TRAVAUX DE RECHERCHE : MODÉLISATION DE L'IMPACT D'UN FEU DE FORET SUR LE BATI A L'INTERFACE PÉRIURBAINE



TRAVAUX DE RECHERCHE : MODÉLISATION DE L'IMPACT D'UN FEU DE FORET SUR LE BATI A L'INTERFACE PÉRIURBAINE



TABLE DES MATIERES

I/ INTRODUCTION

- Contexte
- Problématique des feux de forêt et modélisation



II/ CRÉATION D'ABAQUES DE RAYONNEMENT

- Notion technique : méthode numérique de Monte-Carlo
- Méthode de création

III/ INTÉGRATION DES BATIS DANS LE MODULE

- Prise en compte des bâtis sur la carte de végétation
- Calcul de la dégradation thermique des surfaces
- Création de variables de sorties pertinentes

IV/ DÉMONSTRATEUR : INCENDIE DE VITROLLES

- Récupération des données
- Mise en place du cas test
- Résultats
- Projet en parallèle avec IRSTEA : Typologie des jardins

CONTEXTE DES TRAVAUX



 Stage recherche dans l'équipe des Feux de l'IUSTI :

Pr. Bernard Porterie



 Stage de fin d'études puis contrat, en collaboration avec l'équipe des Feux de l'IUSTI :

Dr. Bruno Guillaume

PROBLÉMATIQUE DES FEUX DE FORET

30 %

des terres émergées sont concernées par les feux de forêt



- Augmentation de l'urbanisation et des interfaces forêt-habitat



- Enjeu écologique : Cercle vicieux réchauffement climatique / feu de forêt

MODÉLISATION

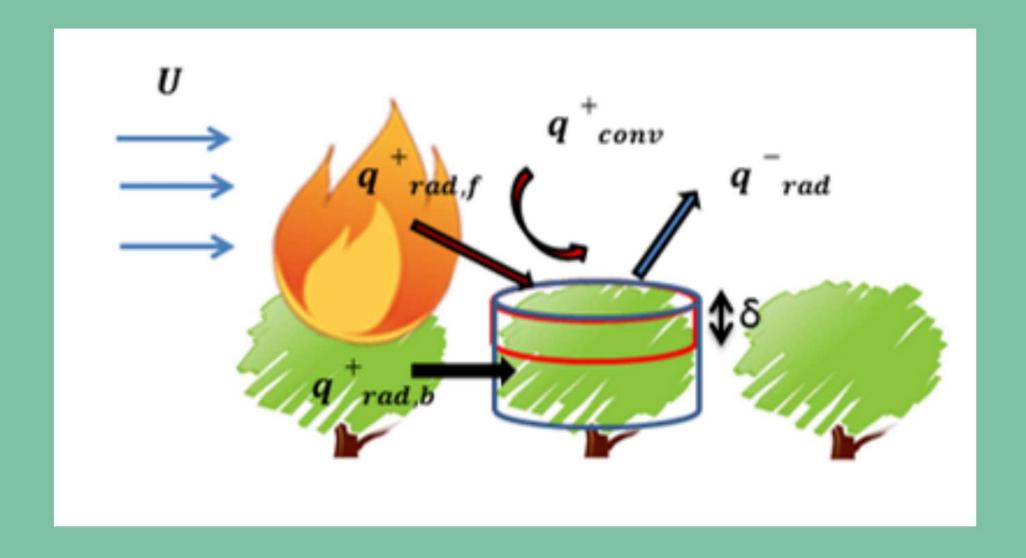


TABLE DES MATIERES

I/ INTRODUCTION

- Contexte
- Problématique des feux de forêt et modélisation

II/ CRÉATION D'ABAQUES DE RAYONNEMENT

- Notion technique : méthode numérique de Monte-Carlo
- Méthode de création



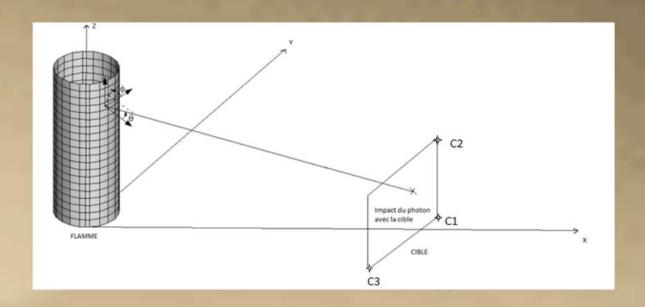
III/ INTÉGRATION DES BATIS DANS LE MODULE

- Prise en compte des bâtis sur la carte de végétation
- Calcul de la dégradation thermique des surfaces
- Création de variables de sorties pertinentes

IV/ DÉMONSTRATEUR : INCENDIE DE VITROLLES

- Récupération des données
- Mise en place du cas test
- Résultats & perspectives
- Projet en parallèle avec IRSTEA : Typologie des jardins

MÉTHODE NUMÉRIQUE DE MONTE CARLO



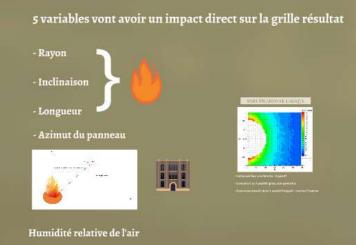
- Modèle de flamme solide sur le site en feu.
- Discrétisé en NxM facettes. Chaque facette émet 10E7 quanta.
- Quanta : Particules qui contiennent l'énergie radiative issue de la flamme.
- Test d'une potentielle intersection entre une droite et un plan.

Problème: Gourmande en temps de calcul et mémoire.

PRINCIPE DE L'ABAQUE

Définition "abaque" : table de calcul pré-calculée.

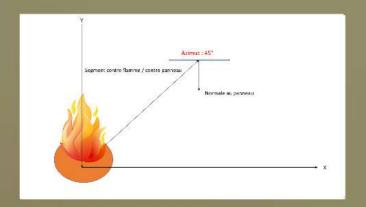
BUT: Placer des panneaux verticaux unitaire sur un maillage 3D en face de la flamme et évaluer la dispersion de l'énergie radiative émise par celle ci et reçue par ces panneaux récepteurs.



