

# L'ingénierie se met aux fourneaux

Intégrées dans un grand nombre d'édifices publics ou privés ou installées dans des bâtiments dédiés, les grandes cuisines concentrent une multitude de contraintes techniques, proches de celles de l'industrie agro-alimentaire.

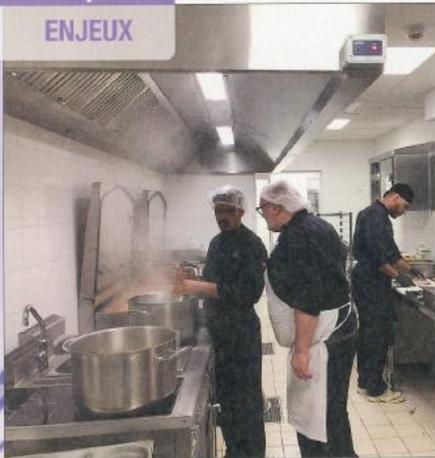
*Dossier coordonné par Félicie Geslin*

- 1 Enjeux**  
Cuisine et exigences..... p. 36
  - 2 Sécurité sanitaire**  
L'hygiène au menu ..... p. 42
  - 3 Ventilation**  
Évacuer les fumets..... p. 46
  - 4 Énergie**  
Des économies à la carte ..... p. 48
- Notre sélection de produits..... p. 52

# Cuisine et exigences

Si la conception d'une cuisine collective se base sur plusieurs critères liés au mode de production et au volume de repas préparés, les programmes évoluent actuellement pour répondre aux avancées réglementaires.

## 1 EN JEUX



La zone de préparations chaudes de la cuisine du campus Aqueduc à Gentilly (94) compte deux sauteuses et trois fours. « La robustesse des équipements est un aspect important, mais ils sont parfois très complexes d'utilisation pour les employés et leur potentiel, de ce fait, sous-exploité », fait remarquer Benoît Lavoine, le chef de cuisine.

À la différence de la restauration commerciale, la restauration collective a pour objectif de produire en grand nombre des repas à prix modérés pour un public déterminé. En France, 7,3 milliards de repas sont servis en moyenne chaque année, selon une récente enquête\*, principalement dans quatre secteurs – les établissements scolaires (enseignement primaire, secondaire et supérieur); les entreprises (restaurants, cafétérias et restauration alternative); les établissements medico-sociaux (hôpitaux, Ehpad et portage à domicile); et pénitentiaires et militaires – en gestion directe ou déléguée. Ces repas sont préparés dans des espaces ou des bâtiments dédiés, que l'on rassemble sous l'appellation de « grandes cuisines », au sein de laquelle on peut distinguer différentes typologies. Une cuisine centrale – ou unité de production

culinaire (UPC) – produit, moyennant la transformation de denrées alimentaires brutes, des repas destinés à une consommation différée, qui sont ensuite livrés dans des unités « satellites » ou « relais » en liaison chaude ou froide. « Une unité satellite reçoit des repas chauds ou nécessitant une remise en température, mais ne réalise pas de cuissons, n'occasionne aucun dégagement de fumées grasses et ne dépasse pas le seuil de 20 kW de puissance électrique fixé par le législateur – c'est par exemple l'office d'étage d'un hôpital ou la cuisine d'une école maternelle ou élémentaire, expose Gilles Castel, fondateur du BET G.SIR et AMO en restoconception. Tandis qu'une unité relais peut assurer, en complément de la remise en température des plats livrés par l'UPC, des grillades, fritures, potages et fin de cuissons, ce qui, en termes de réglementation incendie, la situe sur le même plan qu'une cuisine de production, même si on n'y

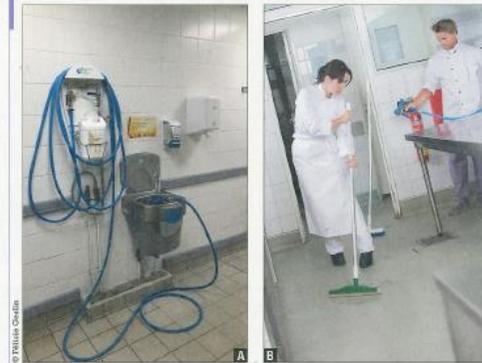
transforme pas de produits. On trouve fréquemment des unités relais dans les collèges ou lycées des grands centres urbains, où il n'y a pas suffisamment de surface à dédier à une cuisine. » Enfin, dans une cuisine de production dite « traditionnelle », la transformation des produits bruts jusqu'à leur distribution dans l'assiette s'effectue dans une même unité de temps et de lieu. On parle alors de liaison directe, par opposition à la liaison différée – lorsque la distribution est décalée, dans l'espace et le temps par rapport à la fabrication (partielle ou totale). Deux types de liaisons vont influencer sur le processus culinaire: la liaison chaude – qui implique de conserver les plats qui seront consommés chauds, après cuisson, à une température supérieure ou égale à 63 °C jusqu'à leur service; et la liaison froide, qui consiste à abaisser la température des plats chauds confectionnés à une température inférieure ou égale à 3 °C en moins de 2 h. Ceux-ci seront ensuite remis en température pour le service. L'avantage de la liaison froide, lorsqu'elle implique un transport des repas, c'est qu'elle autorise des trajets plus longs que la liaison chaude (sachant qu'en liaison chaude, il ne doit pas s'écouler plus d'une heure entre la production et la livraison) et permet d'éviter le « coup de feu ». En revanche, son bilan carbone est nettement défavorable, compte tenu des besoins énergétiques qu'entraînent le refroidissement express des repas, leurs maintien au froid et remise en température, sans compter leur livraison par camions frigorifiques.

