

Modèles de propagation du feu Espaces intérieurs (bâtiments)

Vitesse de propagation: Un feu intérieur se développe très rapidement. Les matériaux synthétiques modernes (meubles en mousse, plastiques) accélèrent la montée en puissance du feu. Aujourd'hui, un feu de pièce peut atteindre le flashover (ignition simultanée de tous les contenus) en seulement 3-5 minutes usfa.fema.gov

. Par exemple, dans un cas réel, en 1 min 35 s la température dans la pièce dépassait 90 °C et au bout de 3 min 41 s tout s'est enflammé (~760 °C, 1400 °F) biddefordmaine.org

usfa.fema.gov

Évolution de la température: Durant les premières minutes, la température augmente rapidement sous le plafond, puis retombe en gradient vers le sol. Dans l'exemple cité, la température au-dessus d'un canapé dépassait 204 °C en 2 min 30 s et atteignait +260 °C à 3 min 03 s

biddefordmaine.org

. Après le flashover, les températures culminent autour de 1000-1400 °C avant de décroître.

Comportement de la fumée: La fumée monte d'abord vers le plafond, formant une couche dense qui finit par « descendre » et remplir la pièce. Elle se propage ensuite très vite par toutes les ouvertures (portes, gaines, prises) vers les zones adjacentes

nipv.nl

. Les fumées produites par un feu de bâtiment contiennent à la fois des particules visibles (suie) et des gaz invisibles (CO, gaz toxiques)

nipv.nl

. Le type de combustible compte : une moquette synthétique produit beaucoup plus de fumée qu'un meuble en bois

nipv.nl

. Une porte ouverte accélère considérablement la propagation horizontale de la fumée

nipv.nl

Détection précoce: En pratique, les détecteurs de fumée classiques (ionisation ou photoélectriques) se déclenchent en ~1-2 min après l'amorçage du feu. Dans l'exemple cité, le détecteur a sonné à 1 min 50 s

biddefordmaine.org

. Les détecteurs de chaleur mesurent l'élévation rapide de température au plafond. Les systèmes plus avancés utilisent désormais des caméras thermiques (infrarouges) pour repérer les « points chauds » avant même l'apparition de flammes ou de fumée visible.

Environnement extérieur (feux de forêt)

Vitesse de propagation: En forêt et milieux ouverts, la vitesse de propagation du feu varie fortement. Sans vent, un feu de végétation sèche parcourt quelques dizaines de mètres par minute : par exemple, en prairie non obstruée ~15 m/min (51 ft/min), tandis qu'un sous-bois dense de pin épicea brûle plus lentement (~1,7 m/min, 5,5 ft/min)

nwfirescience.org

. En revanche, avec vent fort et pentes raides, la vitesse peut atteindre plusieurs kilomètres par heure (des vitesses extrêmes >20 mi/h sont observées en cas de « vent chaud » et de combustible continu).

Évolution de la température: Les incendies de forêt atteignent des températures élevées. Les flammes de surface des incendies de végétaux peuvent dépasser 600-800 °C, et les feux de cimes (crown fires) dépassent facilement 1000 °C. En condition extrême, il a été observé plus de 1093 °C localement

dryad.net

. La température du feu de forêt n'est pas uniforme : elle est maximale dans la zone de combustion active (flammes) et diminue fortement en s'éloignant du foyer.

Comportement de la fumée: Les feux de forêt produisent d'épais panaches de fumée noirs riches en PM2.5 et en gaz toxiques (CO, oxydes d'azote, composés organiques volatils, etc.)

epa.gov

epa.gov

. La colonne de fumée monte haut dans l'atmosphère puis se disperse au gré du vent sur de grandes distances. La concentration en particules peut rapidement augmenter, entraînant une brume visible et une forte réduction de visibilité même loin du feu

epa.gov

Détection précoce: La surveillance des feux de forêt utilise souvent des capteurs à distance : caméras optiques et thermiques, détecteurs infrarouges satellite, drones, tours de guet. Les capteurs infrarouges (bandes 3-5 µm ou 8-14 µm) repèrent les signatures thermiques des flammes ou des zones surchauffées avant l'apparition de fumée dense

pmc.ncbi.nlm.nih.gov

. Des systèmes multisensoriels fusionnent image visible (flammes/fumée) et thermique pour améliorer la détection précoce.

Véhicules (voitures, camions, trains...)

Propagation: Dans un véhicule, le feu se propage très rapidement à l'intérieur : matériaux durs (plastiques, pneumatiques, réservoir d'essence) et meubles synthétiques créent un feu intense. Des essais montrent qu'il faut environ 4 minutes pour qu'un seul véhicule atteigne 1 MW de puissance de feu, ce qui correspond à une croissance « moyennement rapide »

mdpi.com

. Le feu se propage d'abord aux sièges, puis gagne le réservoir, le compartiment moteur et la carrosserie

mdpi.com

, souvent amplifié lorsque les vitres cèdent.

Évolution de la température: Les températures atteignent des valeurs très élevées. Dans l'expérience citée, la température la plus forte ($\approx 1400^{\circ}\text{C}$) a été mesurée dans les sièges, qui contiennent beaucoup de matériaux combustibles

mdpi.com

. Le compartiment moteur s'est lui aussi embrasé rapidement. En espace confiné (garage, tunnel), la température et le dégagement calorifique augmentent plus vite à cause du confinement.

Comportement de la fumée: Les véhicules produisent une fumée épaisse, noire et毒ique (forte concentration de CO, CO₂, HC, HCN...). En espace ouvert, cette fumée s'élève et se disperse ; en espace confiné (tunnel, parking), elle stagne et s'accumule, rendant l'atmosphère rapidement irrespirable

mdpi.com

. Les gaz chauds chargés de particules montent vers le plafond, puis se répandent latéralement. L'important dégagement de CO et autres gaz toxiques est un enjeu critique de survie.

Détection précoce: Les feux de véhicule sont souvent détectés par des capteurs de fumée/thermiques dans les tunnels, parkings, et gares routières. Par exemple, on utilise des systèmes à fibre optique ou optiques pour surveiller l'habitacle des camions, et des caméras thermiques pour repérer les surchauffes moteur. L'IA peut ainsi apprendre à combiner ces signaux (élévation thermique, détecteur de fumée optique) pour déclarer rapidement un début d'incendie de véhicule.

Sources : Données issues de recherches publiées sur la dynamique des feux d'intérieur, d'extérieur et de véhicules

usfa.fema.gov
biddefordmaine.org
nipv.nl
nipv.nl
nwfirescience.org
dryad.net
epa.gov
mdpi.com
mdpi.com

. Ces informations permettront d'orienter le développement de capteurs IA (IgnisCore) selon l'environnement et le combustible.