante en conception. Interactions à distance dans la conception ou en maintenance.
- Internet des objets, big data, cloud : objets et machines **connectés**. Génération d'une masse inédite de données à valoriser.
- Transmission, stockage, traitement de l'information : data centers et réseaux **très haut débit**.

## Enjeux humains

- **Automatisation** accrue : en production et en logistique, réduction de la pénibilité du travail. Montée en compétence et en responsabilité des collaborateurs.
- Complexification de l'offre de solutions : nécessité d'un accès à un écosystème riche en **compétences**.
- **Recrutement** plus difficile : concurrence croissante entre industrie et tertiaire.
- Responsabilité sociale des entreprises (RSE) : intégration de la **norme ISO 26000**.
- **Métiers et compétences clés** : data analyst, technicien robotique, ingénieur virtualisation, technicien impression 3D, ingénieur gestion prévisionnelle des compétences (GPEC)... En formation initiale et continue.

## Enjeux environnementaux

- Économie **circulaire** et éco-conception : valorisation des déchets de production et énergie fatale, matériaux bio-sourcés ou recyclés localement.
- Matériaux **avancés** : nanotechnologies, assemblages complexes multimatériaux.
- Sobriété, autonomie, intégration de l'usine à l'environnement : nuisance sonore amoindrie, réduction de la consommation d'énergie et de matière. Autoproduction énergétique **renouvelable**, stockage en interaction avec le réseau intelligent.

## Enjeux technologiques

- Objets et machines **communicants** : généralisation des capteurs, puces RFID. Internet des objets. Fluidification du process de production. Optimisation de la logistique, amélioration de la qualité, maintenance prédictive.
- **Impression 3D** : production plus économe en matière, plus agile et personnalisée. Réduction du parc machines. Espace de production optimisé, diminution des assemblages et du nombre de pièces.
- Automatisation accrue : en production et en logistique, forte présence de la **robotique collaborative**. Robots autonomes et mobiles. Gain d'espace. Production optimisée, plus flexible.
- Systèmes de production avancés : diffusion de la mécatronique, de la plastronique, de la micro et nanoélectronique.

## Enjeux organisationnels

- **Management** agile : organisation plus responsabilisante et apprenante.
- **Tertiarisation** de l'industrie : le produit s'intègre à des « solutions ». Relation client et réactivité, clés de la compétitivité.
- Entreprise étendue : **connexion et interopérabilité** renforcées entre les fonctions de l'entreprise et ses partenaires via des logiciels de gestion.
- Entreprise collaborative : ouverture accrue vers l'extérieur (partenaires, clients, grand public). **Innovation ouverte**. Financement participatif.

## Enjeux de localisation

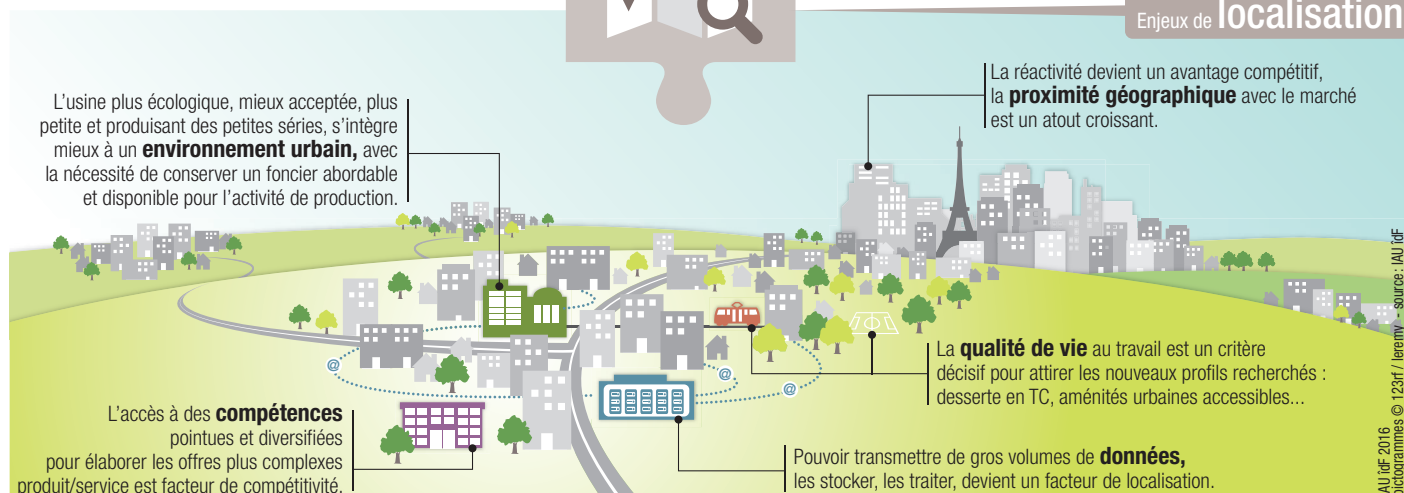
La réactivité devient un avantage compétitif, la **proximité géographique** avec le marché est un atout croissant.