### Le changement, c'est chaud bouillant

Le cahier des charges d'une grande cuisine repose donc en grande partie sur la nature du processus culinaire qui y sera opéré. Il se trouve que le secteur de la restauration collective est actuellement en plein bouleversement du fait de l'évolution de la réglementation, notamment avec la loi Egalim 2, la loi Agec et la loi Climat et Résilience, dont les projets en cours, de même que les opérations existantes, vont devoir tenir compte. « Ces évolutions sont en train de remettre en question les typologies de cuisines telles qu'on pouvait les concevoir jusqu'alors, pointe Gilles Castel. Le législateur a fixé des objectifs ambitieux à la restauration collective publique et privée pour favoriser la transition vers une alimentation de qualité et durable. Or qui dit qualité, dit fin du réchauffage de poches sous vide importées et plus de

### GESTION DE L'EAU

#### Des consommations revues à la baisse



Pas d'hygiène sans lavage. Dans les grandes cuisines, les centrales de désinfection (A) sont omniprésentes, que ce soit dans les espaces sales ou propres, pour permettre le nettoyage au jet (B), d'où l'utilisation de grands volumes d'eau. Une alternative consiste à effectuer le nettoyage des plans de travail ou des murs à la vapeur. En effet, la chaleur produite par un nettoyeur à la vapeur d'eau permet de prévenir les risques de contamination d'un produit alimentaire de même que les risques d'infections microbiologiques et chimiques – en utilisant de moindres quantités d'eau. « Proposés par des industriels tels que Sanivap ou Kärcher, ces matériels existent depuis longtemps mais n'étaient pas forcément utilisés dans la restauration collective jusqu'alors. Depuis peu, certains donneurs d'ordres imposent ce mode de nettoyage dans leur cahier des charges, observe Xavier Brochard (BEGC). La robinetterie économe est par ailleurs une solution facile à déployer. Enfin, du côté des machines à laver, les fabricants se sont emparés du sujet et ont fait évoluer leurs technologies: il y a quelques années, les lave-vaisselle à avancement automatique pouvaient consommer jusqu'à 300 l/h d'eau, tandis que les nouvelles générations en consomment en moyenne entre 150 à 180 l/h. » À noter que la gestion de l'eau devrait prendre de plus en plus d'importance dans les années qui viennent avec le basculement d'une partie du secteur de la restauration collective vers les contenants réutilisables, impliquant de plus grands volumes à laver au niveau de la plonge batterie. ■

temps consacré à la transformation de produits bruts en circuits courts. Concrètement, pour un établissement hospitalier de l'APHP que nous avons programmé il y a cinq ans, la demande était en 100 % surgelé en plats individuels, alors qu'aujourd'hui, le cahier des charges d'un même type d'établissement va conduire à réimplanter au sein de l'hôpital des ateliers de casserie d'œufs, de découpe de viandes, de fabrication de laitages enrichis voire de préparation de plats ■■■



Dans les secteurs de la petite enfance comme du grand âge, le service à table a des incidences sur le fonctionnement des équipes en charge de la restauration et constitue à ce titre un critère dimensionnant des cuisines collectives.

■ ■ ■ *surgelés individuels en très petite série, avec l'intégration du "cuisiné maison".* Une modification des pratiques qui a des incidences non négligeables sur les mètres carrés alloués, autant que sur les ressources humaines mobilisées.

**Moins de barquettes, plus de mètres carrés**

Une autre mesure qui change également la donne est l'interdiction, au 1<sup>er</sup> janvier 2025, de l'usage de barquettes en plastique (contenants alimentaires de cuisson, de réchauffe et de service) dans la restauration collective des établissements scolaires et hospitaliers incluant des services de pédiatrie. En termes de transport, de stockage, de manutention et de lavage, le recours à des contenants réutilisables va, là encore, impacter fortement le process des grandes cuisines. « Cette mesure a par exemple entraîné la modification du projet de construction de la cuisine centrale de Cholet (49), qui doit être livrée fin 2024, illustre Xavier Brochard, chef de projet associé au sein du BET BEGC. En effet, il a fallu, en cours d'études, intégrer des surfaces complémentaires destinées au lavage des contenants réutilisables, à leur stockage, et solutionner la problématique du port de charges pour les opérateurs – les bacs Inox étant nettement plus lourds que les barquettes plastiques. Dans cette même loggia, nous réalisons actuellement une pré-étude en vue d'adopter une zone de lavage et un circuit de retour des contenants au sein de la cuisine centrale municipale Kerléto à Lorient (56), afin de l'aligner sur ces nouvelles exigences. »

Indépendamment de ces évolutions liées à l'actualité réglementaire récente, un certain nombre d'invariants déterminent le programme d'une

grande cuisine. En complément des locaux dédiés au personnel (vestiaires, douches, bureaux, etc.), celle-ci se compose de différents espaces, dédiés à la livraison des denrées brutes ou des préparations culinaires élaborées à l'avance (PCEA) ; à l'entreposage des denrées destinées à être transformées (épicerie, réserve boissons, chambres froides en positif ou négatif, etc.) – dits locaux « sales » – ; et aux préparations (froides et/ou chaudes) – dits locaux « propres », qui s'imbriquent suivant le principe de la marche en avant (lire p. 42) afin de garantir la sécurité alimentaire. Le bâti proprement dit doit être en conformité avec la réglementation incendie relative aux grandes cuisines, les règlements sanitaires départementaux type (RSDT), qui fixent entre autres les débits d'air neufs minimaux à introduire en fonction du nombre de repas préparés, le règlement de sécurité incendie dans les ERP et le Code du travail, qui détermine plus spécifiquement les conditions de travail des employés (ambiances thermiques, lumineuses et sonores, etc.).

**Intégrer la notion d'évolutivité dès la conception**

Le rôle des ingénieurs spécialisés dans le domaine des grandes cuisines, dits « restauconcepteurs », est de coconcevoir, avec les architectes, un outil de travail qui soit le plus fonctionnel possible, en se basant sur différents critères dimensionnants. « Avant la pandémie de 2020, le critère le plus déterminant pour un restaurant inter-entreprises (RIE) était celui du nombre de repas produits par jour, sur la base d'un potentiel de fréquentation stable estimé à hauteur de 70 % des postes de travail, indique Emmanuel Le Brun, gérant du BET Systal. Mais avec la généralisation du télétravail, celui-ci est devenu beaucoup plus variable. » Dans le secteur de la restauration scolaire, moins sujet à fluctuations en termes de fréquentation, d'autres critères entrent en considération. « Par exemple, le temps concédé à la consommation du repas ou le type de restauration proposé (en mode self ou servi à table) », souligne Xavier Brochard (BEGC). Un autre facteur susceptible d'influer sur le dimensionnement des espaces est celui de la fréquence des approvisionnements – des livraisons journalières permettant de réduire significativement les mètres carrés destinés au stockage des denrées alimentaires brutes. Sachant que la limitation des surfaces d'entreposage, comme de circulation, est



© Châtellier



© Systal



A. Le projet de cuisine centrale de Cholet (49), conçu par Michot Architectes, À Propos Architectures et le BET BEGC a été modifié pour s'adapter aux exigences de la loi Egalim 2.

