

gie joue ainsi un rôle clef : terrain d'expérimentation pour les nouvelles méthodes et les nouveaux concepts, corpus expérimental bien maîtrisé pour tester la validité des modèles. Négliger cette compétence aurait pour conséquence non seulement le déclin d'une part majeure de notre industrie, mais aussi de nous priver des outils nécessaires pour inventer celle de demain. Cela alors que des pays tels que la Chine, l'Inde – ou le Japon, qui développe des aciers et alliages pour la génération IV des réacteurs électronucléaires –, montent en puissance.

Comment enrayer le déclin français ? L'enseignement et la recherche ont un rôle essentiel à jouer. Un atout majeur de la métallurgie dans notre pays est la liaison étroite des chercheurs du domaine avec le monde industriel. Il reste encore quelques équipes de très bon niveau, reconnues internatio-

nalement, à partir desquelles peut se reconstruire un tissu performant de chercheurs. Il est urgent de réinstaller, dans les universités et les grandes écoles, des formations de métallurgie en tant que discipline constitutive du cursus d'un ingénieur.

Une fois ce besoin affiché, il faut se donner les moyens d'y répondre : recrutement d'enseignants-chercheurs, mise en place d'un système de « formation des formateurs ». L'enseignement devra aussi s'appuyer sur des contacts étroits avec le monde industriel : création de chaires industrielles, accueil à temps partiel de chercheurs de l'industrie, ouverture vers les petites et moyennes entreprises ou industries... Et des « pôles d'excellence » associant le monde académique, les grands instituts et le monde industriel sont à identifier, les actions faisant l'objet d'appels d'offres spé-

cifiques dans les organismes financeurs de la recherche.

Le temps presse. Si la métallurgie de notre pays disparaît, la physique de la matière condensée y serait grandement appauvrie. Et, du point de vue des applications, ce que la métallurgie rend possible deviendra impossible à ceux qui l'auront abandonnée. ■

Yves BRÉCHET, membre de l'Académie des sciences et de l'Institut universitaire de France, est professeur à l'Institut national polytechnique de Grenoble.

Sous la direction de A. Pineau et Y. Quéré, *La métallurgie, science et ingénierie*, Rapport sur la science et la technologie n° 31 de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies, EDP Sciences, 2011.



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

ÉCONOMIE

L'immolation du petit vendeur...

... a déclenché la chute de Ben Ali. Cet « effet papillon », qui résulte des conditions de vie désespérantes (chômage et prix accrus), peut en annoncer d'autres.

Ivar EKELAND

Vous rappelez-vous de la théorie du chaos ? L'histoire du papillon qui, par un battement d'ailes, déclenche un cyclone dans les Antilles quelques mois plus tard ? On peut dorénavant la remplacer par l'histoire du petit vendeur à la sauvette de Sidi-Bouزيد dont le suicide provoque la chute de Ben Ali en Tunisie, peut-être celle de Moubarak en Égypte, sans que l'on sache où s'arrêtera la cascade des dominos. Ce qui n'aurait dû être qu'un incident de police banal et vite oublié dans une ville de province risque d'entraîner la libération des peuples arabes et de bouleverser l'équilibre géopolitique de la planète.

En fait, l'histoire du papillon est plutôt une fable. Il est vrai qu'à l'échelle du batte-

ment d'ailes, les courants d'air peuvent être chaotiques, c'est-à-dire croître exponentiellement, mais ce qui se passe quand ils grandissent en intensité et interfèrent est



beaucoup moins clair. Après tout, s'il n'y avait pas de papillons, il y aurait quand même des cyclones dans les Antilles. Ce que dit la fable, c'est que si l'on considère un cyclone donné, Katrina par exemple, qui a dévasté la Nouvelle-Orléans, il est impossible de lui assigner une cause digne de l'ampleur de la catastrophe : à chaque instant naissent dans le golfe du Mexique de petites perturbations qui ont vocation à devenir des cyclones dévastateurs, mais à l'échelle de nos observations, il est impossible de prévoir lesquelles y arriveront. En revanche, si l'on considère le phénomène cyclonique dans son ensemble, il est assez bien compris et bénéficie d'une certaine régularité. Les causes et les saisons varient suivant

les régions ; dans le golfe du Mexique, par exemple, la saison s'étend de juin à septembre. En janvier, tous les papillons du monde peuvent se donner la main, personne ne s'en apercevra. En revanche, l'histoire du petit vendeur de Sidi-Bouazid, elle, est vraie. S'il ne s'était pas donné la mort, Ben Ali serait toujours au pouvoir et je ne serais pas suspendu à Internet pour savoir ce qui se passe en Égypte. Toutefois, comme en météorologie, il y a des causes profondes, qui ne déterminent pas certains événements, mais qui les rendent possibles ou probables.