5 variables vont avoir un impact direct sur la grille résultat

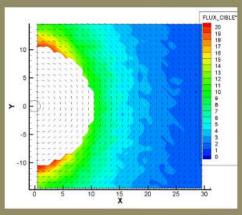


- Azimut du panneau





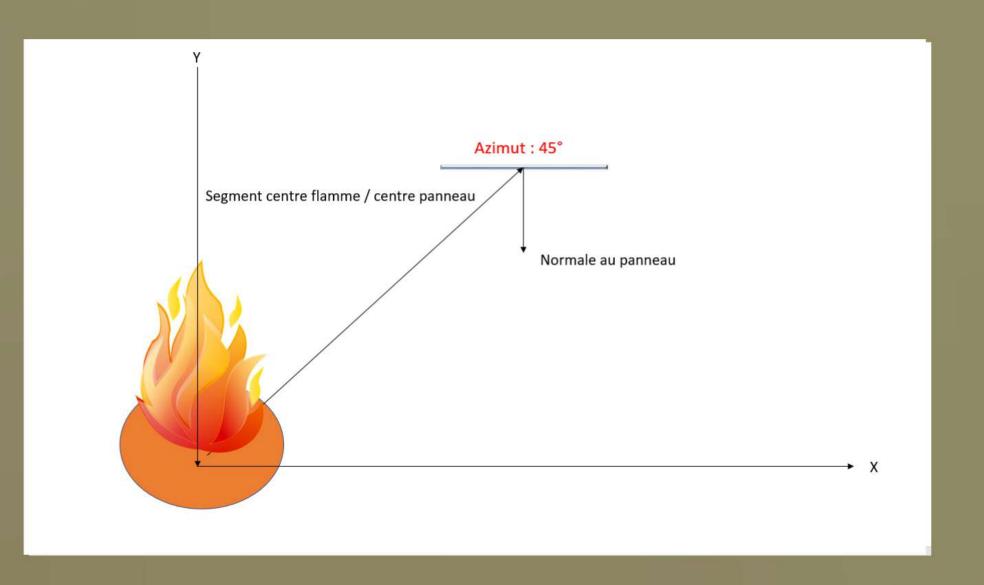
SIMPLIFICATION DE L'ABAQUE



- Panneaux face a la flamme : X positif
- Domaine X et Y positifs grâce aux symétries
- Si panneau touché dans X positif/Ynégatif : inverser l'azimut

Humidité relative de l'air

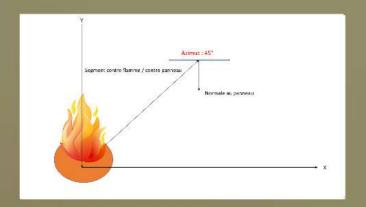
- Azımut au panneau



5 variables vont avoir un impact direct sur la grille résultat

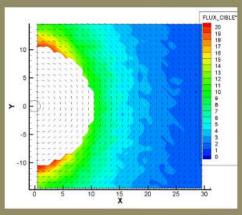


- Azimut du panneau





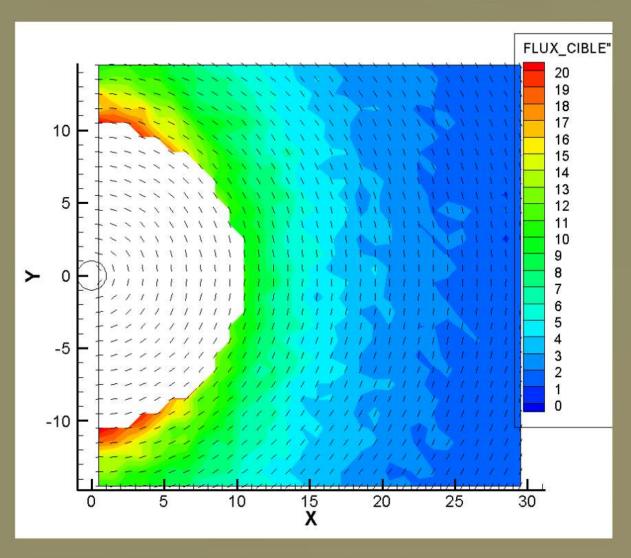
SIMPLIFICATION DE L'ABAQUE



- Panneaux face a la flamme : X positif
- Domaine X et Y positifs grâce aux symétries
- Si panneau touché dans X positif/Ynégatif : inverser l'azimut

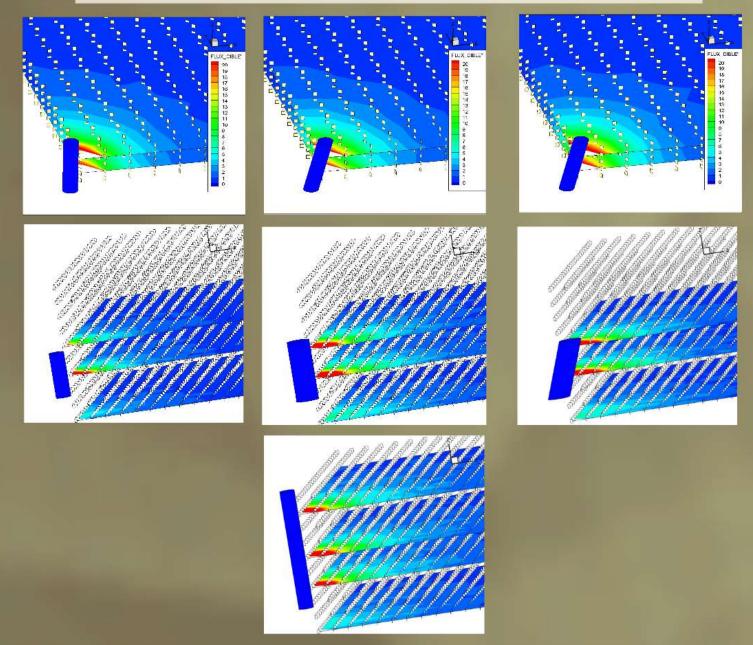
Humidité relative de l'air

SIMPLIFICATION DE L'ABAQUE



- Panneaux face a la flamme : X positif
- Domaine X et Y positifs grâce aux symétries
- Si panneau touché dans X positif/Ynégatif : inverser l'azimut

VISUALISATION EN 3D



Variation de la grille résultat de flux radiatif reçu par les panneaux de référence selon leur azimut et la géométrie de la flamme