B. Au RIE Aqueduc de Gentilly (94), la distribution s'effectue suivant un principe de food court. Les plats chauds sont acheminés, depuis la cuisine de production, vers les différents kiosques à thème dans des étuves mobiles, à une température supérieure à 63 °C.

un levier fréquemment activé pour optimiser le fonctionnement des grandes cuisines. Dans la mesure où la restauration collective implique beaucoup d'allers et retours conditionnés par le respect des normes d'hygiène en vigueur, la configuration la plus efficiente en termes de plan réside dans un triptyque livraison/production/distribution, positionné à minima sur un même niveau, idéalement de plain-pied. En termes d'implantation, les concepteurs s'efforcent de garantir un apport de lumière naturelle dans les espaces, en premier ou second jour, moyennant des lanterneaux, des allèges hautes, et la mise en place de châssis vitrés pour compartimenter les locaux de production culinaire. Pour le dimensionnement des locaux de préparations propres, les surfaces sont déterminées selon les équipements nécessaires, en lien avec

le nombre de repas à produire. La gageure étant que celui-ci peut être amené à évoluer – pas forcément dans la restauration d'entreprise, qui pour l'heure, subit de plein fouet le changement des modes de travail –, mais par exemple dans la restauration scolaire ou médico-sociale. « De ce point de vue, mieux vaut préférer une structure en poteaux poutres à des murs porteurs banchés, des panneaux isothermes à un cloisonnement traditionnel avec un revêtement en faïence, qui sera peut-être plus durable, mais moins modulable », fait remarquer Xavier Brochard. Même si les normes d'hygiène qui conditionnent l'organisation des locaux laissent en réalité assez peu de marge de manœuvre pour gagner de la surface a posteriori. L'ingénieur cite à cet égard le cas de l'Ehpad Le Colombier à Saint-Etienne-du-Bois (85) qui s'apprête à augmenter sa capacité de lits, ce qui implique de créer ■ ■ ■



La cuisine du lycée d'enseignement général et technique d'Aizenay (85), opération livrée en 2022 par l'agence CRR Architecture, prépare actuellement 620 repas/jour mais a été dimensionnée pour en délivrer 830.

■ ■ ■ une nouvelle cuisine ex-muros – la cuisine existante ne pouvant s'adapter à l'augmentation de la demande de restauration.

Si le programme ne prévoit pas d'extension, il est toujours possible de prendre des mesures conservatoires techniques sans obérer sur les mètres carrés : « Par exemple, en amenant les réseaux par le plafond plutôt que par la dalle, à condition d'opter pour un plénum suffisamment haut – 2 m à 2,20 m –, ce qui permettra de circuler à l'intérieur afin de remanier les systèmes aérodynamiques. Ou bien en prévoyant un vide sanitaire total, qui donnera demain la possibilité de repercer la dalle afin de reprendre ou de changer les réseaux, mais qui est une solution plus onéreuse qu'un radier », indique Gilles Castel. Lorsque l'extension figure d'emblée dans le cahier des charges, les concepteurs ont plus de latitude pour livrer des mètres carrés supplémentaires mais sous-équipés, avec uniquement des attentes électriques et de plomberie. C'est le cas de la cuisine du lycée d'Aizenay (85) conçue par BEGC, dimensionnée pour préparer 840 repas à terme, qui pour l'instant n'en sert que 620.

Une grande cuisine induit des consommations énergétiques importantes, c'est pourquoi les BET spécialisés doivent mettre en place, en

relation avec les BET fluides, des stratégies de production sans impact d'exploitation, en valorisant notamment la chaleur fatale de certains équipements (lire p. 48). « Concernant les groupes frigorifiques, les avancées technologiques d'un industriel comme Ridel-Energy permettent de tabler sur des coefficients de récupération élevés, fait valoir Xavier Brochard. La récupération des calories des buées de lave-vaisselle par des condenseurs récupérateurs est également efficace. Sur la ventilation, cette récupération est plus complexe en raison des graisses accumulées dans les systèmes. Si cette prise en compte de l'impact environnemental des équipements de cuisine est aujourd'hui réellement intégrée dans les cahiers des charges des projets, elle ne l'est que depuis quelques années. » En parallèle, celui-ci a fait l'objet d'une réflexion plus récente encore, fondée sur la notion de circularité. « Dans la lignée de la loi Agec, un projet de décret relatif à l'obligation d'acquisition par la commande publique de biens issus du réemploi ou de la réutilisation ou intégrant des matières recyclées était assez peu clair concernant la question des équipements de grandes cuisines, relate Gilles Castel. Finalement, au sein des 17 familles de produits concernés par ce texte, les organisations professionnelles de la filière – dont Cinov Restauconcepteurs – ont obtenu ce ceux-ci

entrent dans la catégorie du "gros électro-ménager y compris appareils professionnels", et le décret n° 2024-134 du 21 février 2024 est entré en vigueur au 1<sup>er</sup> juillet dernier. » Celui-ci fixe ainsi les objectifs de 20 % d'équipements de cuisine issus du recyclage, et 20 % issus du réemploi – dans la commande publique, pour aller à 30 % à horizon 2030. Sont concernés par ces dispositions de réemploi les équipements de cuisson, lavage, froid –, mais pas le matériel inerte de type plans de travail, chariots, etc., qui n'intègrent pas de technologie.