L'usine plus écologique, mieux acceptée, plus petite et produisant des petites séries, s'intègre mieux à un **environnement urbain**, avec la nécessité de conserver un foncier abordable et disponible pour l'activité de production.

La **qualité de vie** au travail est un critère décisif pour attirer les nouveaux profils recherchés : desserte en TC, aménités urbaines accessibles...

L'accès à des **compétences** pointues et diversifiées pour élaborer les offres plus complexes produit/service est facteur de compétitivité.

Pouvoir transmettre de gros volumes de **données**, les stocker, les traiter, devient un facteur de localisation.





entreprises (dont les entreprises industrielles) de bénéficier d'une offre de services informatiques qu'elles n'étaient pas en mesure de déployer en interne.

L'entreprise industrielle de demain devra monter en gamme et complexifier son offre en combinant biens et services. Elle aura à mobiliser des compétences qu'elle ne sera pas forcément en mesure d'intégrer et qu'elle devra trouver dans son environnement. Les nouvelles industries liées au numérique sont particulièrement concernées.

La nouvelle main-d'œuvre, toujours plus qualifiée, que l'industrie cherchera à attirer, aura des aspirations plus urbaines<sup>5</sup>. L'industrie de demain et ses usines entreront ainsi en concurrence avec les entreprises tertiaires implantées au cœur de l'agglomération. Elles devront offrir un cadre de travail attractif dans un environnement immédiat incluant des services et une accessibilité en transports en commun.

Pour l'entreprise industrielle du futur, notamment les PME, rester au plus près de l'agglomération ou y accéder rapidement, sera un gage de compétitivité. C'est en effet là que se concentrent les réseaux à haut débit et les activités qui en dépendent, les diverses compétences qu'elles auront besoin de

mobiliser ainsi qu'une part croissante de leur future main-d'œuvre, qualifiée et créative, qui aspire à travailler en milieu urbain.

#### LES ACTIONS POLITIQUES POUR DÉVELOPPER L'USINE 4.0

En prolongement du Plan national industrie du futur, le plan industrie de la région Île-de-France comprend, depuis 2014, un volet spécifique dédié à l'usine du futur. Ce volet a pour ambition de piloter la modernisation organisationnelle et productive des PME franciliennes de l'aéronautique, de l'automobile et de la mécanique. Au total, huit actions (encadré ci-dessous) visent à sensibiliser, encadrer techniquement et accompagner localement les chefs d'entreprise et leurs salariés dans leur démarche de transformation. Par ailleurs, d'autres accompagnements proposés dans le cadre du plan industries permettent aux entreprises industrielles d'accroître leur compétitivité et de s'orienter vers le modèle d'usine du futur, notamment sur les volets économie circulaire, économie de la fonctionnalité (nouveaux business modèles), intelligence économique à l'international ou entre structuration de groupements d'entreprises dans le cadre d'alliances commerciales (Élyzée Consortium).

À la lumière des dernières réflexions menées à l'IAU îdF, et dans le cadre du nouveau schéma régional de développement économique, d'innovation et d'internationalisation (SRDEII) en cours d'élaboration, il serait possible de se projeter plus avant dans ces dispositifs et d'explorer de nouveaux leviers d'actions.