ÉCHELLES DES PARAMETRES

- Rayon de flamme : fixé à 1.5m
- 15 Inclinaisons de flamme: de 1 à 29m



- 13 Azimuts du panneau : de -84° à +84°
- Domaine: 50x50m maillé 25x25.
- Dimension Z: -4m à 16m
- Humidité relative de l'air : fixée à 20%





TABLE DES MATIERES

I/INTRODUCTION

- Contexte
- Problématique des feux de forêt et modélisation

II/ CRÉATION D'ABAQUES DE RAYONNEMENT

- Notion technique : méthode numérique de Monte-Carlo
- Méthode de création

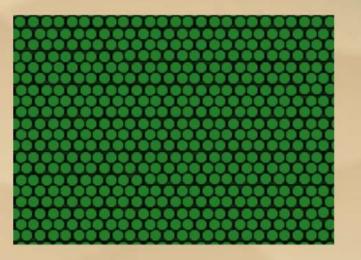
III/ INTÉGRATION DES BATIS DANS LE MODULE

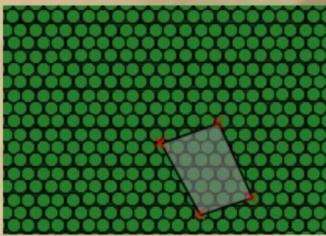
- Prise en compte des bâtis sur la carte de végétation
- Calcul de la dégradation thermique des surfaces
- Création de variables de sorties pertinentes

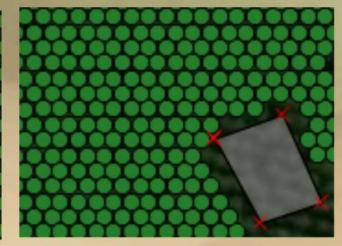
IV/ DÉMONSTRATEUR : INCENDIE DE VITROLLES

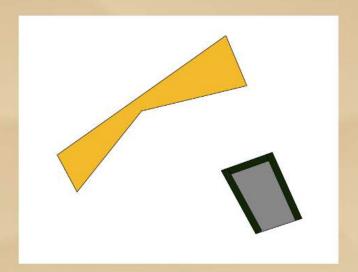
- Récupération des données
- Mise en place du cas test
- Résultats
- Projet en parallèle avec IRSTEA : Typologie des jardins

PRISE EN COMPTE DES SITES VULNÉRABLES











A Company of the Advanced Adva

BUT : Évaluer le flux reçu en chaque point de la façade : Température d'inflammation atteinte ?

Lorsqu'un site de bâti se situe dans le voisinage radiatif d'un site en feu :

1) Repérer sa position par rapport au domaine centré sur la flamme. Permet d'obtenir l'azimut



2) Site de bâti discrétisé en une colonne de *n* panneaux de 1m^2



- 3) Pour chacun des panneaux , on utilise les abaques fraîchement créés : trouver la meilleure combinaison de paramètres
- 4) Prise en compte de l'écrantage par les sites voisins







- 6) Prise en compte de la composante convective
 - 4
- 7) Bilan thermique sur chaque panneau.
- 8) Modèle de conduction 1D sur chaque panneau
- 9) Température de surface et potentielle inflammation



BUT : Évaluer le flux reçu en chaque point de la façade : Température d'inflammation atteinte ?

Lorsqu'un site de bâti se situe dans le voisinage radiatif d'un site en feu :

1) Repérer sa position par rapport au domaine centré sur la flamme. Permet d'obtenir l'azimut



2) Site de bâti discrétisé en une colonne de *n* panneaux de 1m^2



- 3) Pour chacun des panneaux , on utilise les abaques fraîchement créés : trouver la meilleure combinaison de paramètres
- 4) Prise en compte de l'écrantage par les sites voisins

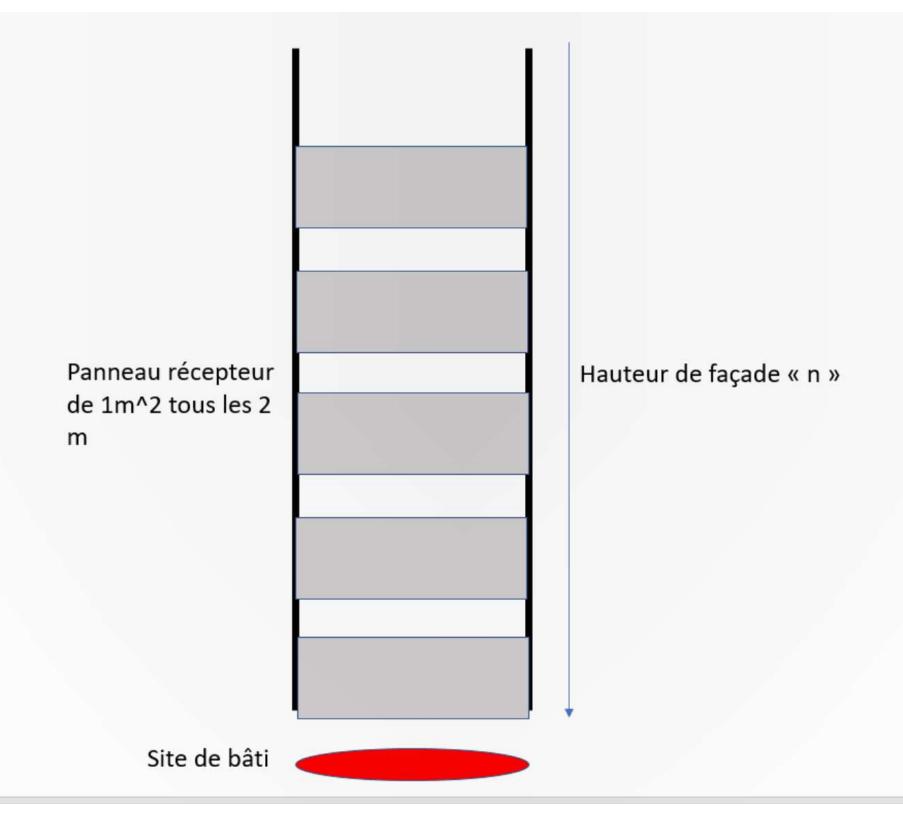






- 6) Prise en compte de la composante convective
 - 4
- 7) Bilan thermique sur chaque panneau.
- 8) Modèle de conduction 1D sur chaque panneau
- 9) Température de surface et potentielle inflammation





BUT : Évaluer le flux reçu en chaque point de la façade : Température d'inflammation atteinte ?