#### Une empreinte environnementale incompressible ?

Sur le volet du recyclage, la filière s'est déjà bien structurée, sous l'égide de l'éco-organisme Ecologic, et ce sont d'ores et déjà près de 70 % des inox des équipements de hîer qui réintègrent les process de fabrication des équipements de demain. Il n'en va pas de même pour le réemploi. Alors que près de 30 000 t d'équipements professionnels de restauration sont jetées chaque année en France, il n'existe pour l'heure qu'un seul acteur sur ce segment, la jeune pousse Vesto, créée en 2020, et qui s'est dotée en 2021 d'un atelier de reconditionnement à Romainville (93). Vesto cible tout le matériel relié au gaz ou à l'électricité (lave-vaisselle, armoire froide, four, etc.), en réalise le diagnostic pour l'orienter soit vers du reconditionnement, soit vers un démantèlement en vue de récupérer les pièces détachées fonctionnelles, effectue le reconditionnement technique et cosmétique et le propose ensuite dans son catalogue. L'initiative est encourageante, mais insuffisante pour coller aux objectifs assignés à l'échelle nationale. « 20 % de la commande publique, c'est environ 15 000 t/an d'équipements, note Xavier Brochard. La loi est passée, mais la profession n'est pas prête. Prescrire le réemploi est une chose, concrétiser la démarche avec les installateurs et les entreprises en est une autre. Il faut espérer que d'autres acteurs se positionnent sur ce créneau pour que la pratique du réemploi s'invite au sein des grandes cuisines. » Un constat qui n'est pas éloigné de celui qui prévalait il y a une dizaine d'années, lorsque le réemploi est apparu dans le secteur de la construction.

Félicie Geslin

\* Le marché de la restauration collective – France, Businesscoot, 2024.

#### FOCUS

### RIE Aqueduc, Gentilly (94)



#### Niveau R-1

1. Circulation approvisionnement.
2. Local déchets.
3. Zones de stockage.
4. Vestiaires.

Au sein de ce vaste complexe de bureaux conçu par l'architecte Martin Duplantier et livré en 2023, le restaurant inter-entreprises (RIE), qui comporte deux espaces de distribution, est alimenté par une cuisine de production intégrale sur site. Sa gestion est confiée à Tradirest et son directeur, Philippe Ruffault, en a ouvert les portes aux CTB dans le cadre de la préparation de ce dossier. [Le groupe éditeur de la revue a emménagé dans l'immeuble en juin dernier, NDLR]. Le restaurant et sa cuisine ont été conçus avec le BET Systal pour préparer et servir jusqu'à 1 750 repas/jour. L'opération illustre les contraintes d'implantation d'un process culinaire dans un bâtiment où s'imbriquent différentes fonctions. « La cuisine est située de plain-pied et à l'origine, il était envisagé que les livraisons s'effectuent en RdC, mais cela aurait impliqué qu'elles transitent par le hall d'accueil du bâtiment – un scénario qui ne remportait pas le suffrage des investisseurs, explique Emmanuel Le Brun, gérant de Systal. En conséquence de quoi, elles ont été déportées sur une rue annexe et transitent par une coursoie souterraine, desservie par deux liaisons verticales. » La zone « sale » (plan ci-dessus) rassemble ainsi en R-1 les locaux du personnel, les magasins et les chambres froides, et tout ce qui concerne l'évacuation des déchets. Deux monte-charge « propre » et « sale » permettent l'acheminement des denrées dans un sens, des déchets dans l'autre, par chariots, entre les deux niveaux. ■

Le compartimentage des zones de travail est une caractéristique incontournable des cuisines collectives.



© ES Services

2

SÉCURITÉ  
SANITAIRE

## L'hygiène au menu

Dans les cuisines professionnelles, rien ne doit être laissé au hasard pour limiter le risque de contamination et de développement microbien. Gestion des flux et aménagements visent à garantir une hygiène parfaite.

L'hygiène et la sécurité alimentaire sont au cœur des projets de conception et de rénovation des cuisines collectives. Leur prise en compte est guidée par deux textes fondamentaux : les règlements européens 852/2004 du 29 avril 2004 et 178/2002 du 28 janvier 2002, qui fixent des exigences de traçabilité et de maîtrise du risque sanitaire. Elle sous-tend l'optimisation des flux de produits, de déchets et de personnes au sein des établissements, le compartimentage des locaux, jusqu'au choix des revêtements de sol et de mur. Mandatés par la maîtrise d'ouvrage sur toutes les opérations d'envergure, aussi bien dans le secteur de la santé, des Ehpad, de l'entreprise que des établissements scolaires, les bureaux d'études spécialisés en restauration collective élaborent le schéma de fonctionnement de la cuisine suivant

le principe de la marche en avant. Issu de la méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), ce concept clé évite le croisement des circuits propres et sales, source de contamination microbienne, et fait qu'un produit alimentaire considéré comme sale à son arrivée en cuisine, parce que souvent emballé et venant de l'extérieur, progresse dans l'espace, au fur et à mesure de sa transformation, jusqu'à devenir un produit propre à être consommé.

### Dissocier circuits propre et sale

« Le schéma courant consiste à sectoriser la cuisine, en créant des zones propres d'un côté, des zones souillées de l'autre, et des zones filtres au milieu ou en périphérie, note Marc Romier, directeur associé et responsable du BET Gamma. Le même principe est utilisé quel que soit le type de

restauration (cuisine de production ou office de remise en température), le nombre de repas servis et le mode de distribution (self-service, chariots, etc.). Seules varient les surfaces utiles des différents secteurs de la cuisine. » Les zones propres sont les lieux de production, directement en lien avec la distribution des repas aux utilisateurs. Ce sont les espaces de préparation froide des entrées et desserts, et les espaces de cuisson ou réchauffage. Les zones sales recouvrent le stockage des marchandises et le local des déchets. Entre les deux, se trouvent les zones de préparation des produits bruts : la légumerie, où se pratiquent l'épluchage et le lavage des légumes, ou encore les zones de déboitage, décartonnage, déconditionnement, etc. La laverie vaisselle est une zone intermédiaire subdivisée pour l'arrivée de la vaisselle sale, le lavage de la vaisselle, et le stockage de la vaisselle propre. Il en va aussi de la plonge batterie, qui permet de laver la batterie de la cuisine et de la stocker à proximité de la cuisine.