Parmi les premières directions :

- créer un package bénéficiant de financements régionaux comportant plusieurs volets :
  - informer, sensibiliser et acculturer les différents publics, à commencer par les chefs d'entreprise eux-mêmes, puis leurs salariés, avec des messages simples et des objectifs à leur portée,

<sup>5</sup> Les entreprises industrielles feront largement évoluer leur business modèle en intégrant l'économie de la fonctionnalité et l'éco-conception. Les produits feront l'objet d'un suivi permanent de la part du service client et bénéficieront d'une garantie de longue durée. Cela créera un lien essentiel avec le client. L'analyse de son comportement via la *big data* permettra de lui offrir des services et solutions répondant à son usage réel.

Des circuits courts d'approvisionnement en matières premières recyclées, bio-sourcées ou transformées localement se seront structurés et fourniront les industriels franciliens. Le modèle d'affaire de « l'incroyable », un projet de machine à laver garantie cinquante ans, et primé par l'Observer du design 2015, est pionnier. Les industriels de l'automobile, dont Faurecia, se sont engagés sur la voie des matériaux bio-sourcés depuis plusieurs années, à partir d'une filière chanvre locale.

<sup>6</sup> À Rotterdam, l'Innovation dock est le résultat d'un partenariat entre l'université et le port de Rotterdam. Localisé dans l'ancien chantier de construction navale du port, il abrite un centre d'expertise de l'université des sciences appliquées de Rotterdam, ainsi qu'un incubateur de start-up à vocation industrielle. La configuration des lieux avec, notamment, des outils de levage fonctionnels, permet aux start-up d'expérimenter en situation leur modèle d'industrialisation.

#### LES ACTIONS FINANCÉES PAR LA RÉGION DANS LE CADRE DU VOLET USINE DU FUTUR

**Usine numérique :** intégrer les outils numériques pour accroître la performance industrielle des PMI.

**Acamas :** aider les PME à construire une démarche stratégique dans une logique d'innovation permanente.

**Compétitivité et développement durable (C2D) :** accroître la compétitivité de l'entreprise en réduisant son impact environnemental.

**Production performante et programme d'excellence opérationnelle automobile :** optimiser l'outil de production.

**Mise à disposition d'un robot :** intégrer la robotique comme un levier de compétitivité des PMI.

**PM'UP :** financer les stratégies de développement.

**AIXPé :** tester des solutions innovantes dans des conditions réelles d'utilisation.

**Ateliers du Bourget :** se former avec un concept pédagogique innovant.

- les *fab labs* pourraient constituer des appuis, notamment ceux développés dans les lieux de formation. Ces *fab labs* seraient des interlocuteurs privilégiés pour faire découvrir ce concept aux PME et leur permettre de rencontrer leurs futurs talents,
- en complément, il serait intéressant d'y adjoindre un réseau d'acteurs dotés d'outils de niveau industriel sous-utilisés et prêts à les louer à des tiers comme, par exemple, le Certa à Flins, centre de formation en productique par où transitent de nombreux élèves ingénieurs en process industriels ;
- favoriser l'intégration des nouvelles pratiques en s'adressant directement aux PME les plus volontaires et en développant des programmes d'accompagnement aux nouvelles technologies, à l'image de l'action « prêt d'un robot », qui connaît un vif succès : afin de sensibiliser l'entreprise à l'intérêt de la robotique, un robot est mis à sa disposition ;
- l'usine du futur sera constituée de salariés qui devront être en capacité de tirer le meilleur parti de ces nouvelles technologies. À ce titre, il est essentiel d'envisager les métiers de demain, en concertation avec les industriels, et de mettre en place les formations nécessaires, initiales et continues ;
- rendre plus attractifs et plus lisibles ces métiers offerts par l'industrie ;
- du côté de l'aménagement, le plan fibre du conseil régional francilien est une première étape. La rénovation des zones d'activité doit aussi mieux intégrer ces nouveaux besoins, sans évincer les activités industrielles. D'autre part, il semble nécessaire de mener une réflexion spécifique sur l'organisation spatiale et l'accueil de l'industrie à l'échelle régionale, tout comme offrir des solutions alternatives aux entreprises les plus menacées par le renouvellement urbain. L'évolution des règles locales d'urbanisme permettrait également l'émergence d'un nouvel immobilier industriel ou logistique, notamment en hauteur ;
- certains anciens sites industriels répondant aux critères de localisation énoncés (proximité avec l'urbain) pourraient retrouver une vocation industrielle en abritant par exemple des incubateurs ou pépinières de start-up à vocation industrielle, en leur offrant des locaux adaptés à leurs besoins. Plusieurs exemples existent déjà : la halle Freyssinet à Paris ; l'Innovation dock à Rotterdam (Pays-Bas), ancien site industriel portuaire utilisé par des start-up qui y testent en grandeur nature leur process de production ;
- enfin, pour que l'industrie francilienne bénéficie du marché développé par l'usine du futur en termes d'équipements, il serait souhaitable de consolider les acteurs de ce domaine (robotique, mécanique, optique, etc.) autour d'un label fédérateur de type French Tech Paris Region advanced manufacturing team, et de les valoriser à l'occasion d'événements. ■