Lorsqu'un site de bâti se situe dans le voisinage radiatif d'un site en feu :

1) Repérer sa position par rapport au domaine centré sur la flamme. Permet d'obtenir l'azimut



2) Site de bâti discrétisé en une colonne de *n* panneaux de 1m^2



- 3) Pour chacun des panneaux , on utilise les abaques fraîchement créés : trouver la meilleure combinaison de paramètres
- 4) Prise en compte de l'écrantage par les sites voisins

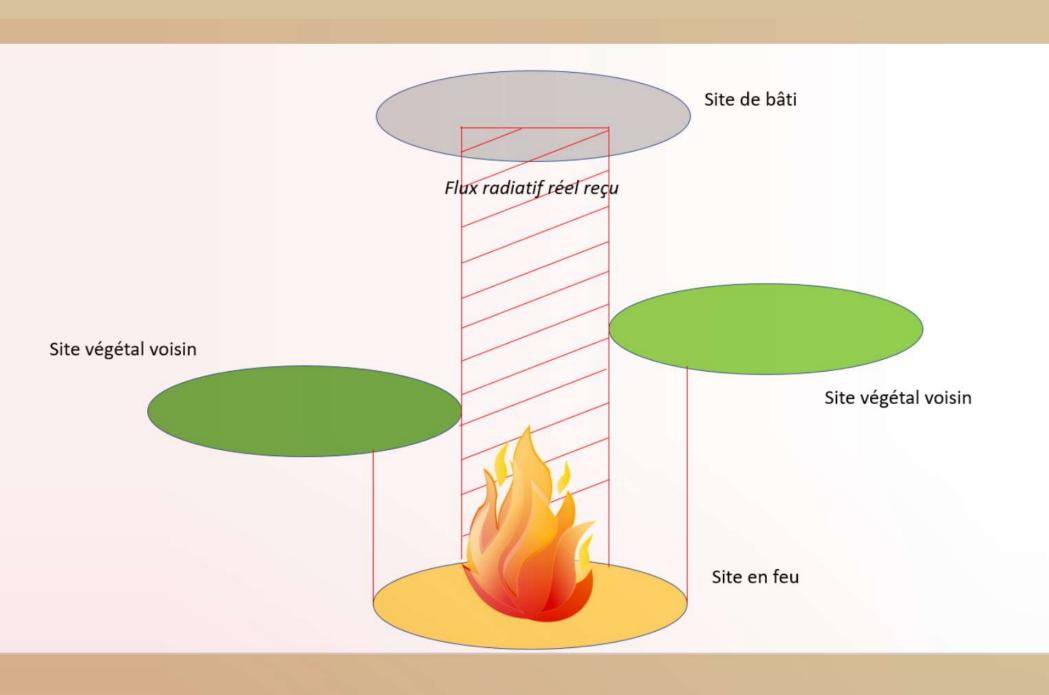






- 6) Prise en compte de la composante convective
 - 4
- 7) Bilan thermique sur chaque panneau.
- 8) Modèle de conduction 1D sur chaque panneau
- 9) Température de surface et potentielle inflammation





BUT : Évaluer le flux reçu en chaque point de la façade : Température d'inflammation atteinte ?

Lorsqu'un site de bâti se situe dans le voisinage radiatif d'un site en feu :

1) Repérer sa position par rapport au domaine centré sur la flamme. Permet d'obtenir l'azimut



2) Site de bâti discrétisé en une colonne de *n* panneaux de 1m^2



- 3) Pour chacun des panneaux , on utilise les abaques fraîchement créés : trouver la meilleure combinaison de paramètres
- 4) Prise en compte de l'écrantage par les sites voisins

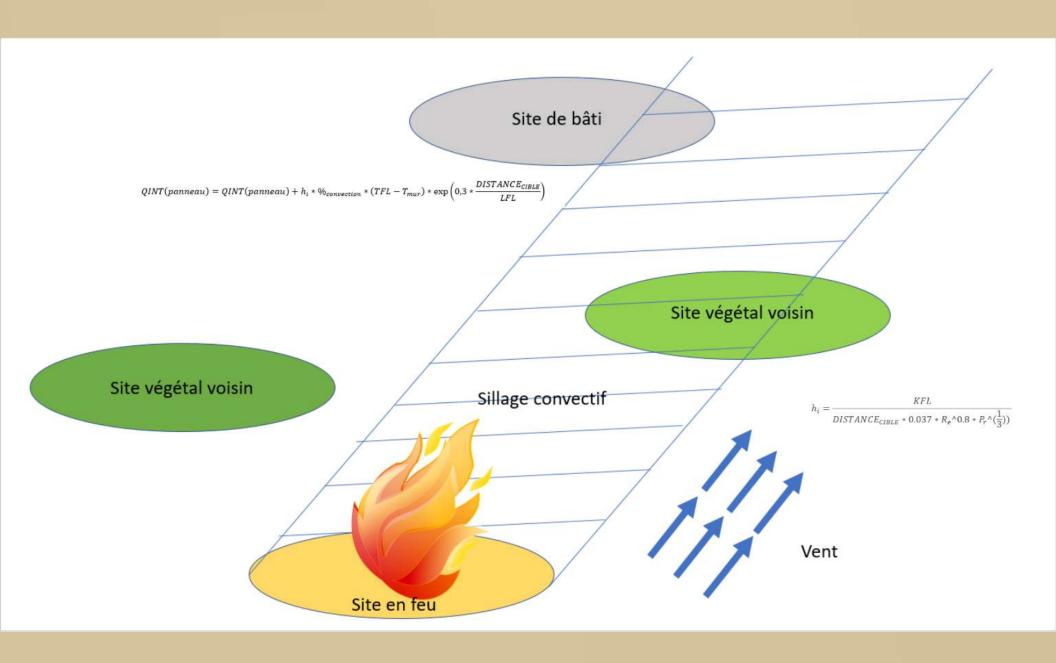






- 6) Prise en compte de la composante convective
 - 4
- 7) Bilan thermique sur chaque panneau.
- 8) Modèle de conduction 1D sur chaque panneau
- 9) Température de surface et potentielle inflammation





BUT : Évaluer le flux reçu en chaque point de la façade : Température d'inflammation atteinte ?