Pour autant, cette marche en avant dans l'espace n'est pas applicable à toutes les configurations. « Dans un bâtiment existant, la structure en place, les poteaux, les murs, ne se prêtent pas toujours à la séparation des secteurs propres et des secteurs sales. Et la marche en avant dans le temps peut parfois être une solution pour réaliser dans une même zone, des actions qui relèvent du circuit sale et d'autres du circuit propre, remarque Laurent Bricout, responsable ingénierie de cuisine chez ES Services énergétiques (Ecotral). Mais il faut que ces actions ne se produisent pas au même moment, et qu'entre les deux, soit réalisée une désinfection. La marche en avant dans le temps permet certes de trouver des compromis, mais elle nécessite de mettre en place des protocoles par écrit, qui ne sont pas toujours faciles à respecter par le personnel d'une cuisine lorsque celui-ci est pris dans le feu de l'action. » Dans tous les projets, le compartimentage des locaux d'une cuisine permet aussi de différencier les zones froides des zones tempérées, et de veiller ainsi à la préservation des aliments (lire encadré ci-contre).

### Des revêtements lisses et lessivables

Pour répondre aux exigences d'hygiène et de sécurité alimentaire, les concepteurs de cuisines collectives doivent également faire le choix de matériaux et revêtements faciles à nettoyer, et à même de supporter des lessivages à grande



© ES Services

### TEMPÉRATURES

#### Garantir le respect de la chaîne du froid



© Picard, Gratin

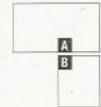
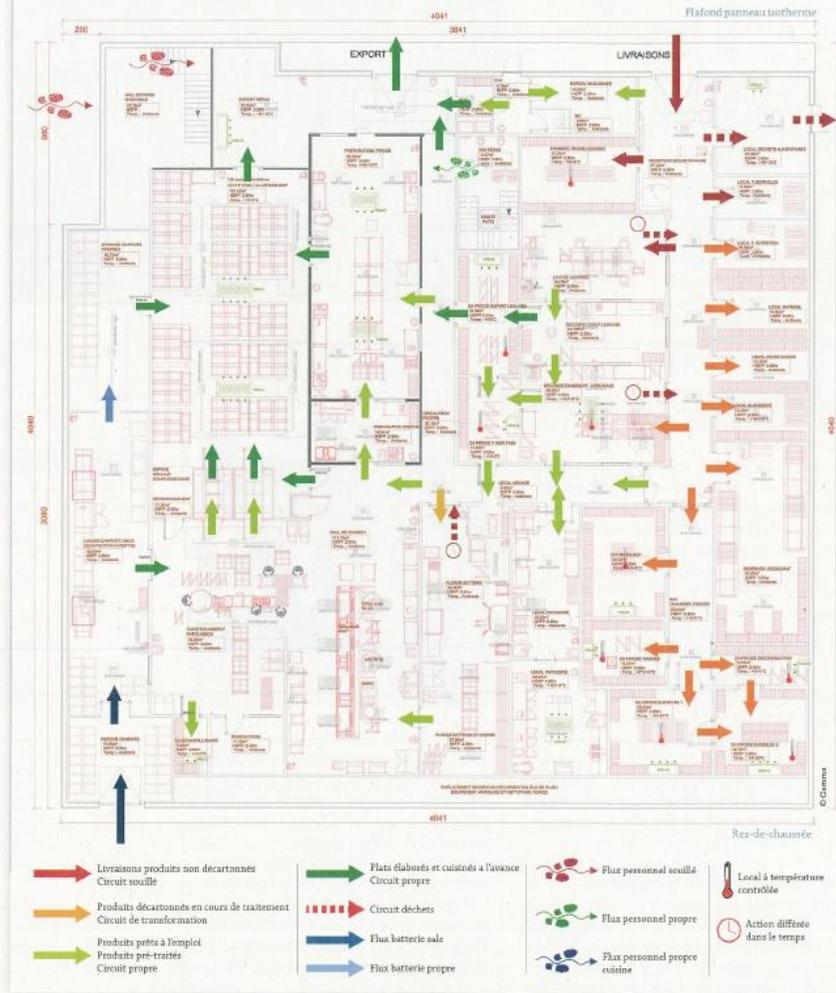
La température de conservation des aliments varie selon les produits : elle est notamment comprise entre 0 et +3 °C pour la viande, entre +2 et +4 °C pour les produits BOF (beurre, œufs, fromages, photo ci-dessus), entre +6 et +8 °C pour les fruits et légumes, et entre -21 et -18 °C pour les surgelés.

Afin de respecter la chaîne du froid lors du déconditionnement et de la transformation des produits, et éviter ainsi le risque de prolifération microbienne, certains locaux d'une cuisine collective doivent être climatisés. Il en va ainsi du secteur des préparations froides, où la température est maintenue entre +10 et 12 °C. ■

Des portes séparent les locaux et permettent un maintien en température des secteurs froids et chauds. Fixées sur les cloisons, des centrales de désinfection composées d'un flexible et d'un pistolet permettent d'assurer le nettoyage des grandes surfaces.

**Schéma des flux**

Le plan de cette future unité de production centrale à Agen (47), conçue par Dirim Architecture et le BET Gamma pour Compass Group, met en évidence le principe de marche en avant dans les différentes zones, le flux des produits, des déchets et les circulations du personnel.



**A.** Les revêtements de sol et de mur sont choisis en fonction de leur facilité de nettoyage et leur robustesse. Pour les sols, une faible glissance est également requise.

■ ■ ■ eau. Le cloisonnement des locaux fait ainsi appel soit à des cloisons isothermes, soit à des parois en maçonnerie. « Très utilisées dans les grandes cuisines centrales, où les volumes réfrigérés sont importants, les cloisons isothermes se composent de panneaux sandwichs lisses et rapides à mettre en œuvre, indique Laurent Bricout. Le cloisonnement par murs et murets en agglos ou béton, que l'on recouvre de faïence, permet d'avoir une cuisine plus robuste. À la différence des cloisons isothermes, il rend également possible l'encastrement des réseaux et la suspension des équipements de cuisine. L'absence de tuyaux apparents et de pieds sous les meubles facilite aussi le nettoyage des sols par le personnel. »



**B.** Dans les circulations et les chambres froides, des cloisons isothermes lisses et faciles à nettoyer sont fréquemment utilisées.