La première de ces causes est le chômage des jeunes. Dans tout le Maghreb, pour la tranche d'âge de 15 à 29 ans, ce taux est de l'ordre de 30 pour cent. Il est plus élevé chez les instruits : contrairement à ce qui se passe dans les pays développés, vous avez plus de chance de trouver un travail si vous n'avez pas de diplôme que si vous en avez un. Cela reflète la mauvaise qualité des emplois disponibles, la plupart se situant dans des services mal rémunérés, dans le tourisme

notamment, ou dans l'économie informelle. On imagine aisément les frustrations de jeunes gens éduqués, informés de ce qui se passe ailleurs grâce à Internet, et qui n'obtiennent dans leur pays ni pouvoir ni avenir.

À ce facteur, à l'œuvre depuis longtemps, s'est ajoutée cette année la flambée des prix des matières premières. En un an, entre décembre 2009 et décembre 2010, les prix du maïs, du café et du blé ont augmenté de 50 pour cent. Les prix retrouvent leur niveau de 2008, l'année où les émeutes de la faim avaient éclaté au Maroc et en Égypte, ainsi qu'en Indonésie, aux Philippines, à Haïti, et dans beaucoup de pays d'Afrique. On imagine l'effet de ces augmentations sur des populations dont le revenu se situe au minimum de subsistance. Rappelons que l'Égypte, avec 80 millions d'habitants, doit importer la moitié de sa consommation de blé, et subventionne largement les prix intérieurs.

La hausse des produits agricoles n'est pas limitée aux seuls produits d'alimentation : le coton est en tête de liste, avec

120 pour cent d'augmentation, suivi par le caoutchouc, avec 80 pour cent. La question, comme toujours, est de trouver le responsable de ces hausses : s'agit-il d'un déséquilibre entre l'offre et la demande, ou d'un effet de la spéculation financière ? La confiance n'étant pas revenue sur les marchés d'actions ou d'obligations, l'argent qui cherche à se placer se serait reporté sur les marchés de matières premières.

Les discussions font rage entre les spécialistes. Personnellement, je pencherai plutôt pour la première solution. En raison des conditions climatiques, la récolte a été moins abondante que prévu partout dans le monde, dans un contexte de croissance de la demande, la Chine et l'Inde changeant leurs habitudes alimentaires, et de la population. Cette année, la planète franchira le cap des sept milliards d'habitants. On en était à six milliards en 1999, voilà 12 ans. Cela s'appelle une croissance exponentielle. ■

Ivar EKELAND est professeur d'économie.

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les plantes, des épurateurs de l'air intérieur ?

Pour dépolluer locaux et appartements, les plantes n'ont pas encore fait leurs preuves.

Damien CUNY

Nous passons près de 90 pour cent de notre temps dans des locaux fermés. Or l'air de ces environnements contient divers polluants en concentration d'autant plus élevée que ces locaux sont calfeutrés. Comment lutter contre cette pollution intérieure ? Certains ont proposé d'utiliser des épurateurs végétaux. Voyons en quoi consiste cette méthode de purification de l'air et dans quelle mesure elle peut être efficace.

Les polluants présents dans les habitations sont issus des combustions, des

matériaux d'ameublement ou de construction qui relarguent plus ou moins longtemps des composés volatils utilisés lors de leur fabrication, tel le formaldéhyde, auxquels s'ajoutent des molécules contenues dans la fumée de cigarette (goudrons, aldéhydes, phénols, etc.), des produits d'entretien et de bricolage (le benzène par exemple), etc.

Ces polluants ont des effets à court et à long terme sur la santé, tels qu'irritations des muqueuses, troubles respiratoires, voire cancers, même si l'on ignore souvent quelles sont les doses toxiques et s'il existe des

seuils de toxicité. Les autorités sanitaires, puis le grand public en ont pris conscience : par exemple, l'air intérieur fait l'objet de plusieurs mesures phares du deuxième Programme national santé environnement. Les solutions consistent d'abord à maîtriser les sources de polluants et à aérer régulièrement les lieux pour renouveler l'air. Que peuvent apporter de plus les végétaux ?

Dans les années 1980, les agences spatiales américaine et soviétique ont cherché à utiliser des plantes pour épurer l'air de véhicules spatiaux et de stations orbi-