Lorsqu'un site de bâti se situe dans le voisinage radiatif d'un site en feu :

1) Repérer sa position par rapport au domaine centré sur la flamme. Permet d'obtenir l'azimut



2) Site de bâti discrétisé en une colonne de *n* panneaux de 1m^2



- 3) Pour chacun des panneaux , on utilise les abaques fraîchement créés : trouver la meilleure combinaison de paramètres
- 4) Prise en compte de l'écrantage par les sites voisins







- 6) Prise en compte de la composante convective
 - 4
- 7) Bilan thermique sur chaque panneau.
- 8) Modèle de conduction 1D sur chaque panneau
- 9) Température de surface et potentielle inflammation



CRÉATION DE SORTIES PERTINENTES

Durée de la simulation : 2-6mns

- 1/ Propagation potentielle du feu dans le milieu combustible hétérogène:
 - Avancée du front de flamme au cours du temps d'exposition
- 2/ Dégâts sur les façades exposées :
 - Indicateur de probabilité d'inflammation
 - Hauteur moyenne d'inflammation
 - Température minimale atteinte
 - Température maximale atteinte

TABLE DES MATIERES

WINTRODUCTION

- Contexte
- Problématique des feux de forêt et modélisation

II/ CRÉATION D'ABAQUES DE RAYONNEMENT

- Notion technique : méthode numérique de Monte-Carlo
- Méthode de création

III/ INTÉGRATION DES BATIS DANS LE MODULE

- Prise en compte des bâtis sur la carte de végétation
- Calcul de la dégradation thermique des surfaces
- Création de variables de sorties pertinentes

IV/ DÉMONSTRATEUR : INCENDIE DE VITROLLES

- Récupération des données
- Mise en place du cas test
- Résultats
- Projet en parallèle avec IRSTEA : Typologie des jardins



CAS TEST: INCENDIE DE VITROLLES

- 10 Août 2016 : Grand feu de forêt dans les Bouches du Rhône : Agglomération de Marseille (Vitrolles/ Rognac/Pennes-Mirabeau/ Martigues).
- Favorisé par un fort mistral : 2500 Ha de garrigue partis en fumée.
- D'origine humaine.
- Dégâts matériels à l'interface urbain : Vitrolles et aux Pennes-Mirabeau. Feu arrêté aux portes de Marseille.







ÉLABORATION DU CAS TEST

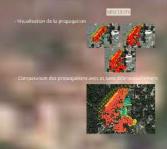
Récupération des données d'entrée



Mise en place du cas test



Résultats











DONNÉES D'ENTRÉE

ONF

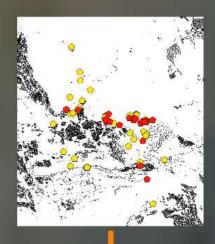
- Carte de végétation : 30x30m de résolution
- Cartes de canopées





IRSTEA

- Localisation des bâtiments brûlés
- Dégâts et type de structure des bâtis

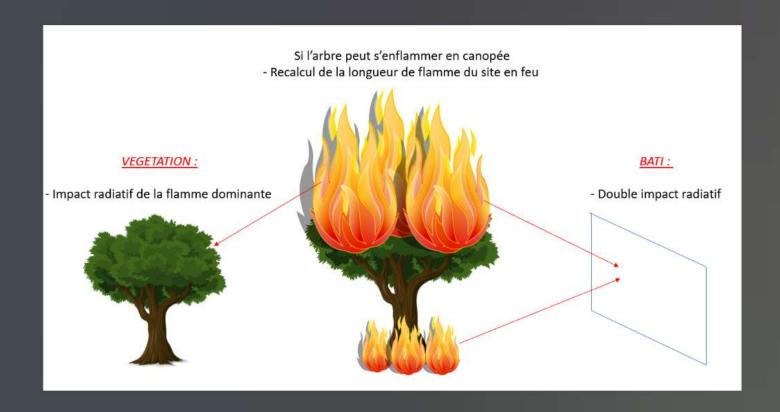




SDIS13

- Carte d'évolution temporelle du feu
- Zone brûlée et sautes de feu





- Probabilité d'apparition de projections incandescentes en fonction du type de végétation : (en cours de développement)

DONNÉES D'ENTRÉE

ONF

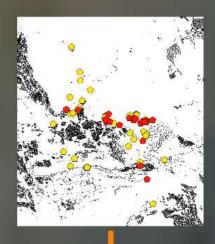
- Carte de végétation : 30x30m de résolution
- Cartes de canopées