**Des matériaux antidérapants pour les sols**

Au niveau du sol, le carrelage est le revêtement le plus fréquemment utilisé. « On a tendance à recourir à des carreaux de 20 x 20 cm en grès cérame à faible glissance. Les coloris clairs sont privilégiés afin de vérifier l'état d'encrassement de la cuisine en fin de journée. L'application de résine époxy est une alternative pour éviter la présence de joints. Les sols souples sont quant à eux plus rares : ce sont des matériaux qui souffrent davantage dans les locaux à usage intensif avec des risques de descentement de la jonction des lés et en plinthes », résume Marc Romier.

Pour asseoir leur démarche d'hygiène et de sécurité alimentaire, les maîtres d'œuvre pouvaient s'appuyer il y a encore quelques années

sur l'avis consultatif des services de contrôle de l'État. Les Directions départementales de la protection et des populations (DDPP) réservent aujourd'hui la consultation en amont des plans de cuisines collectives, aux projets soumis à agrément, en l'occurrence les cuisines centrales, qui assurent une distribution de repas à l'extérieur du site de production.

Virginia Pavie

La ventilation de la cuisine centrale de Nevers (58), conçue par le BET Itec Fluides, est assurée par un plafond filtrant ouvert.



© Itec Fluides

3  
VENTILATION

## Évacuer les fumets

La ventilation des grandes cuisines, avec un taux de renouvellement d'air élevé, constitue un poste très énergivore. Le choix d'un plafond filtrant ou de hottes dépend de la taille des projets et des budgets alloués.

Dans la conception des grandes cuisines, rares sont les bureaux d'études à concevoir à la fois la cuisine et le système de ventilation: le BET cuisine travaille généralement en lien avec un BET fluides, en charge du renouvellement d'air des locaux et de l'extraction des vapeurs et fumées de cuisson. Calcul des débits, implantation des réseaux... résultent des préconisations du BET cuisine. Les contraintes sont nombreuses, techniques mais aussi financières. Parmi les différents systèmes de ventilation, le plafond filtrant, qui alterne zones d'extraction, de compensation et neutres, est plébiscité. « L'investissement est cependant deux fois plus élevé qu'avec des hottes simple flux », avertit Yannick Fourbil, dirigeant du BET Itec Fluides, dont 35 à 40 % de l'activité est réalisée en restauration collective. Ainsi, le BET Artelia, qui opère sous la double casquette de BET cuisine et fluides, préconise autant que possible cette solution, qui permet aux cuisiniers de gagner en confort de travail par rapport aux

hottes traditionnelles, qui présentent des retombées importantes (2 m sous hotte en moyenne). Pour la restructuration du lycée Clément-Ader de Bernay (27), trois zones de cuisson sont ainsi traitées, en complément de hottes adossées. Un éclairage linéaire à LED est intégré en partie haute du plafond. En couvrant l'ensemble de la cuisine, « cette solution est moins figée que les hottes, ce qui permet si nécessaire de faire évoluer l'organisation des postes de cuisson », note Christophe Malartre, responsable du département Fluides Énergie de l'agence Artelia du Havre (76).

Deux types de plafonds filtrants se partagent le marché. « Le plafond ouvert est réservé aux cuissons vapeur (marmites, sauteuses...). Les vapeurs sont aspirées dans un plénum étanche et la compensation réalisée en périphérie par des grilles micro-perforées. Ce produit est performant mais difficile à nettoyer, et de moins en moins prescrit », explique Yannick Fourbil, qui a travaillé sur cette solution pour la cuisine centrale d'Ollainville (91). Plus en faveur, le plafond filtrant fermé s'adapte à tous

les types de cuisson. « La compensation est réalisée entre les zones d'extraction ou en périphérie. Des capteurs sont placés au-dessus des plans de travail et adaptent le débit d'extraction. »

### Contraintes technico-économiques

Le budget alloué à la ventilation, notamment dans les cuisines de petite taille, n'est pas toujours suffisant pour un plafond filtrant. Celle-ci est alors traitée par des hottes. La solution la plus simple associe captation, avec hottes simple flux, et compensation indépendante. Il existe également des hottes double flux (combinant extraction et compensation) et même triple flux (extraction, compensation et induction, mais en ce cas, il faut veiller à ce que « le taux d'air induit n'excède pas 10 % du volume d'air extrait », avertit Yannick Fourbil). Les hottes double flux sont parfois difficiles à mettre en œuvre car la compensation en façade, notamment quand la cuisine compte plusieurs îlots, peut générer de l'inconfort pour les cuisiniers. La hotte triple flux, dont l'induction d'air neuf non chauffé favorise l'extraction et réduit le volume d'air neuf pré-chauffé, présente également des contraintes car elle nécessite l'installation d'un ventilateur supplémentaire et d'un gainage pour l'introduction de l'air induit. « La présence de deux réseaux de soufflage et d'un réseau d'extraction complexifie le parcours des gaines et l'aménagement du plafond », détaille Christophe Malartre.

Le passage des gaines est un casse-tête dans des espaces souvent contraints. Itec Fluides a par exemple traité les cuisines d'un restaurant parisien d'une hauteur sous plafond de seulement 2,10 m. « Nous avons dû trouver des astuces pour réduire la hauteur du plafond filtrant avec une compensation verticale, plutôt qu'horizontale. Nous avons ainsi créé une gaine technique toute hauteur habillée de tôle micro-perforée pour souffler l'air neuf », se remémore Yannick Fourbil.