Thierry Petit, économiste  
sous la responsabilité de Vincent Gollain, directeur du département économie

1. À l'image de ce qu'ont déjà initié certains constructeurs automobiles allemands, comme BMW à Munich.
2. Voir l'exemple de local motors : [www.localmotors.com](http://www.localmotors.com)
3. Une expérimentation de camions autonomes est en cours aux États-Unis. En France, Renault Trucks travaille sur le camion électrique.
4. Selon Trendeo, le nombre médian de salariés dans une usine française est passé de 35 à 20 employés entre 2009 et 2015.
5. Les chefs d'entreprises industrielles rencontrent déjà, et plus fréquemment, de jeunes candidats ne possédant pas de véhicule, voire de permis de conduire.

## LEXIQUE

**Big data** : très grande masse d'information, notamment générée par les divers objets connectés.

**Cloud computing** : externalisation et virtualisation des systèmes informatiques gérés en propre ou par des tiers *via* des serveurs distants.

**Cobot** : robot collaboratif qui aide l'opérateur dans les tâches pénibles ou dangereuses.

**Éco-conception** : conception des produits respectant les principes du développement durable et de l'environnement, avec une vision sur l'ensemble de leur cycle de vie.

**Économie de la fonctionnalité** : vendre l'usage plutôt que l'objet, moyennant un service et une disponibilité garantie du produit.

**Exosquelette** : squelette externe mécanique qui assiste l'opérateur dans l'exécution de tâches pénibles.

**Impression 3D** : impression additive en trois dimensions.

**Nearshoring** : désigne la délocalisation d'une activité dans un pays proche.

**Production fatale** : se dit d'une production annexe ou dérivée de la production, ou sous-produit, que l'on peut valoriser. On évoque souvent une « chaleur fatale ».

## RESSOURCES

- Euricur, *How important is manufacturing in the "new urban economy"?*, 2008.
- Iweins Delphine, « Automatisation des entrepôts logistiques, la cohabitation réussie », *Le Nouvel Économiste*, 24 juin 2015.
- Petit Thierry, *Les lieux de l'industrie en Île-de-France. Une industrie sous contraintes, mais attachée à son territoire*, IAU îdF, février 2016.
- Roland Berger Strategy Consultants, *Industry 4.0. The new industrial revolution. How will Europe succeed?*, mars 2014.
- Sirkin Harold L., Zinser Michael, Hohner Douglas, *Made in America, again. Why Manufacturing Will Return to the U.S.*, The Boston Consulting Group, août 2011.
- Thepin Daniel, « Les data centers franciliens : un essor sous contraintes ? », *Note rapide*, n° 680, IAU îdF, avril 2015.
- Usine du futur. Plan industries Île-de-France : <http://www.plan-industries-idf.fr/usine-du-futur>

### Sur le site de l'IAU îdF

Rubrique Économie/Industrie : études et publications. Cartes interactives. <http://bit.ly/2apvXhs>

#### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Fouad Awada

#### RÉDACTION EN CHEF

Isabelle Barazza

#### MAQUETTE

Olivier Cransac

#### INFOGRAPHIE

Pascale Guery

#### MÉDIATHÈQUE/PHOTOTHÈQUE

Claire Galopin, Julie Sarris

#### FABRICATION

Sylvie Coulomb

#### RELATIONS PRESSE

Sandrine Kocki

[sandrine.kocki@iau-idf.fr](mailto:sandrine.kocki@iau-idf.fr)

#### IAU Île-de-France

15, rue Falguière  
75740 Paris Cedex 15  
01 77 49 77 49

ISSN 1967-2144  
ISSN ressource en ligne  
2267-4071