IRSTEA

- Localisation des bâtiments brûlés
- Dégâts et type de structure des bâtis

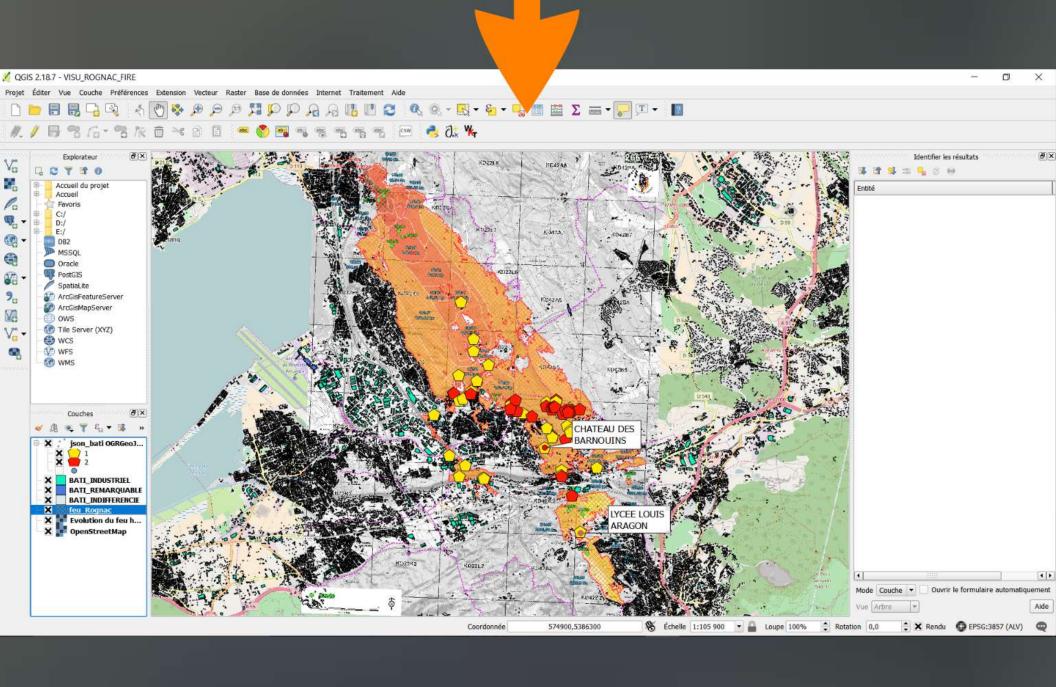




SDIS13

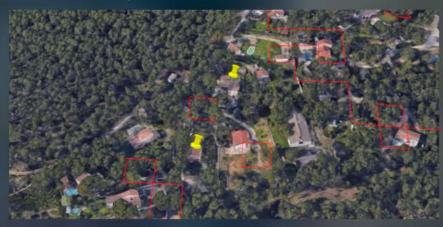
- Carte d'évolution temporelle du feu
- Zone brûlée et sautes de feu





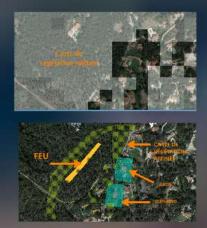
MISE EN PLACE DU CAS TEST

Notre étude se porte sur deux maisons détruites aux Pennes-Mirabeau : Pourquoi ?



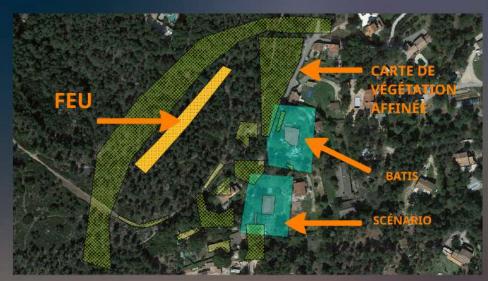
- 2 bâtiments détruits proches
- Au sommet d'une pente
- Pente dirigée dans le sens du vent
- Propagation à l'interface périurbaine

Nous établissons le test sous QGIS :



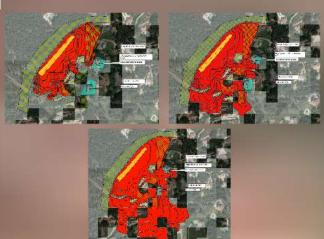




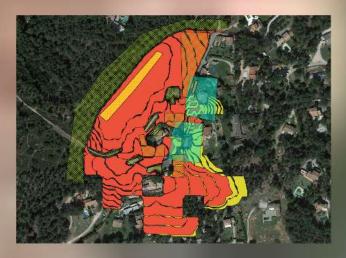


RÉSULTATS

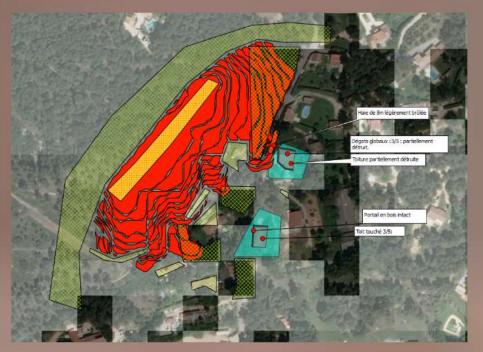
- Visualisation de la propagation

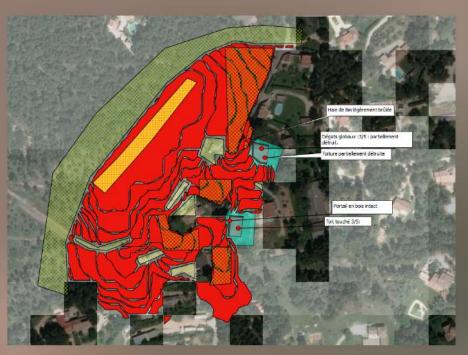


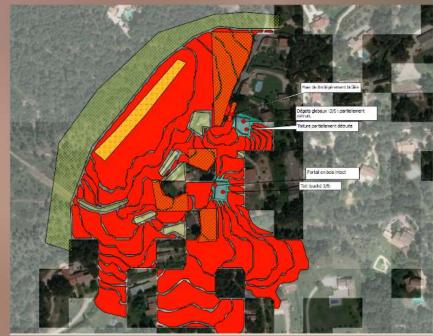
- Comparaison des propagations avec et sans débroussaillement