En toiture, la compensation est assurée par des centrales de traitement d'air et l'évacuation de l'air vicié par des saisons d'extraction. Le rejet d'air vicié doit être à plus de 8 m de tout ouvrant ou de toute prise d'air neuf suivant le règlement sanitaire départemental type (RSDT). Mais cela peut être plus, car « il faut tenir compte des vents dominants et être très vigilant afin de ne pas recycler l'air extrait », prévient ce dernier. Les nuisances olfactives et sonores doivent aussi être prises en compte. Pour les odeurs, une solution est



© Itec Fluides

Deux récupérateurs d'énergie sur l'air extrait ont été mis en œuvre dans la cuisine centrale du Mans (72).

de prévoir, au niveau de la hotte en cuisine, un traitement UV puis une filtration par charbon actif (ou parfois un filtre électrostatique). Mais ce traitement onéreux occasionne de nouvelles contraintes d'encombrement. Plus économique est l'aspersion dans le conduit d'extraction d'un produit à base d'huiles essentielles. Itec Fluides l'a testé il y a une quinzaine d'années dans la cuisine centrale de Bagneux (92). « Mais nous sommes à nouveau intervenus sur cette cuisine il y a cinq ans et avons constaté que les conduits étaient attaqués. Nous ne préconisons donc plus cette solution. »

### Débits d'extraction versus énergie

Une autre problématique est celle de l'énergie (lire p. 48). Il n'est pas possible de mettre en place une CTA double flux traditionnelle car l'air chargé en graisse est peu, ou pas, compatible avec les échangeurs de chaleur. « L'une des solutions consiste à mettre en place un récupérateur statique de type Koox 2 de France Air, indique Yannick Fourbil. Nous avons expérimenté cet échangeur à plaques dans la cuisine centrale du Mans (72), et la GTB a mis en évidence un gain énergétique d'environ 30 %. » D'autres solutions existent, comme la modulation du débit d'extraction, pour un gain énergétique d'environ 40 %, selon Itec Fluides. « La ventilation est un poste très énergivore qui demande une adaptation du débit aux besoins, pointe Christophe Malartre. Les capteurs permettent de faire varier les débits d'extraction des hottes et plafonds filtrants, mais l'investissement est lourd. Il faut dès la conception, privilégier par exemple des hottes adossées, dont les débits d'extraction sont réduits de moitié par rapport aux hottes en îlot. »

Cédric Rognon

Les chambres froides des grandes cuisines peuvent permettre une récupération de chaleur, utile pour limiter les dépenses énergétiques.



© Cyrilie Mery

4 ÉNERGIE

## Des économies à la carte

Les équipements produisent de la chaleur, de la vapeur et de l'eau que l'on peut valoriser pour réduire les consommations énergétiques. Voici des solutions éprouvées et rapidement amortissables.

Les dépenses énergétiques des appareils de cuisine sont désormais optimisées par les fabricants, notamment grâce au déploiement des fours mixtes et des systèmes de régulation qui créent la puissance maximale réelle demandée par ces équipements. En revanche, le gisement d'économies offert par les postes chambre froide, laverie et traitement de l'air est encore à exploiter. « Il s'agit de valoriser au maximum leur chaleur fatale et de faire de la cuisine une source d'énergie, résume Camille Bertin, gérante associée de C&T Cold, bureau d'études spécialisé dans la réfrigération. Que l'on soit en neuf ou en rénovation, la première étape est de faire un état des lieux des appareils prescrits ou existants, et de calculer précisément le potentiel d'économies possibles pour l'exploitant ou le client final. » Compte tenu de l'envolée des prix des énergies et des objectifs de décarbonation, tels ceux du

Décret tertiaire, qui devraient être revus à la hausse dans les années à venir en termes de seuils et de périmètre, l'investissement dans des équipements écoresponsables s'avère rentable et vertueux. « Les matériels souffrent plus ou moins selon les clients et leur utilisation, mais, en moyenne il faut tabler sur sept à 10 ans de fonctionnement, estime Olivier Fourt, directeur des processus métier chez Quétalis, entreprise spécialisée dans l'installation et de la maintenance de cuisines professionnelles. Au-delà, il faut regarder l'état des équipements et des connexions électriques, car il y a inévitablement des pertes de performances et des surconsommations. Chaque site étant unique, il s'agit d'étudier spécifiquement les installations existantes et de se faire accompagner par des bureaux d'études, des énergéticiens et des installateurs spécialisés. » L'énergie nécessaire à la production de l'eau chaude sanitaire représente en moyenne 15 % de

l'énergie totale d'une cuisine pro. D'où l'intérêt de la préchauffer grâce aux productions frigorifiques des chambres froides, qui fonctionnent entre 16 et 18h/24. La solution consiste à intercaler un module de récupération de chaleur entre le compresseur et le condenseur du groupe de condensation. Le système se compose d'un échangeur à plaques, d'une pompe et d'une régulation électronique à auto-apprentissage. Il préchauffe, via une boucle hydraulique, l'eau du ballon de stockage qui alimente ensuite l'eau chaude sanitaire, le chauffage des locaux ou encore la laverie suivant les besoins du client. « Cela requiert d'avoir au moins deux chambres froides de taille suffisante positives et/ou négatives, souligne Camille Bertin. La mise en œuvre est simple. La plupart des groupes frigorifiques sont prééquipés de vannes pour le raccordement de l'échangeur auquel s'ajoute le raccordement du module électronique. »

Le BET a ainsi prescrit une solution de ce type, développée par la société Boostherm, dans une cuisine centrale d'Île-de-France disposant de deux locaux réfrigérés et de quatre chambres froides, avec une puissance en production de froid de 15 kW à -30 °C et en face, des besoins en eau chaude sanitaire à 60 °C de 2000 l/j. Sur une base de 260 jours/an avec un tarif d'électricité de 0,3 €/kWh, les économies réalisées sont de 9,3 K€/an, soit un retour sur investissement de quatre ans. À noter que l'installation est éligible au financement CEB (fiche BAT-TH-139).

### Valoriser l'air chaud de la ventilation

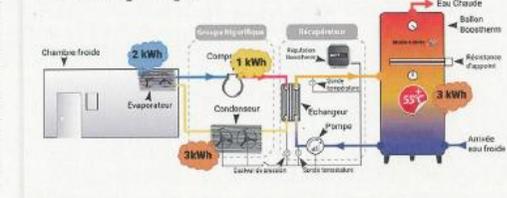
Une autre solution très efficace préconisée par Fernando Ramos, président de Presticlim, société spécialisée dans l'étude et l'installation de matériel de climatisation, de réfrigération et de récupération d'énergie, est de valoriser la chaleur du traitement de l'air. « En cuisine centrale ou collective, les débits d'air sont énormes et il faut savoir que 45 % de la consommation énergétique est liée aux hottes assurant la ventilation, l'extraction et le soufflage de l'air. En moyenne, la ventilation de la cuisine représente 30 % de l'énergie totale et celle de la laverie 15 %, et il est très rentable d'installer des échangeurs sur l'air extrait. »

Pour rappel, le traitement de l'air est le poste le plus énergivore en cuisine professionnelle (45 % de la consommation totale) devant la production de l'ECS (15 %). À titre d'exemple, une cuisine centrale livrant 1000 repas/jour, ■■■



À Meudon (92), l'École Ducasse - Paris Campus réunit neuf cuisines pédagogiques, qui entraînent des débits d'air colossaux (lire CTB n°395).