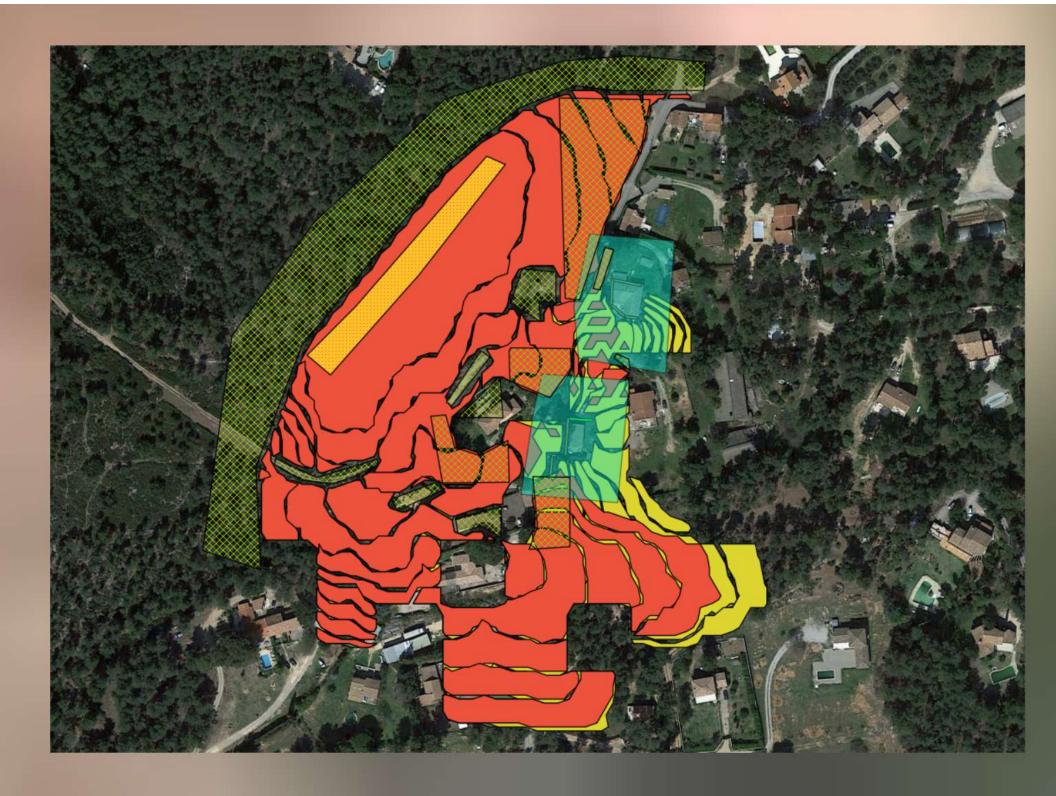


n









RÉSULTATS

- Propagation avec et sans module de canopée



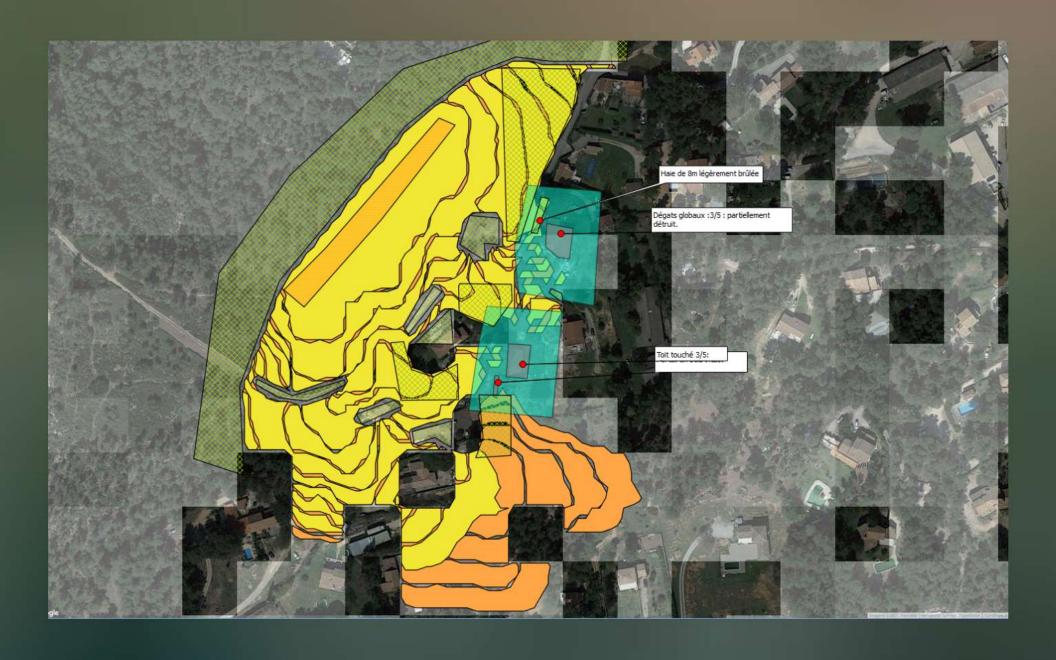
- Visualisation de sorties préliminaires sur les façades en feu de canopée :







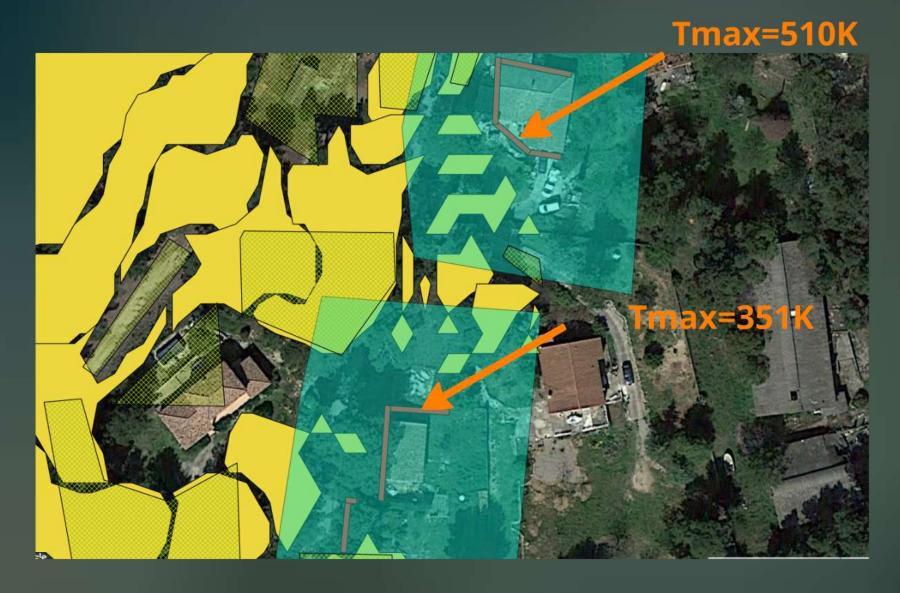
odule de canopee



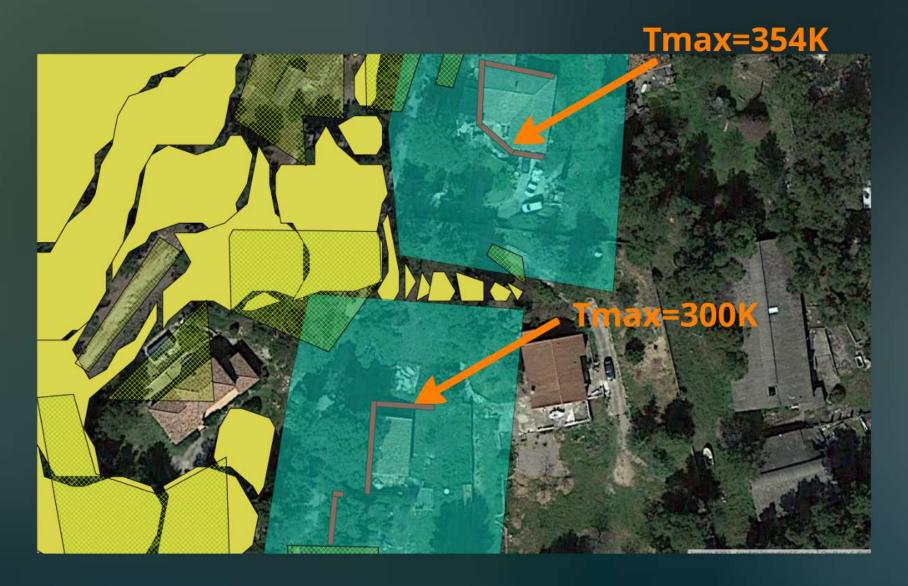
Sans scénario de déboisement :



Scénario de déboisement : 1 arbre sur 2 coupé



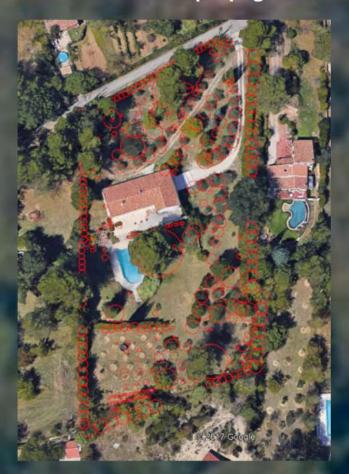
Scénario de déboisement : 100% des arbres coupés



TYPOLOGIE DES JARDINS



BUT : étudier la propagation d'un incendie de forêt dans la végétation ornementale d'une maison.



	Тур	TypeEntite	CHALEURCOM	CHALEURSP	Sp_V2	CodeSP2	Epais_lit	Epais_Herb	HautBb	Hautr	RSV_1	MVFeuille1
1		Individu	21467	1648	arbousier	Au	0.000	0.000	0.00	1.40	5719.000	699.000
2		Individu	21467	1648	Arbousier	Au	0.000	0.000	0.60	2.90	5719.000	699.000
3		Individu	21467	1648	Arbousier	Au	0.000	0.000	0.20	2.70	5719.000	699.000
4		Individu	20867	1648	Buxus	Bs	0.000	0.000	0.00	1.40	7000.000	485.000
5		Individu	20867	1648	Buxus	Bs	0.000	0.000	0.10	1.70	7000.000	485.000
6		Individu	20867	1648	Buxus	Bs	0.000	0.000	0.00	1.30	7000.000	485.000
7.		Individu	20867	1648	Buxus	Bs	0.000	0.000	0.00	1.30	7000.000	485.000
8		Individu	20867	1648	Buxus	Bs	0.000	0.000	0.00	1.30	7000.000	485.000
9		Individu	20867	1648	Buxus	Bs	0.000	0.000	0.00	1.30	7000.000	485.000
10		Individu	20590	1648	Cèdre	Ced	0.000	0.000	0.00	10.80	6589.744	312.000
11		Individu	20590	1648	Cèdre	Ced	0.000	0.000	0.30	21.40	6589.744	312.000
12		Individu	20690	1648	Chêne vert	Qi	0.000	0.000	1.80	6.60	4040,000	563.000



Mise en place d'un possible test : typologie des jardins :



34	*1HR *10	1R	*100HR	*GRASS	*SHRUB	*CH_SPEC	**H	*RHO	*ST	*SE **	WIND *	L1HR **	10HR **1	.00HR **GRASS	*S*CHRUB	**Humi	*Emi	*Abso	*Chaleur	*T_igni
101,	5719.00,	357.5200,	98.4D0,	,4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	2.300,	699.D0,	0.01D0,	0.0500,	0.60D0,	0.1751D0	, 0.7000,	0.30D0,0.00D	0, 0.24D0,	38.,	0.900,	0.6D0,	21.06,	535.D0 *Arbousier
.02,	7000.D0,	357.5200,	98.4D0,	4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	1.3000,	485.D0,	0.01D0	0.0500,	0.60D0	0.166D0,	0.7000,	0.30D0,0.00D	0, 0.2400,	38.,	0.900,	0.6D0,	21.D6,	610.D0 *Buxus
03,	6590.D0,	357.5200,	98.4D0,	4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	15.D0,	312.D0,	0.01D0	, 0.05D0,	0.6000	0.18400,	0.7000,	0.30D0,0.00D	0, 0.2400,	38.,	0.900,	0.6D0,	20.5D6,	650.D0 *Cèdre
104,	4040.D0,	357.5200,	98.4D0,	4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	4.D0,	563.D0,	0.01D0	, 0.05D0,	0.6000	0.21900,	0.7000,	0.30D0,0.00D	0, 0.2400,	38.,	0.900,	0.6D0,	20.7D6,	552.D0 *Chêne Vert
105,	3425.D0,	357.5200,	98.4D0,	4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	1.2000,	358.D0,	0.01D0	, 0.05D0,	0.6000	0.408D0,	0.70D0,	0.30D0,0.00D	0, 0.24D0,	38.,	0.900,	0.6D0,	18.D6,	670.D0 *Ciste Montpellier
106,	2138.D0,	357.52D0,	98.4D0,	4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	7.D0,	648.D0,	0.01D0,	0.05D0,	0.60D0,	1.300,	0.7000,	0.3000,0.0000	, 0.24D0,	38.,	0.9D0,	0.6D0,	19.D6,	551.D0 *Cyprès vert
107,	6060.D0,	357.5200,	98.400,	4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	2.5D0,	812.D0,	0.01D0	0.05D0	, 0.60D	0.15400	, 0.70D0,	0.30D0,0.00D	0, 0.2400,	38.,	0.900,	0.6D0,	21.D6,	556.D0 *Eleagnus
108,	5400.D0,	357.5200,	98.4D0,	4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	1.600,	312.D0,	0.01D0,	0.05D0,	0.6000	0.1900,	0.7000,	0.30D0,0.00D	0, 0.2400,	38.,	0.900,	0.6D0,	20.D6 ,	505.D0 *Epicea
109,	4547.D0,	357.5200,	98.4D0,	4264.D0,	5000.D0,	1648.D0,	6.D0,	918.D0,	0.01D0,	0.0500,	0.6000	0.1800,	0.7000,	0.30D0,0.00D	0, 0.24D0,	38.,	0.900,	0.6D0,	21.506,	562.D0 *Fusain

TRAVAUX DE RECHERCHE : MODÉLISATION DE L'IMPACT D'UN FEU DE FORET SUR LE BATI A L'INTERFACE PÉRIURBAINE