### Schéma de principe



© Boostherm



© OMT OMA

La société Boostherm propose une solution (A) composée d'un récupérateur de chaleur installé entre le compresseur et le condenseur du groupe de condensation, qui préchauffe l'eau d'un ballon de stockage. Ce dernier est chargé de fournir de l'eau chaude sanitaire à +55 °C. Ce dispositif a été mis en œuvre dans une cuisine centrale francilienne (B).

INNOVATION DOSSIER GRANDES CUISINES

ÉLECTRICITÉ

Réguler la tension d'alimentation



© effiEnergy

Une solution, moins connue, pour réduire les dépenses est de jouer sur l'énergie entrante dans le bâtiment en régulant, stabilisant et diminuant la tension électrique. En effet, la norme IEC 60038 sur l'alimentation électrique impose à tous les fournisseurs d'énergie de délivrer du courant avec une tension pouvant varier de +/- 10 % par rapport à la tension nominale de 230/400 volts (monophasé) et 360/440 volts (triphase), soit entre 207 et 253 volts, derrière le tableau général basse tension (TGBT). Toutes les installations électriques sont conçues pour fonctionner dans le cadre de cette norme sans perte de performance... Ce qui laisse une marge de manœuvre, si on prend en compte deux principes de l'électricité. La première est que la fluctuation de la tension génère des pertes d'énergie dans les câbles électriques, en augmentant leur résistance au passage du courant. La seconde est que la puissance consommée est directement proportionnelle à la tension : un appareil fonctionnant sous une tension élevée consomme plus d'énergie qu'un appareil similaire fonctionnant sous une tension plus faible. Pour éviter cette double perte d'énergie électrique, Olivier Fourt (Quiétails), propose d'installer un régulateur/transformateur Effy-Save (photo) de la société effiEnergy en tête de l'installation électrique (TGBT). Cet appareil délivre une tension abaissée, régulée et stabilisée à 215 volts (+/-10 V) à tous les équipements électriques. « Cette solution est d'autant plus efficace dans le cas d'une production de froid 24h/24, ou encore d'une cuisine qui fonctionne en 2 x 8 ou en 3 x 8. » Les économies sur la consommation électrique totale du bâtiment sont de l'ordre de 7 à 10 %. Des subventions sont possibles et le fabricant se charge du dossier. ■

■ ■ ■ 260 jours/an, avec une consommation d'ECS de 12 l d'eau chaude à 60 °C par repas et un coût d'électricité de 0,3 €/KWh, nécessite un budget annuel de l'ordre de 164 K€ pour le traitement de l'air. Dans le détail : 91 K€/an pour les ventilateurs de la cuisine chargés de l'extraction de l'air et de sa compensation par un air neuf chauffé ; et 71 K€/an pour ceux de la laverie, la chaleur et la vapeur émises nécessitant un débit d'extraction et de compensation très important. Un dispositif de récupération efficace sur l'air extrait des hottes est, donc, clairement une priorité. Trois solutions sont possibles pour valoriser les calories de l'eau et de l'air et baisser massivement la facture électrique. La première consiste à placer un échangeur air/air à plaques sur l'air extrait pour réchauffer, en flux croisé, l'air de

compensation introduit dans la cuisine. En fonction de sa surface d'échange, les rendements sont de 50 à 85 % de l'énergie rejetée.

La deuxième est d'installer deux échangeurs air/eau reliés par un circuit hydraulique : le premier sur la veine d'air extrait de la hotte et le second sur la veine d'air introduit. Le fluide caloporteur du circuit hydraulique assure le transfert de calories et permet de chauffer mais aussi de refroidir l'air neuf de compensation. Les rendements sont de 45 à 55 % de l'énergie rejetée.

Enfin, il est également possible d'utiliser une régulation automatique intelligente afin de gérer les débits de ventilation en fonction des besoins réels de la cuisine (concentration des fumées et de vapeurs d'eau...). Le dispositif est exploitable en multizone, se pilote à distance, avec une efficacité constante et sans entretien. L'économie peut atteindre 60 % par rapport à une cuisine traditionnelle. « L'air extrait est chargé en graisse et en humidité et il s'agit d'assurer un entretien régulier des installations pour maintenir la performance dans le temps », complète Fernando Ramos. Selon la solution mise en place, le retour sur investissement va d'un à trois ans.

Préchauffer l'eau de la laverie

Les fabricants ayant réussi à réduire très fortement les consommations d'eau des laveries (de 300 l/h à environ 165 l/h), la dernière source d'économie possible est de diminuer l'écart de température entre l'eau introduite dans les cuves (15 °C) et celles nécessaires au lavage (60 °C) et au rinçage (85 °C). Là aussi, trois solutions sont possibles : installer un échangeur pour récupérer la chaleur fatale de l'eau usée qui part à l'égout, et préchauffer l'alimentation eau froide. La laverie chauffe plus rapidement entre ses cycles et les économies électriques sont de l'ordre de 10 % ; ou bien installer un échangeur/condenseur pour capter les fortes émissions de vapeur d'eau, récupérer leur chaleur et préchauffer l'alimentation en eau froide. L'air frais introduit dans la cuisine est également plus sec, avec une température moins élevée. Les économies électriques vont jusqu'à 15 %.

Enfin, une pompe à chaleur peut valoriser l'énergie thermique de la laverie et celui de l'air ambiant pour chauffer l'eau de lavage et de rinçage. Les économies électriques montent jusqu'à 35 %.

Cyrille Maury